O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

MAKTABGACHA
VA MAKTAB
TA’LIMI VAZIRLIGI

CHDPU
CHIRCHIQ DAVLAT
PEDAGOGIKA UNIVERSITETI

FIZIKA KAFEDRASI

FIZIKA VA ASTRONOMIYA TADQIQOTLARIDA RAQAMLI TRANSFORMATSIYA: SUN’IY INTELLEKT, MODELLASHTIRISH VA TA’LIMNING YANGI PARADIGMALARI

XALQARO ILMIY-AMALIY ANJUMAN

MAQOLALAR TO‘PLAMI



8–9-OKTABR, 2026

CHIRCHIQ DAVLAT
PEDAGOGIKA UNIVERSITETI

CHIRCHIQ – 2026

Fizika. Astronomiya. Raqamli texnologiyalar. Ta’lim. Innovatsiya.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

МИНИСТЕРСТВО ДОШКОЛЬНОГО И ШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ЧИРЧИКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКИ

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО ФИЗИКЕ И АСТРОНОМИИ: ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И НОВЫЕ ПАРАДИГМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

СБОРНИК СТАТЕЙ



8–9 ОКТЯБРЯ 2026

ЧИРЧИКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЧИРЧИК – 2026

Физика. Астрономия. Цифровые технологии. Образование. Инновации.

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION, SCIENCE AND INNOVATIONS OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

MINISTRY OF PRESCHOOL AND SCHOOL EDUCATION

CHDPU
CHIRCHIQ STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY

DEPARTMENT OF PHYSICS

DIGITAL TRANSFORMATION IN PHYSICS AND ASTRONOMY RESEARCH: ARTIFICIAL INTELLIGENCE, MODELING AND NEW PARADIGMS OF EDUCATION

INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

PROCEEDINGS



8–9 OCTOBER 2026 | CHIRCHIQ STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY

CHIRCHIQ – 2026

Physics. Astronomy. Digital Technologies. Education. Innovation.

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
MAKTABGACHA VA MAKTAB TA’LIMI VAZIRLIGI
CHIRCHIQ DAVLAT PEDAGOGIKA UNIVERSITETI

FIZIKA VA ASTRONOMIYA TADQIQOTLARIDA RAQAMLI TRANSFORMATSIYA: SUN’IY INTELLEKT, MODELLASHTIRISH VA TA’LIMNING YANGI PARADIGMALARI

Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ФИЗИЧЕСКИХ И АСТРОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ: ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И НОВЫЕ ПАРАДИГМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Сборник материалов международной научно-практической конференции

DIGITAL TRANSFORMATION IN PHYSICS AND ASTRONOMY RESEARCH: ARTIFICIAL INTELLIGENCE, MODELING, AND NEW EDUCATIONAL PARADIGMS

Proceedings of the International Scientific and Practical Conference

Chirchiq – 2026

“Fizika va astronomiya tadqiqotlarida raqamli transformatsiya: sun’iy intellekt, modellashtirish va ta’limning yangi paradigmalari” Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari to‘plami: Chirchiq davlat pedagogika universiteti, 8-9-oktabr, 2026-yil. – Toshkent: «ZEBO PRINTS» MCHJ. 2026-940 b.

To‘plamda “Fizika va astronomiya tadqiqotlarida raqamli transformatsiya: sun’iy intellekt, modellashtirish va ta’limning yangi paradigmalari” Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari keltirilgan. Anjuman materiallari respublikamiz oliy ta’lim muassasalari va O‘zR FAsi institutlarining ilmiy guruhlari izlanishlarida ishtirok etayotgan iqtidorli talabalar, magistrantlar, katta ilmiy xodim-izlanuvchilar va yosh olimlarning fizika va astronomiyaning turli yo‘nalishlaridagi oilmiy-tadqiqot ishlari natijalaridan tarkib topgan.

To‘plam mualliflar taqdim qilgan orginal materiallar asosida tuzilgan.

Tashkiliy qo‘mita

Muxamedov G.I.	-	CHDPU rektori, rais
Eshchanov B.X.	-	CHDPU ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha prorektori, hamrais
Tursunov I.G.	-	CHDPU, Aniq fanlar fakulteti dekani, rais muovini
Tillaboyev A.M.	-	CHDPU, Fizika kafedrasi mudiri, dotsent
Nasriddinov K.R.	-	professor, CHDPU, a’zo
Suyarov K.T.	-	dotsent, CHDPU, a’zo
Dusmuratov M.B.	-	dotsent, CHDPU, a’zo
Raxmonov S.Z.	-	dotsent, CHDPU, a’zo
Kutlimuratov S.Sh.	-	dotsent, CHDPU, a’zo
Eshniyozov U.A.	-	dotsent v.b., CHDPU, a’zo
Ernazarov A.N.	-	dotsent v.b., CHDPU, a’zo
Xudoyberdiyeva D.B.	-	dotsent v.b., CHDPU, a’zo
Nurmamatov Sh.E.	-	dotsent v.b., CHDPU, a’zo
Xomidjonov J.I.	-	katta o‘qituvchi, CHDPU, a’zo
Begzatova Sh.P.	-	katta o‘qituvchi, CHDPU, a’zo
Umbarov A.U.	-	o‘qituvchi, CHDPU, a’zo
Xudoyberdiyeva Y.X.	-	o‘qituvchi, CHDPU, a’zo
Shermetova S.T.	-	o‘qituvchi, CHDPU, a’zo
Isroilov Sh.Sh.	-	o‘qituvchi, CHDPU, a’zo
Rahmanov M.A.	-	o‘qituvchi, CHDPU, a’zo
Eshmatov A.M.	-	o‘qituvchi, CHDPU, a’zo
Azimova D.D.	-	o‘qituvchi, CHDPU, a’zo

To‘plamdagi maqolalar Chirchiq davlat pedagogika universiteti Aniq fanlar fakultetida faoliyat ko‘rsatuvchi sohaga oid mutaxassislar tomonidan taqrizdan o‘tkazilgan. Maqolada keltirilgan barcha natija va xulosalar uchun javobgarlik to‘la mualliflar zimmasida.

© Chirchiq davlat pedagogika universiteti

1-SHO‘BA: FIZIKA VA ASTRONOMIYADA RAQAMLI TRANSFORMATSIYA: DOLZARB ILMIY MUAMMOLAR VA INNOVATSION YECHIMLAR

OLTIN NANOSTRUKTURALARNING 1030 nm VA 515 nm FEMTOSEKUND LAZER NURLANISHIDAGI NOCHIZIQLI YUTILISH XUSUSIYATLARI

Ahmedov Sherzodjon To‘lqin o‘g‘li [1], Eshchanov Baxodir Xudoyberganovich [1], Ganeyev Rashid Ashirovich [2]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi doktoranti.

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika kafedrasi professori, f-m.f.d. (DSc), professor.

[2] Yangi O‘zbekiston” universiteti huzuridagi Ilg‘or tadqiqotlar instituti bosh ilmiy xodimi, f-m.f.d. (DSc), professor.

Annotatsiya. Ushbu ishda oltin nanostrukturalarning femtosekund lazer nurlanishidagi nochiziqli-optik yutilish xususiyatlari tadqiq qilindi. Kichik va yirik oltin nanoparchalari hamda oltin nanorodlarning 1030 va 515 nm to‘lqin uzunliklaridagi nochiziqli javobi ochiq aperturali Z-skan usuli yordamida o‘rganildi. Turli nurlanish sharoitlarida ikki va uch fotonli hamda to‘yingan yutilish jarayonlarining namoyon bo‘lishi tahlil qilindi. Olingan natijalar oltin nanostrukturalarning nochiziqli-optik xususiyatlari ularning o‘lchami, shakli va lazer nurlanish parametrlariga sezilarli darajada bog‘liqligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: oltin nanostrukturalar, oltin nanoparchalari, oltin nanorodlar, nochiziqli-optik yutilish, sirt plazmon rezonansi, femtosekund lazer, ikki fotonli yutilish, uch fotonli yutilish, to‘yingan yutilish, Z-skan usuli.

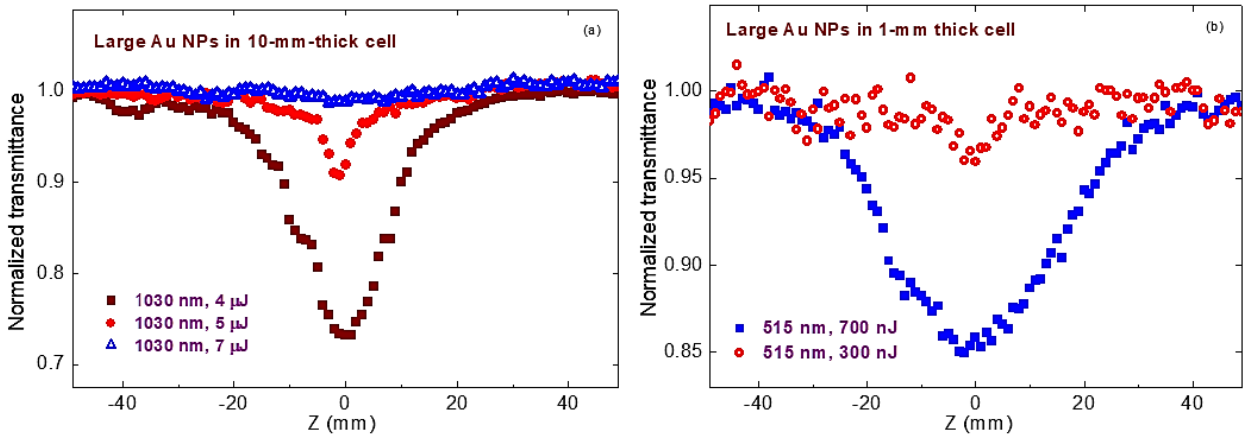
Metall nanostrukturalar, xususan, oltin nanoparchalari (GNPs) o‘zining noyob optik, elektr va nochiziqli-optik xususiyatlari tufayli optoelektronika, lazer texnologiyalari, biotibbiyot, diagnostika va dori yetkazib berish tizimlarida keng qo‘llanilmoqda. Ularning asosiy optik xususiyatlaridan biri sirt plazmon rezonansi (SPR) bo‘lib, uning spektral holati nanostrukturaning o‘lchami, shakli hamda atrof-muhitning dielektrik xususiyatlariga bog‘liq.

Oltin, kumush va mis nanostrukturalari ko‘rinadigan sohada plazmon rezonansiga ega bo‘lib, oltin nanostrukturalarda SPR odatda 520 nm atrofida kuzatiladi. Nanostrukturalarning o‘lchami va geometrik shaklini o‘zgartirish orqali ularning optik va nochiziqli-optik xususiyatlarini boshqarish mumkin. Ayniqsa, oltin nanorodlarda (GNRs) rezonans maksimumini keng diapazonda, jumladan ko‘rinadigan va yaqin infraqizil sohalarda sozlash imkoniyati mavjud. Bu xususiyat ularni fototermik terapiya, optik cheklagichlar va boshqa fotonik qurilmalarda istiqbolli materialga aylantiradi.

Oltin nanostrukturalarning femtosekund lazer nurlanishidagi nochiziqli-optik javobi ikki va uch fotonli yutilish, to‘yingan yutilish hamda teskari to‘yingan yutilish kabi jarayonlar bilan bog‘liq. Ushbu jarayonlarning namoyon bo‘lishi lazer nurlanishining to‘lqin uzunligi va impuls davomiyligi, shuningdek, nanostrukturalarning o‘lchami va shakliga bog‘liq. Oltin nanostrukturalarning nochiziqli yutilish xususiyatlari ochiq aperturali Z-skan usuli yordamida o‘rganildi. Tajribalarda 200 fs davomiylikdagi, 300 Hz takrorlanish chastotasiga

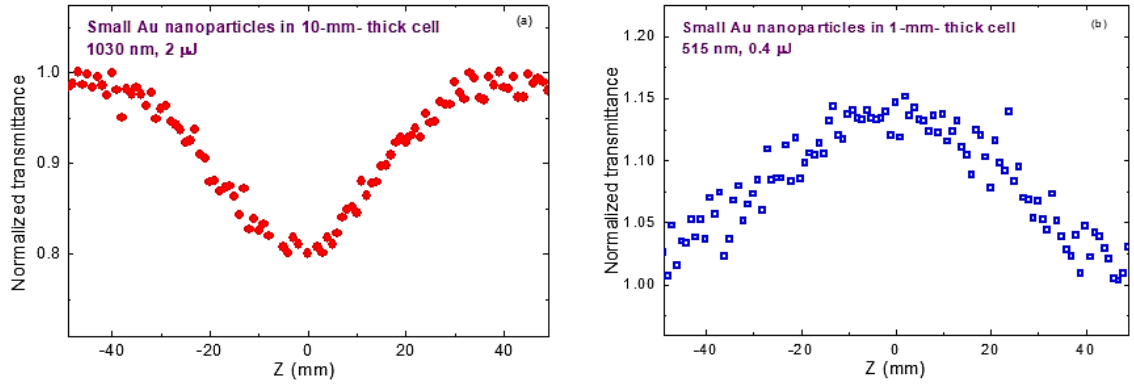
ega 1030 va 515 nm to‘lqin uzunlikdagi lazer impulslaridan foydalanildi. Kichik va yirik oltin nanoparchalar hamda oltin nanorodlar 10 va 1 mm qalinlikdagi kvars kyuvetalarga joylashtirilib, mos ravishda 1030 va 515 nm nurlanishlarda tadqiq qilindi. O‘lchashlardan avval suv va kvars kyuvetaning nochiziqli-optik javobi alohida aniqlanib, asosiy natijalardan chiqarib tashlandi. 1030 nm nurlanishda barcha namunalarning nochiziqli-optik javobi 10 mm qalinlikdagi kyuvetada sezilarliroq kuzatildi, 515 nm da esa yuqori nochiziqli javob sababli 1 mm kyuveta qo‘llanildi. Yirik oltin nanoparchalari uchun 1030 nm, 200 fs impulslarida 4, 5 va 7 mJ energiyalarda olingan Z-skan natijalari nurlanish intensivligi ortishi bilan nochiziqli yutilish kuchayishini ko‘rsatdi. Xususan, 5 va 7 mJ energiyalarda fokus sohasi yaqinida uzatishning kamayishi kuzatilib, bu nochiziqli yutilish jarayonining mavjudligini ko‘rsatadi.

Tahlil natijalari kuzatilgan effektni oddiy ikki fotonli yutilish (2PA) bilan izohlash imkoniyati cheklanganligini ko‘rsatdi. 1030 nm fotonlarining ikki fotonli energiyasi kolloidning to‘g‘ridan-to‘g‘ri energetik oralig‘idan kichik bo‘lib, kuzatilgan kuchli va tor nochiziqli yutilish signali yuqori tartibli, xususan, uch fotonli yutilish (3PA) jarayoni bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Natijalar oltin nanostrukturalarning nochiziqli yutilishi lazer impulsining energiyasi va to‘lqin uzunligiga kuchli bog‘liqligini ko‘rsatadi.



1-rasm. Katta o‘lchamli oltin nanoparchalari kolloidlarining ochiq aperturali Z-skan natijalari: (a) 10 mm qalinlikdagi kyuvetada 1030 nm nurlanish ta’siridagi nochiziqli yutilish; (b) 1 mm qalinlikdagi kyuvetada 515 nm nurlanish ta’siridagi nochiziqli yutilish.

1-rasm (b) da yirik oltin nanoparchalari kolloidining 515 nm, 200 fs lazer impulslaridagi nochiziqli yutilish xususiyatlari keltirilgan. Tajribalar 300 va 700 nJ impuls energiyalarida amalga oshirildi. 700 nJ energiyada fokus sohasida uzatishning sezilarli kamayishi ($T_{min} \approx 0{,}85$), 300 nJ da esa juda kichik nochiziqli yutilish kuzatildi.



2-rasm. Kichik o‘lchamli oltin nanoparchalari kolloidlarining ochiq aperturali Z-skan natijalari: (a) 10 mm qalinlikdagi kyuvetada 2 mJ, 1030 nm nurlanishdagi nochiziqli yutilish; (b) 1 mm qalinlikdagi kyuvetada 0,4 mJ, 515 nm nurlanishdagi nochiziqli yutilish.

1030 nm dagi natijalar bilan taqqoslaganda, 515 nm nurlanishda Z-skan egri chizig‘i kengroq shaklga ega bo‘ldi. 515 nm foton energiyasi (2,4 eV) kolloidda ikki fotonli yutilish (2PA) jarayonining yuzaga kelishi uchun yetarli bo‘lib, kuzatilgan nochiziqli yutilish ushbu jarayon bilan bog‘liq deb baholandi. Tajribalarda to‘yingan yutilish (SA) va teskari to‘yingan yutilish (RSA) jarayonlari aniqlanmadi. Kichik oltin nanoparchalari uchun 1030 nm da 2 mJ impulslar ta’sirida 2PA bilan bog‘liq nochiziqli yutilish kuzatildi, 3PA esa sezilarli rol o‘ynamadi. 515 nm da esa to‘yingan yutilish (SA) ustun bo‘lib, 2PA va RSA aniqlanmadi. Oltin nanorodlarda 1030 nm da kichik GNP-larga o‘xshash, biroq ancha kuchsiz 2PA kuzatildi. Bu nanorodlarning nochiziqli yutilish koeffitsiyenti kichik GNP-larnikidan past ekanligini ko‘rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. R. A. Ganeev and T. Usmanov, “Nonlinear-optical parameters of various media,” Quantum Electron. 37, 605-622 (2007).
2. Q. Shiliang, D. Chimin, Y. Song, Y. Wang, Y. Gao, S. Liu, L. Yuliang, and Z. Daoben, “Optical nonlinearities and optical limiting properties in gold nanoparticles protected by ligands,” Chem. Phys. Lett. 356, 403-408 (2002).
3. L. A. Dykman and N. G. Khlebtsov, “Methods for chemical synthesis of colloidal gold,” Russ. Chem. Rev. 88, 229-247 (2019).
4. B. Dubertret, M. Calame, and A. J. Libchaber, “Single-mismatch detection using gold-quenched fluorescent oligonucleotides,” Nature Biotechnol. 19, 365-370 (2001).
5. T. Pons, I. L. Medintz, K. E. Sapsford, S. Higashiya, A. F. Grimes, D. S. English and H. Mattoussi, “On the quenching of semiconductor quantum dot photoluminescence by proximal gold nanoparticles,” Nano Lett. 7, 3157-3164 (2007).
6. D. Ghosh and N. Chattopadhyay, “Gold nanoparticles: acceptors for efficient energy transfer from the photoexcited fluorophores,” Opt. Photon. J. 3, 18-26 (2013).

7. R. A. Ganeev, Y. A. Buriyev, V. V. Kim, A. A. Isroilov, Sh. R. Kamalov, B. K. Eshchanov, V.V. Lim, A. Yu. Shalagin, O. V. Vershinina, I. A. Shuklov, and V. V. Ivanov, Phys. Scripta 100, 125963 (2025).

8. M. Sheik-Bahae, A. A. Said, T. H. Wei, D. J. Hagan, E. W. Van Stryland, “Sensitive measurement of optical nonlinearities using a single beam,” IEEE J. Quantum Electron. 26, 760–769 (1990).

9. R. L. Sutherland, D. G. McLean, and S. Kirkpatrick, “Handbook of Nonlinear Optics,” 2nd Edition, Reserved and Expanded, New York (2003).

PLANAR ARTIFICIAL ATOM IN A GRAPHENE INTERACTING WITH FAST IONS

S. Rakhmanov[1], R. Egger[2], D. Jumanazarov[3], D. Matrasulov[4]

[1]Chirchik State Pedagogical University, 104 Amur Temur Str., 111700 Chirchik, Uzbekistan

[2]Institut für Theoretische Physik, Heinrich-Heine-Universität, 40225 Düsseldorf, Germany

[3]Department of Physics, Urgench State University, Urgench 220100, Uzbekistan

[4]Turin Polytechnic University in Tashkent, 17 Niyazov Str., 100095 Tashkent, Uzbekistan

We provide a theoretical model for electronic transitions in a two-dimensional (2D) artificial atom in a graphene monolayer. The artificial atom is due to the presence of a charged adatom (Coulomb impurity) in the layer and interacts with a fast ultrarelativistic ion moving parallel to the layer. We compute the probability and cross sections for the corresponding electronic transitions by means of an exact solution of the time-dependent 2D Dirac equation describing the interaction of the planar atom with the electromagnetic field of the ultrarelativistic projectile.

The exact solution of the time-dependent 2D Dirac equation describing the interaction of the target artificial atom with the ultrarelativistic charged projectile is obtained. Using this solution, the electronic transition probabilities to excited bound states, the survival probability in the ground state, and the total ionization probability have been analyzed as a function of the impact parameter b. In addition, we have computed the cross-section which is found to be two orders larger than its 3D counterpart. Probing collision-induced electronic transitions in the planar atoms formed by Coulomb impurities in graphene offers interesting perspectives for future experiments.

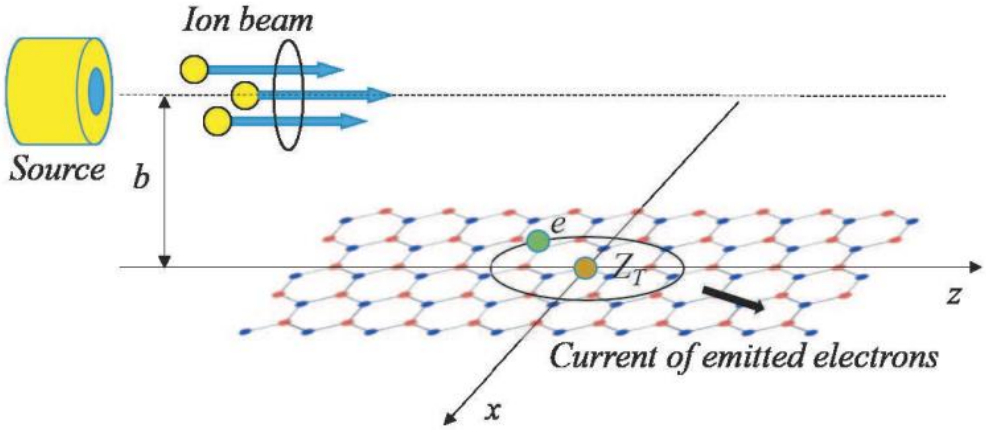


Fig. 1: Sketch for a possible experimental realization of the setup studied in this work.

Experimentally, the above model could be realized by passing a fast charged ion (e.g., proton) beam over the graphene layer, as schematically presented in fig. 1.

References

1. A. J. Baltz, Phys. Rev.A **61**, 042701 (2000).

A DIGITAL RELIABILITY-AUDITED PIPELINE FOR DETECTING OUTER VELOCITY-DISPERSION PROFILE FLATTENING IN GALACTIC GLOBULAR CLUSTERS

Sobir Turaev

Ulugh Beg Astronomical Institute, Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan

E-mail: sobr8488@mail.ru

Abstract. Velocity-dispersion profile flattening in the outer regions of Galactic globular clusters can be entangled with tidal effects, potential escapers, velocity anisotropy, field contamination, and astrometric systematics. Detecting such a subtle signature therefore requires a prospective and auditable computational protocol rather than simple radial binning. We developed a pipeline for Gaia proper-motion and parallax data that combines a cluster+field mixture likelihood, a continuous broken-dispersion profile, deterministic multistart optimization, parametric bootstrap calibration, and fail-closed execution. The primary estimand is $F_\sigma = s_{out} - s_{mid}$. From 49 real-catalogue objects, 38 globular clusters were frozen as the science sample using pre-specified feasibility criteria. In a fresh 100-dataset synthetic transfer validation, all 11 hard gates passed: overall coverage was 0.909, the median signed bias of the bias-corrected estimand was +0.0091, and the number of strong-signal wrong-sign cases was zero. A split-runtime end-to-end test completed 128/128 bootstrap fits successfully. Real-cluster execution is being carried out under the frozen protocol, and individual scientific estimates remain embargoed until complete terminal aggregation.

Keywords: globular clusters, Gaia, proper motion, velocity dispersion, outer kinematics, bootstrap, mixture model, reproducible computing.

1. Introduction

Gaia astrometry has greatly expanded the radial range over which the internal kinematics of Galactic globular clusters can be investigated. Proper-motion dispersion profiles carry information about a cluster's relaxation state, orbital anisotropy, and interaction with the external tidal field. In the outer regions, however, the member fraction decreases, field contamination becomes more important, and heteroscedastic measurement errors grow in relative significance. For a subtle effect such as outer-dispersion flattening, a statement that a fit has merely converged is therefore insufficient: sample selection, the estimand, optimization rules, uncertainty calibration, and recovery logic should all be defined before the scientific outcome is inspected.

In this project, development, synthetic validation, real-data feasibility, and final execution were deliberately separated. Historical stages are kept immutable, and thresholds or model components are not modified after validation to accommodate a favorable result. This architecture treats digital transformation not simply as greater computing power, but as a way to turn astronomical inference into a reproducible, versioned, and forensic-auditable protocol in which every promotion from development to science execution is explicitly gated.

2. Estimand and statistical model

As a function of normalized radius x, the intrinsic proper-motion dispersion is represented by a continuous broken-power-law operator with a transition at x = 0.20. The contrast between the mid-radius scale s_{mid} and the outer scale s_{out} is frozen as the primary estimand:

$$F_\sigma = s_{out} - s_{mid}$$

$F_\sigma > 0$ indicates an increase in the outer dispersion scale, whereas $F_\sigma < 0$ indicates a decrease. The cluster component is modeled as a bivariate Gaussian in the radial and tangential proper-motion plane, while the field is represented in (ν_R, ν_T, parallax) space by a K = 2 full-covariance Gaussian mixture. The cluster fraction declines with radius through a sigmoid function. A Gaussian proper-motion likelihood is primary, with a Student-t model (ν = 5) used only as a sensitivity diagnostic. The pmra-pmdec measurement correlation is retained explicitly.

The parent fit is obtained with L-BFGS-B from 12 deterministic starting points, and at least 4/12 successful starts are required. For each dataset, 128 parametric-bootstrap replicates are planned; a finite primary interval requires at least 126/128 successful bootstrap fits. Bootstrap seeds are tied to the immutable historical cluster order. When the initial transfer test failed one localized point-bias gate, no threshold was relaxed. Instead, before the next fresh validation, a generic bootstrap-median bias-correction rule was prospectively frozen:

$$F_{bc} = 2F_{raw} - \mathrm{median}(F_{boot})$$

The 95% interval remains the unchanged raw bootstrap percentile interval. Thus, correction of the point estimator and calibration of the uncertainty interval are kept conceptually and computationally separate.

3. Synthetic transfer validation

After the bias-correction rule was frozen, a complete transfer validation was performed on 100 fresh synthetic datasets independent of the earlier attempt. Failed-transfer evidence was not reused. Eleven hard gates were evaluated jointly, covering parent-fit success, finite reporting, overall and stratum-level coverage, median bias, strong-signal wrong-sign behavior, null centering, and the absence of real or confirmatory data access.

Indicator	**Result**	**Gate**
Fresh datasets	100	independent
Parent-fit success	0.990	PASS
Finite report	0.990	PASS
Overall coverage	0.909	PASS
Median signed bias, F_{bc}	+0.009	PASS
Strong-signal wrong-sign	0	PASS
Null median, F_{bc}	+0.027	PASS
Hard gates	11/11	PASS

Table 1. Main results of the fresh synthetic transfer validation.

The validation showed that, after introducing the prospectively defined bias correction, numerical stability, coverage, and sign control could be satisfied simultaneously within the pre-specified acceptance criteria. This PASS does not imply that real globular clusters necessarily exhibit outer flattening. Rather, it establishes that the estimand and its uncertainty mechanism are calibrated at the synthetic-transfer level before any claim-ready real-cluster inference is made.

4. Split-runtime preexecution validation and real-data sample freeze

Before real catalogues were opened for science inference, the historical preprocessing runtime and the transfer-validated numerical runtime were frozen separately. A synthetic Gaia-like CSV was passed through preprocessing to an NPZ handoff and then to the exact fit engine. In the first interface test, only the position-angle roundtrip exceeded the 2×10^{-12} rad gate; the cause was synthetic RA/Dec serialization at 0.15g precision. The gate was not changed. Only the test-harness serialization was increased to 0.17g. In a fresh revalidation, the PA roundtrip error was 1.36×10^{-12} rad and all 128/128 bootstrap fits succeeded. The science model, operator, runtime, seed rule, and thresholds were unchanged.

Real-row feasibility was assessed for catalogues of 49 clusters. Thirty-eight objects passed the pre-specified count-based feasibility criterion and were frozen as the final science sample, while 11 were declared ineligible before any science-fit outcome was examined. Freezing the sample at this stage prevents outcome-dependent changes in sample composition and preserves the prospective interpretation of the subsequent execution.

During final execution, each cluster is treated as a separate one-shot consumption unit. A STARTED marker is written before any real star rows are opened; an interrupted run is not retried automatically, a completed cluster is never recomputed, and a technical failure is preserved as a terminal state. Cluster

substitution, sample pruning, and optimizer or threshold tuning are prohibited. In addition, decisions based on F_sigma, confidence intervals, or rankings are deferred until all 38 clusters have terminal results. For that reason, no individual real-cluster science result is reported in this conference thesis.

5. Discussion and conclusions

Outer velocity-dispersion flattening can be associated with several physical or observational mechanisms, including tidal heating, potential escapers, anisotropy, unresolved contamination, and astrometric systematics. The present pipeline does not automatically distinguish among these mechanisms. Its purpose is to sharpen the primary statistical question: does the outer dispersion scale differ from the mid-radius scale, and can that difference be quantified with calibrated uncertainty under a predeclared analysis contract? Only in the subsequent population-level stage will F_{σ}/F_{bc} estimates be related to orbital properties, relaxation state, and tidal environment.

The principal methodological result is therefore the construction of an outcome-independent, transfer-validated, and frozen real-execution architecture for 38 Galactic globular clusters. The fresh synthetic validation passed 11/11 hard gates, with overall coverage 0.909 and zero strong-signal wrong-sign cases; the split-runtime preexecution test completed 128/128 bootstrap fits without relaxing the original tolerances. This framework illustrates how, in the era of large astrometric surveys, a scientific conclusion can be accompanied not only by a model result but also by an auditable computational history. Cluster-level flattening and its population-level physical correlates will be assessed in claim-ready form only after complete 38/38 terminal aggregation and the associated technical-quality adjudication.

References

1. Vasiliev E., Baumgardt H. Gaia EDR3 view on Galactic globular clusters // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. - 2021. - Vol. 505. - P. 5978-6002.

2. Baumgardt H., Hilker M. A catalogue of masses, structural parameters, and velocity dispersion profiles of 112 Milky Way globular clusters // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. - 2018. - Vol. 478. - P. 1520-1557.

3. Watkins L.L., van der Marel R.P., Bellini A., Anderson J. Hubble Space Telescope Proper Motion (HSTPROMO) catalogs of Galactic globular clusters. II. Kinematic profiles and maps // The Astrophysical Journal. - 2015. - Vol. 803. - 29.

4. Gaia Collaboration et al. Gaia Data Release 2: Kinematics of globular clusters and dwarf galaxies around the Milky Way // Astronomy & Astrophysics. - 2018. - Vol. 616. - A12.

5. Binney J., Tremaine S. Galactic Dynamics. 2nd ed. - Princeton: Princeton University Press, 2008.

6. Spitzer L. Dynamical Evolution of Globular Clusters. - Princeton: Princeton University Press, 1987.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОБРАЗОВАНИЯ ОСАДКА НА ВНЕШНИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ТУПИКОВЫХ ПОЛОВОЛОКОННЫХ ФИЛЬТРОВ

Сайдуллаев Усмонали[1], Жураев Нурали Жумабой угли[2]

[1]Кафедра теоретической физики и квантовой электроники, Институт инженерной физики, Самаркандский государственный университет, ул. Университетская, 15, Самарканд 140100, Узбекистан.
[2]Академический лицей №2 Самаркандского государственного университета имени Шарофа Рашидова, массив Сартепо, ул. Туркистон, дом 3, г. Самарканд, 140000, Узбекистан.

Аннотация. Методом конечных разностей проведено численное исследование процесса фильтрования суспензии через внешнюю поверхность тупиковых половолоконных фильтрующих элементов с учетом интенсификации осаждения твердых частиц, обусловленной проницаемостью мембран. Проанализировано влияние основных параметров процесса на характеристики фильтрования и установлены закономерности их изменения при различных условиях протекания процесса.

Ключевые слова: суспензия, фильтрование, половолоконная мембрана, тупиковый фильтр, проницаемость мембраны, осаждение частиц, скорость осаждения, трансмембранное давление, математическое моделирование, метод конечных разностей.

Рассмотрим мембранные аппараты с половолоконными мембранными элементами, в которых исходная суспензия подводится к внешней поверхности полых волокон. Будем считать плотность и динамическую вязкость суспензии неизменными в процессе фильтрования. Постоянная разность трансмембранного давления, выступающая главной движущей силой разделения, обеспечивается за счет поддержания вакуума (разрежения) на внутренней стороне волокон.

Предположим, что пористая половолоконная мембрана обладает абсолютной селективностью по отношению к взвешенным твердым частицам, то есть частицы полностью задерживаются мембранным материалом и не проникают в ее внутренние каналы. Диффузионным переносом частиц за пределами области действия поверхностных сил пренебрегаем. Кроме того, вследствие локальной гидродинамической неустойчивости и возникновения вихревых структур в межволоконном пространстве принимается допущение об идеальном перемешивании суспензии в направлении, перпендикулярном основному потоку жидкости.

В [1–3] рассмотрена динамика изменения скорости осаждения дисперсных частиц при фильтровании суспензии с учетом временной зависимости параметров процесса. Для описания такой нестационарности авторами предложен обобщенный подход к осреднению переменных

параметров, позволяющий учитывать их изменение во времени при математическом моделировании процесса фильтрования.

Уравнение скорости осаждения частиц в данной работе отличи от [1] записываем виде

$$\frac{\partial \Gamma}{\partial t} = \left(\beta + k_3 V_p\right)c - \alpha\Gamma\,, \tag{1}$$

где Γ -удельная масса осадка на 1 м^2 наружной поверхности мембраны; c - концентрация взвешенных частиц; α и β -константы, называющиеся коэффициентами пептизации и адсорбции; k_3 - константа, t - время; z - координата;$V_p = p/\mu\left(R_m + r_c\Gamma\right)$, p - трансмембранное давление; μ - динамическая вязкость жидкости; $R_m = p/(\mu V_0)$ - сопротивление чистой мембраны; r_c - удельное сопротивление осадка. V_0 - начальная скорость пермеата. Составляющее $k_3 V_p c$ в (1) добавляемое нами здесь, описывает увеличение скорости осаждения, вызванное проницаемости мембран [3-5].

Закон сохранения массы частиц в дифференциальной форме имеет следующий вид

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial (cw)}{\partial z} = -s\frac{\partial \Gamma}{\partial t}\,, \tag{2}$$

$s = s_m/(sd)$ - отношение внешней поверхности мембран к объему фильтра, занятый суспензией; s_m - суммарная площадь наружной поверхности мембран; s - суммарная площадь поперечного сечения межволоконного пространства; d - общая глубина фильтра. w - скорость жидкости, усредненная по поперечному сечению всех межволоконных каналов на расстоянии z от входа в фильтр.

Уравнение неразрывности в интегральной форме [6] записываем в виде

$$w = w_0 - \int_0^z sV_p\,dz\,, \tag{3}$$

где w_0 - постоянная скорость подачи суспензии в фильтр.

Концентрация суспензии на входе в фильтр первоначально фильтр был чистым,

$$c = 0,\ \Gamma = 0 \quad \text{при} \quad t = 0,\ z > 0 \tag{4}$$

$$c = c_0 \quad \text{при} \quad z = 0,\quad t > 0 \tag{5}$$

Задача (1)-(5) приводится к сложному нелинейному интегро-дифференциальному уравнению для Γ

$$\frac{\partial^2\Gamma}{\partial t^2} + (\alpha + s\beta)\frac{\partial\Gamma}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z}\left[\left(\frac{\partial\Gamma}{\partial t} + \alpha\Gamma\right)\times\left(w_0 - \int_0^z \frac{sV_0}{1+\chi_1\Gamma}\right)\right] = s\frac{k_3V_0}{1+\chi_1\Gamma}\frac{\partial\Gamma}{\partial t} + \tag{6}$$

$$\left(\frac{\partial\Gamma}{\partial t} + \alpha\Gamma\right)\times\left(\beta + \frac{k_3}{1+\chi_1\Gamma}\right)\left[\left(w_0 - \int_0^z \frac{sV_0}{1+\chi_1\Gamma}\right)\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{V_0}{1+\chi_1\Gamma}\right) - \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{V_0}{1+\chi_1\Gamma}\right)\right]$$

с начальными и граничными условиями

$$c = 0,\ \Gamma = 0 \quad \text{при} \quad t = 0,\ z > 0 \tag{7}$$

$$\Gamma = \Gamma_0 \ \text{при} \quad z = 0,\quad t > 0\,, \tag{8}$$

где Γ_0 определяется путем интегрирования уравнения (1)

$$\frac{\partial \Gamma_0}{\partial t} + \alpha \Gamma_0 = \left(\beta + k_3 \frac{V_0}{1 + \chi_1 \Gamma} \right) c_0$$

с $\Gamma_0 = 0$ при $t = 0$.

Вводя безразмерные переменные

$$\gamma = \frac{s}{c_0}\Gamma,\ \tau = s\beta\, t,\ Z = \frac{z}{d},\ N_\beta = \frac{s\beta d}{w_0},\ N_\chi = \frac{\chi_1 c_0}{s},\ N_\alpha = \frac{\alpha}{s\beta}, N_3 = \frac{k_3 V_0}{\beta},$$

$$\xi = \frac{sV_0 d}{w_0}.$$

Задачу (6)-(8) запишем в виде

$$\frac{\partial^2 \gamma}{\partial \tau^2} + (1 + N_\alpha)\frac{\partial \gamma}{\partial \tau} + \frac{1}{N_\beta}\frac{\partial}{\partial Z}\left(\left(\frac{\partial \gamma}{\partial \tau} + N_\alpha \gamma \right) \times \left(1 - \xi \int_0^Z \frac{dZ}{1 + N_\chi \gamma} \right) \right) =$$

$$= N_3 \frac{dZ}{1 + N_\chi \gamma}\frac{\partial \gamma}{\partial \tau} + N_3 \left(\frac{\partial \gamma}{\partial \tau} + N_\alpha \gamma \right) \frac{1}{1 + \dfrac{N_3}{1 + N_\chi \gamma}} \times \tag{9}$$

$$\times \left[\left(1 - \xi \int_0^Z \frac{dZ}{1 + N_\chi \gamma} \right) \frac{\partial}{\partial Z}\left(\frac{1}{1 + N_\chi \gamma} \right) + N_\beta \frac{\partial}{\partial \tau}\left(\frac{1}{1 + N_\chi \gamma} \right) \right]$$

$$\gamma = 0,\ \frac{\partial \gamma}{\partial t} = 0 \ \text{при},\quad \tau = 0, Z > 0\,, \tag{10}$$

$$\gamma = \gamma_0 \ \text{при} \quad Z = 0,\ \tau > 0\,. \tag{11}$$

Функция γ_0 находится путем решения нелинейного уравнения

$$N_\alpha \gamma^2 + \frac{2N_3}{N_\chi}\ln(1 + N_\chi \gamma) = N_\alpha \tau\,, \tag{12}$$

с начальным условием $\gamma_0 = 0$ при $\tau = 0$.

Введя новую функцию $v = \int_0^Z \frac{dZ}{1 + N_\chi \gamma}$ - скорость потока пермеата из объема фильтра между входной плоскостью фильтра и плоскостью с координатой Z, из (9) получим

$$-2N_\beta\left(\frac{\partial^2 v}{\partial Z\partial\tau}\right)^2+N_\beta\frac{\partial v}{\partial Z}\frac{\partial^3 v}{\partial Z\partial\tau^2}+N_\beta(1+N_\alpha)\frac{\partial v}{\partial Z}\frac{\partial^2 v}{\partial Z\partial\tau}-2(1-\xi v)\frac{\partial^2 v}{\partial Z^2}\frac{\partial^2 v}{\partial Z\partial\tau}+$$

$$+(1-\xi v)\frac{\partial v}{\partial Z}\frac{\partial^3 v}{\partial Z^2\partial\tau}+N_\alpha(1-\xi v)\frac{\partial v}{\partial Z}\frac{\partial^2 v}{\partial Z^2}-\xi\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\right)^2\frac{\partial^2 v}{\partial Z\partial\tau}+N_\alpha\xi\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\right)^3-$$

$$-N_\alpha\xi\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\right)^4+N_3N_\beta\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\right)^2\frac{\partial^2 v}{\partial Z\partial\tau}-\frac{N_3}{1+N_3\dfrac{\partial v}{\partial Z}}\times$$

$$\times\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\frac{\partial^2 v}{\partial Z\partial\tau}-N_\alpha\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\right)^2+N_\alpha\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\right)^3\right)\left(N_\beta\frac{\partial^2 v}{\partial Z\partial\tau}+(1-\xi v)\frac{\partial^2 v}{\partial Z^2}\right)=0, \qquad (13)$$

Начальные и граничное условия относительно новой переменной имеет вид

$$v(0,Z)=Z,\quad \frac{\partial v(0,Z)}{\partial\tau}=0,\ \frac{\partial v(\tau,0)}{\partial Z}=\frac{1}{1+N_\chi\gamma_0},\ v(\tau,1)=0. \quad (14)$$

Вводя обозначение $u=\dfrac{\partial v}{\partial\tau}$ переходим к уравнению

$$-2N_\beta\left(\frac{\partial u}{\partial Z}\right)^2+N_\beta\frac{\partial v}{\partial Z}\frac{\partial^2 u}{\partial Z\partial\tau}+N_\beta(1+N_\alpha)\frac{\partial v}{\partial Z}\frac{\partial u}{\partial Z}-2(1-\xi v)\frac{\partial^2 v}{\partial Z^2}\frac{\partial u}{\partial Z}+$$

$$(1-\xi v)\frac{\partial v}{\partial Z}\frac{\partial^2 u}{\partial Z^2}+N_\alpha(1-\xi v)\frac{\partial v}{\partial Z}\frac{\partial^2 v}{\partial Z^2}-\xi\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\right)^2\frac{\partial u}{\partial Z}+N_\alpha\xi\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\right)^3-$$

$$-N_\alpha\xi\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\right)^4+N_3N_\beta\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\right)^2\frac{\partial u}{\partial Z}-\frac{N_3}{1+N_3\dfrac{\partial v}{\partial Z}}\times \qquad (15)$$

$$\times\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\frac{\partial u}{\partial Z}-N_\alpha\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\right)^2+N_\alpha\left(\frac{\partial v}{\partial Z}\right)^3\right)\left(N_\beta\frac{\partial u}{\partial Z}+(1-\xi v)\frac{\partial^2 v}{\partial Z^2}\right)=0,$$

$$v(0,Z)=Z,\ u(0,Z)=0\ \ \frac{\partial v(\tau,0)}{\partial Z}=\frac{1}{1+N_\chi\gamma_0},\ v(\tau,1)=0. \qquad (16)$$

Для численного решения задачи (15)–(16) использован конечно-разностный подход. На каждом временном шаге исходная математическая модель сводится к системе нелинейных разностных уравнений, которая решается с применением итерационной процедуры Ньютона. В качестве начального приближения используются значения, полученные на предшествующем временном слое, что обеспечивает их близость к искомому решению и способствует устойчивой сходимости итерационного процесса. Результаты численного эксперимента свидетельствуют об

ускорении накопления твердых частиц на поверхности фильтра при использовании предложенного закона кинетики осаждения (1).

Список использованной литературы:

1. Polyakov Yu.S. Phenomenological theory of depth membrane filtration // Chem. Eng. Sci. 2007. V. 62, P.185
2. Polyakov Yu.S., Dil’man V.V. Approximate method for nonlinear differential and integrodifferential equations // AIChE J. 2006. V. 52. № 11. PP. 3813–3824.
3. Хужаёров Б.Х., Сайдуллаев У.Ж., Махмудов Ж.М.Математическое моделирование скорости прироста массы осадка на внешних поверхностях тупиковых половолоконных фильтров.//Узбекский журнал «Проблемы механики», 2011, № 3-4,С. 34-37
4. Хужаёров Б.Х., Сайдуллаев У.Ж., Махмудов Ж.М. Численное решение задачи фильтрации двухкомпонентных суспензии в пористой среде//Узбекский журнал «Проблемы механики», 2016, № 3, С. 110-113
5. Zeman L.J., Zydney A.L. Microfiltration and Ultrafiltration: Principles and Applications. N.Y.: Marcel Dekker, 1996.
6. Tien C. Granular filtration of aerosols and hydrosols. Boston: Butterworths, 1989.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРОВАНИЯ СУСПЕНЗИЙ В ПЛОСКОМ ФИЛЬТРЕ ПРИ ПУЛЬСАЦИОННОМ РЕЖИМЕ ДАВЛЕНИЯ

Сайдуллаев Усмонали[1], Жураев Нурали Жумабой угли[2]

[1]Кафедра теоретической физики и квантовой электроники, Институт инженерной физики, Самаркандский государственный университет, ул. Университетская, 15, Самарканд 140100, Узбекистан.

[2]Академический лицей №2 Самаркандского государственного университета имени Шарофа Рашидова, массив Сартепо, ул. Туркистон, дом 3, г. Самарканд, 140000, Узбекистан.

Аннотация. В работе сформулирована и численно исследована математическая модель процесса фильтрования суспензии через плоский фильтр в условиях пульсационных изменений давления. В модели учитывается влияние периодически изменяющегося давления на консолидацию и формирование осадочного слоя, а также динамику его толщины. Для численного решения поставленной задачи применен конечно-разностный метод с использованием итерационной процедуры Ньютона на каждом временном слое. Проведен анализ изменения гидродинамического давления и толщины осадочного слоя во времени. Численные результаты показывают периодический характер изменения давления и соответствующую динамику формирования осадка. Установлено, что основные характеристики процесса фильтрования зависят от амплитуды и частоты пульсационных колебаний давления.

Предложенный численный алгоритм позволяет исследовать различные режимы фильтрования и оценивать влияние параметров пульсационного воздействия на формирование и рост осадочного слоя.

Ключевые слова: фильтрование суспензии, плоский фильтр, пульсационные колебания давления, гидродинамическое давление, осадочный слой, консолидация осадка, сжимаемость осадка, толщина осадка, математическое моделирование, конечно-разностный метод, численное моделирование.

Рассмотрим одномерную математическую постановку задачи фильтрования, основанную на уравнении консолидации осадочного слоя и учитывающую влияние пульсационных изменений давления на его сжимаемость.

Исследуемый процесс реализуется в плоском фильтрующем элементе, на начальной поверхности которого находится исходный фильтрующий слой, непосредственно контактирующий с поступающей суспензией. Под действием перепада давления, изменяющегося во времени по периодическому закону, начинается разделение жидкой и твердой фаз суспензии. По мере протекания фильтрационного процесса происходит постепенное накопление задерживаемых частиц и, как следствие, увеличение толщины осадочного слоя $h(t)$.

Для описания пространственного распределения параметров введем координату z, направленную противоположно направлению движения суспензии. При таких обозначениях математическая модель процесса фильтрования, сформулированная относительно гидродинамического давления, имеет следующий вид [1–3]:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial p_1}{\partial t} + b\,\frac{\partial^2 p}{\partial z^2}, \tag{1}$$

$$p(z,0) = p_0\ , \tag{2}$$

$$p(0,t) = p_2\ ,\ p[h(t),t] = p_1,\ t > 0\,, \tag{3}$$

Для учета динамического формирования и последующего увеличения толщины осадочного слоя в математическую модель вводится уравнение движения границы раздела между осадком и суспензией.

$$\left(\frac{1}{\mu r}\cdot\frac{\partial p}{\partial z}\right)_{z=h(t)} = \frac{1}{u_0}\frac{dh}{dt}. \tag{4}$$

Здесь p отвечает за поровое давление, p_0 обозначает исходное давление жидкости в начальный момент времени, а граничные значения давления на входе в осадок и на выходе из фильтровальной среды (включающей сформированный осадок и подложку) задаются периодическими зависимостями $p_1 = p_1^0 + p_1^0 \sin \chi t$ и $p_2 = p_2^0 + p_2^0 \sin \chi t$ соответственно; μ - вязкость жидкости; r - удельное сопротивление осадка; u_0 - коэффициент

наружного отложения осадка; $b = \dfrac{G}{\mu \cdot r}$, представляет собой коэффициент консолидации, определяющий отклик сжимаемого слоя осадка на внешнее гидродинамическое воздействие (где G -модуль сжимаемости осадка);

С целью упрощения исходной математической модели введем вспомогательную переменную $\phi = \int_{p_1}^{p} \dfrac{d\xi}{b} = \dfrac{1}{b}(p - p_1)$ откуда следует выражение для порового давления $p = b\phi + p_1$. С учетом данного преобразования уравнение (1) записывается как:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = b \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} \ . \tag{5}$$

После преобразования условий (2) - (4) приходим к виду

$$\phi(z,0) = \phi_0 = \frac{1}{b}(p_0 - p_1), \tag{6}$$

$$\phi(0,t) = \phi_2 = \frac{1}{b}(p_2 - p_1),\ \phi[h(t),t] = \phi_1 = 0,\ t > 0, \tag{7}$$

$$\left(\frac{b}{\mu r} \cdot \frac{\partial \phi}{\partial z} \right)_{z=h(t)} = \frac{1}{u_0} \frac{dh}{dt} \ . \tag{8}$$

Чтобы реализовать численный алгоритм решения краевой задачи (5)–(8), применим неравномерную пространственную сетку [4,5]. Положение новых узлов разностной сетки выбирается таким образом, чтобы текущая межфазная граница «осадок–суспензия» совпадала с одним из узловых точек. Расчетную область $\Omega = \{0 \le t \le T,\ 0 \le z \le h(t)\}$ дискретизируем по следующей схеме: $z_i = i \cdot h_i,\ \ i = \overline{1, N}$, и $t_j = j \cdot \tau,\ \ j = \overline{1, N}$, где h_i обозначает пространственный шаг вдоль оси z, τ – временной шаг, а N – число разбиений на интервале $[0, T]$. При этом параметр h_m характеризует величину смещения межфазной границы «осадок–суспензия» за промежуток времени $[t_{j-1}, t_j]$ ($j = \overline{1, N}$).

Аппроксимация задачи (5) - (8) приводит к следующей разностной схеме:

$$\frac{\phi_i^{\,j} - \phi_i^{\,j-1}}{\tau_{j+1}} = \frac{2 \cdot b}{h_{i+1} + h_i} \cdot \left(\frac{\phi_{i+1}^{\,j} - \phi_i^{\,j}}{h_{i+1}} - \frac{\phi_i^{\,j} - \phi_{i-1}^{\,j}}{h_i} \right),\ \ i = \overline{1, m},\ \ j = \overline{1, N} \ . \tag{9}$$

После конечно-разностной аппроксимации начального и граничных условий (6) - (7) получаем:

$$\phi_i^{\,o} = \phi_0 \ , \tag{10}$$

$$\phi_0^{\,j} = \phi_2 \ ,\ \phi_m^{\,j} = 0 \ . \tag{11}$$

Для аппроксимации условия (8) используем простейшее разностное соотношение

$$\frac{\phi_i^{j+1} - \phi_i^j}{h_i} = \frac{\mu \cdot r}{bu_0} \frac{h_i}{\tau_{j+1}}, \; i = m. \tag{12}$$

Разностная задача (9) - (12) аппроксимирует дифференциальную задачу (5) - (8) с точностью $O(\tau + f^2)$. Численные результаты решения задачи (9) - (12) получены при следующих значениях параметров: $p_1 = 0{,}400$ МПа, $p_2 = 0{,}100$ МПа, $b = 5{,}52 \cdot 10^{-4}$ м^{2}с$^{-1}$, $r = 1{,}52 \cdot 10^{13}$ м$^{-2}$, $\mu = 10^{-3}$ Па $\cdot$ с, $u_0 = 0{,}087$, $\chi = \pi$.

По результатам проведенного численного моделирования получены зависимости гидродинамического давления от времени (рис. 1), а также изменения толщины осадочного слоя во времени (рис. 2). Анализ результатов, представленных на рис. 1, показывает, что в процессе фильтрования давление изменяется периодически, причем характер его изменения определяется заданным режимом пульсационных воздействий.

Аналогичный периодический характер наблюдается и для динамики толщины осадочного слоя, представленной на рис. 2. Следовательно, основные характеристики процесса фильтрования существенно зависят от амплитуды и частоты пульсационных изменений давления. Предложенный численный алгоритм позволяет исследовать различные режимы фильтрования при широком диапазоне значений амплитуды и частоты колебаний давления, а также оценивать их влияние на формирование и рост осадочного слоя.

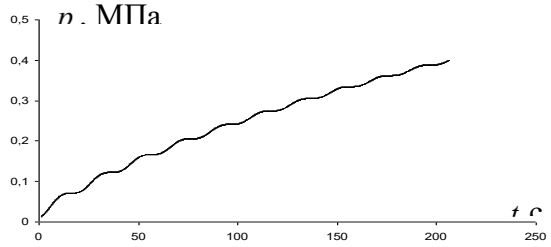


Рис 1. Изменение давления в период

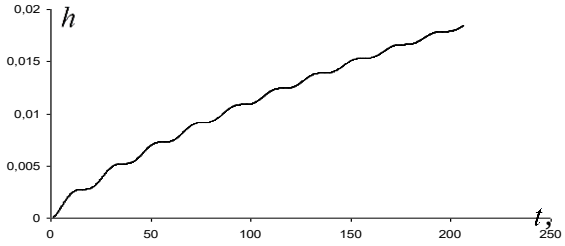


Рис 2. Изменение толщины

Список использованной литературы:

1. Федоткин И.М. Математическое моделирование технологических процессов. Киев: Вища шк., Головные изд-во. 1988.-415с.

2. Хужаёров Б.Х., Сайдуллаев У.Ж.Фильтрование суспензий с учетом конвективного переноса частиц.//Узбекский журнал «Проблемы механики», 2013, № 2, С. 89-93

3. Хужаёров Б.Х., Сайдуллаев У.Ж.Фильтрование суспензий с учетом конвективного переноса частиц при пульсационных колебаний давления.//Узбекский журнал «Проблемы механики», 2014, № 2, С. 61-65

4. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. –М.: Едиториал УРСС, 2003-784 с.

5. Н.А. Окулов. Об одном численном методе решения одномерных задач типа Стефана. // Вычислительные методы и программирование. 2011. Т.12. – С.238 – 246.

ASTRONOMIK KUZATUVLARNI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR YORDAMIDA TASHKIL ETISH USULLARI

Tillaboyev Azlarxon Magbarxonovich
p.f.f.d.(PhD), dotsent, Chirchiq davlat pedagogika universiteti
Jumageldiyeva Munira Aliakbar qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti magistranti

Annotatsiya: Mazkur maqolada astronomik kuzatuvlarni raqamli texnologiyalar yordamida tashkil etish usullari ilmiy-metodik jihatdan tahlil qilindi. Elektron teleskoplar, mobil astronomik ilovalar, planetariy dasturlari, onlayn observatoriyalar hamda sun‘iy intellektga asoslangan tasvir tahlili vositalarining o‘quvchilar tomonidan osmon jismlarini kuzatishni tashkil etishdagi imkoniyatlari ko‘rib chiqildi. Har bir vositaning pedagogik vazifasi, qo‘llanilish bosqichi va zarur jihozlari aniqlandi hamda ta’lim jarayoniga tatbiq etish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

Kalit so‘zlar: astronomik kuzatuv, raqamli texnologiyalar, elektron teleskop, planetariy dasturi, mobil astronomik ilova, onlayn observatoriya, masofaviy kuzatuv, sun‘iy intellekt, astrofotografiya, STEM ta’limi.

Kirish. Astronomiya fanining nazariy asoslarini chuqur o‘zlashtirish uchun bevosita kuzatuv faoliyati muhim pedagogik ahamiyat kasb etadi. Biroq an‘anaviy teleskopik kuzatuv ob-havo sharoiti, yorug‘lik ifloslanishi, jihozlar tanqisligi va vaqt cheklovlari kabi bir qator omillar bilan murakkablashadi. Raqamli texnologiyalarning rivojlanishi astronomik kuzatuvni tashkil etishning yangi shakllarini – elektron teleskoplar, masofaviy boshqariladigan observatoriyalar, mobil ilovalar va sun‘iy intellektga asoslangan tasvir qayta ishlash tizimlarini – ta’lim amaliyotiga olib kirdi.

Ushbu vositalar o‘quvchilarga istalgan joy va vaqtdan, hatto kunduzi yoki bulutli havoda ham osmon jismlarini "kuzatish" imkonini beradi, bu esa astronomiya ta’limining doimiyligi va ommabopligini sezilarli darajada oshiradi. Shu sababli astronomik kuzatuvlarni raqamli texnologiyalar asosida tashkil etish usullarini ilmiy-metodik jihatdan o‘rganish zamonaviy ta’lim metodikasining dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi.

Mazkur maqolaning maqsadi astronomik kuzatuvlarni raqamli texnologiyalar yordamida tashkil etishning asosiy usullarini tahlil qilish, ularning pedagogik imkoniyatlarini aniqlash hamda ta’lim jarayoniga tatbiq etish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqishdan iboratdir.

Olingan natijalar, tahlillar, taklif va tavsiyalar

Astronomik kuzatuvlarni raqamli texnologiyalar yordamida tashkil etish bir necha o‘zaro bog‘liq usullar orqali amalga oshiriladi. Har bir usul o‘ziga xos texnik vositani, qo‘llanilish bosqichini va pedagogik vazifani o‘z ichiga oladi.



1-rasm. Elektron (smart) teleskop orqali kuzatuv



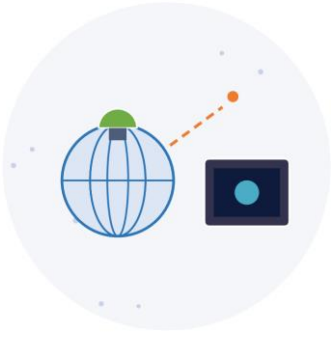
2-rasm. Mobil astronomik ilova (AR rejimi)

Elektron teleskoplar va avtomatlashtirilgan kuzatuv tizimlari. So‘nggi yillarda paydo bo‘lgan "aqlli" (smart) teleskoplar Wi-Fi orqali smartfon yoki planshetga ulanadi, osmon jismini avtomatik topadi va uning tasvirini real vaqtda ekranga uzatadi. Bunday tizimlar murakkab optik sozlashlarni talab qilmagani sababli, o‘quvchilar texnik tayyorgarlikdan qat‘i nazar, kuzatuv jarayonida faol ishtirok etishlari mumkin.

Mobil astronomik ilovalar. Smartfon kamerasi va giroskop sensorlaridan foydalanadigan ilovalar osmonga qaratilganda ekranda jism nomini va joylashuvini kengaytirilgan reallik (AR) rejimida ko‘rsatib beradi. Bu usul dastlabki bosqichda o‘quvchilarni yulduz turkumlari va sayyoralar bilan tanishtirishning eng oddiy va ommabop yo‘li hisoblanadi.



3-rasm. Planetariy dasturi (kuzatuvga tayyorgarlik)



4-rasm. Onlayn observatoriyaga masofaviy ulanish

Planetariy va simulyatsiya dasturlari. Bunday dasturlar real kuzatuvni to‘liq almashtirmasa-da, kuzatuvga tayyorgarlik bosqichida – qaysi jism qachon va qayerda kuzatish uchun qulay ekanligini aniqlashda – muhim yordamchi vosita vazifasini o‘taydi. Bunday dasturlar orqali o‘quvchilar virtual "kuzatuv rejasi" tuzishni o‘rganadilar.

Masofaviy boshqariladigan onlayn observatoriyalar. Dunyoning turli nuqtalarida joylashgan professional observatoriyalarga internet orqali ulanish imkonini beruvchi platformalar orqali o‘quvchilar real teleskoplardan foydalangan holda, hatto o‘z hududida ko‘rinmaydigan janubiy yoki shimoliy osmon jismlarini kuzatishlari mumkin. Bu usul geografik va iqlimiy cheklovlarni bartaraf etishning samarali yo‘li hisoblanadi.



5-rasm. Sun‘iy intellekt yordamida astronomik tasvirni avtomatik tahlil qilish

Sun‘iy intellektga asoslangan tasvir tanish tizimlari. Zamonaviy AI algoritmlari yuklangan astronomik tasvirni avtomatik tahlil qilib, undagi jismlarni aniqlash va tasniflash imkonini beradi. Bunday tizimlarni ta’lim jarayoniga jalb etish o‘quvchilarni ilmiy tadqiqot metodologiyasi bilan, jumladan fuqarolik fani (citizen science) loyihalari bilan tanishtirishga xizmat qiladi.

Jadval. Raqamli kuzatuv vositalarining qiyosiy tavsifi

Vosita	Asosiy vazifasi	Qo‘llanilish bosqichi	Zarur jihoz
Elektron (smart) teleskop	Osmon jismini avtomatik topish va tasvirini uzatish	Bevosita kuzatuv	Smart teleskop, smartfon
Mobil astronomik ilova	Osmon xaritasini AR rejimida ko‘rsatish	Dastlabki tanishtirish	Smartfon
Planetariy dasturi	Kuzatuvga tayyorgarlik, jism holatini hisoblash	Tayyorgarlik	Kompyuter, planshet
Onlayn observatoriya	Professional teleskopga masofadan ulanish	Bevosita kuzatuv	Internet, brauzer
AI tasvir tahlili	Astronomik tasvirni avtomatik tanish va tasniflash	Tadqiqotchilik	Kompyuter, AI dastur

Xulosa: Sanab o‘tilgan usullarning har biri o‘ziga xos pedagogik vazifani bajaradi: mobil ilovalar – dastlabki tanishtirish, planetariy dasturlari –

tayyorgarlik, elektron teleskoplar va onlayn observatoriyalar – bevosita kuzatuv, astrofotografiya va AI tahlili esa – ilmiy-tadqiqotchilik faoliyatini shakllantirish bosqichlarida qo‘llaniladi.

Tahlillar natijasida yana bir muhim jihat ma‘lum bo‘ldiki, raqamli ta’lim vositalari nafaqat bilim uzatish vositasi, balki o‘quvchilarning tanqidiy fikrlashi, ma‘lumotlarni tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish ko‘nikmalarini rivojlantiruvchi pedagogik omil sifatida ham xizmat qiladi. Ayniqsa, sun‘iy intellektga asoslangan tizimlar har bir o‘quvchining individual ehtiyojlarini hisobga olgan holda ta’lim traektoriyasini shakllantirish imkonini beradi.

Shu bilan birga, xorijiy va mahalliy tajribani tahlil qilish jarayonida bir qator cheklovlar ham aniqlandi: raqamli infratuzilmaning notekis rivojlanganligi, o‘qituvchilarning raqamli vositalardan foydalanish bo‘yicha metodik tayyorgarligining yetarli emasligi hamda ba’zi hududlarda internet resurslariga cheklangan kirish imkoniyati. Ushbu omillar raqamli kuzatuv vositalarini joriy etishda bosqichma-bosqich va mintaqaviy xususiyatlarni hisobga olgan holda yondashuvni talab etadi.

Astronomik kuzatuvlarni raqamli texnologiyalar yordamida tashkil etish o‘quvchilarda astronomik bilim, kuzatuvchanlik va tadqiqotchilik ko‘nikmalarini shakllantirishning samarali yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Bunday usullar an’anaviy kuzatuvni to‘liq almashtirmaydi, balki uni texnik va geografik cheklovlardan xoli holda kengaytiradi hamda ommabop qiladi.

Tadqiqot natijalaridan kelib chiqib quyidagi takliflar ishlab chiqildi:

1. Ta’lim muassasalarida elektron teleskoplar va boshqa raqamli kuzatuv vositalaridan foydalanishni bosqichma-bosqich joriy etish.

2. O‘quvchilarni masofaviy boshqariladigan onlayn observatoriyalar bilan ishlashga o‘rgatish maqsadida amaliy mashg‘ulotlar tashkil etish.

3. Kuzatuvga tayyorgarlik bosqichida planetariy dasturlaridan foydalanishni majburiy amaliyot sifatida joriy etish.

4. Astrofotografiya asoslarini o‘quv dasturiga qo‘shimcha mavzu sifatida kiritish.

5. O‘quvchilarni xalqaro fuqarolik fani (citizen science) loyihalariga jalb etish orqali ularda haqiqiy ilmiy tadqiqotchilik tajribasini shakllantirish.

Umuman olganda, astronomik kuzatuvlarni raqamli texnologiyalar asosida tashkil etish astronomiya ta’limining sifat va samaradorligini oshirishning muhim omili bo‘lib, an’anaviy va zamonaviy kuzatuv usullarining uyg‘unlashuvi kelajakda astronomiya ta’limi metodikasining ustuvor yo‘nalishlaridan biriga aylanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Vorontsov-Velyaminov B.A. Astronomiya asoslari. – Moskva: Prosvesheniye, 2018. – 256 b.

2. Toshpulatov Y., Axmedov Q. Astronomiyani o‘qitish metodikasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2021. – 184 b.

3. Ishmuhamedov R., Yo‘ldoshev M. Ta’lim va tarbiyada innovatsion pedagogik texnologiyalar. – Toshkent: Nihol, 2016. – 279 b.

4. Azizxo‘jayeva N.N. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. – Toshkent: TDPU, 2018. – 192 b.

5. Sayfullayev A., Xudoyberdiyev O. Astronomiyani o‘qitishda kuzatish metodlarining ahamiyati // Fizika, matematika va informatika. – Toshkent, 2021. – №4. – B. 45–49.

6. Nazarov E., Rahmonov B. Astronomiya ta’limida ko‘rgazmali metodlardan foydalanish samaradorligi // Zamonaviy ta’lim. – Toshkent, 2022. – №6. – B. 52–57.

7. Bailey J.M., Slater T.F. A Review of Astronomy Education Research // Astronomy Education Review. – 2014. – Vol. 2, №2. – P. 20–45.

8. Fienberg R.T., Arion D.N. Amateur and Robotic Telescopes in Astronomy Education // Journal of Astronomy & Earth Sciences Education. – 2017. – Vol. 4, №2. – P. 87–101.

9. Gomez E.L., Fitzgerald M.T. Robotic Telescopes in Education // Astronomical Review. – 2017. – Vol. 13, №1. – P. 28–66.

10. Klopfer E., Sheldon J. Augmented and Virtual Reality in Astronomy Education: A Review // Physics Education. – 2021. – Vol. 56, №3. – P. 1–12.

11. Bell E., Summers F. NASA‘s Eyes: Interactive Visualization Tools for Astronomy Education // Journal of Astronomy & Earth Sciences Education. – 2019. – Vol. 6, №2. – P. 33–48.

12. Raddick M.J. et al. Citizen Science: Status and Research Directions for the Coming Decade // Astronomy Education Review. – 2010. – Vol. 9, №1. – 26 p.

13. Freitas D., Rodrigues M., Costa R. The Effectiveness of Planetarium-based Teaching in Astronomy Education // International Journal of Science Education. – 2020. – Vol. 42, №11. – P. 1765 – 1784.

14. Wang L., Chen H. Digital Planetarium Network for Rural Science Education in China // International Journal of Science Education. – 2023. – Vol. 45, №4. – P. 601– 619.

15. UNESCO. Education for Sustainable Development and Science Literacy Report. – Paris: UNESCO Publishing, 2022. – 214 p.

16. Mavlonova R., Rahmonqulova N. Pedagogika nazariyasi va tarixi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2020. – 368 b.

PHYSICAL PROPERTIES AND SCALING RELATIONS OF GALAXIES IN THE A3556 GALAXY CLUSTER

Otojanova Nilufar, Tadjibaev Ikram
Chirchik State pedagogical University

Abstract. We present a statistical study of galaxies in the A3556 observational field based on photometric, positional, and redshift data. The study aims to characterize the observed properties of the galaxy population and investigate statistical relationships among the available parameters. Correlation analysis, regression methods, and principal component analysis are applied to examine the scaling relations and multivariate structure of the galaxy sample.

Keywords: A3556; galaxy clusters; galaxies; redshift; photometric properties; scaling relations; statistical analysis.

Introduction. Galaxy clusters provide important laboratories for studying the statistical properties, large-scale distribution, and environmental effects on galaxies. The observed properties of galaxies can depend on their luminosities, environments, and location within large-scale structures, making statistical analyses of galaxy populations important for understanding galaxy evolution and environmental trends [1,2]. The A3556 galaxy cluster is located in the core region of the Shapley Supercluster, one of the prominent nearby large-scale structures. A3556 forms part of the Shapley Supercluster core together with A3558, A3562, and the smaller systems SC 1327−312 and SC 1329−313. Previous studies have shown that this region has a complex spatial and dynamical structure, with several galaxy concentrations and substructures [3,4]. In this work, we analyze a catalog of 138 galaxies in the A3556 observational field.

Data and sample selection. The observational data analyzed in this study were obtained from the catalog presented in [5]. This catalog contains observational data for 138 galaxies associated with the A3556 field. For the present analysis, we used five parameters available for the galaxies: right ascension (RA), declination (Dec), i-band Kron magnitude, redshift (z), and redshift uncertainty (z_{err}). The galaxies span a redshift range of approximately ($0.013 < z < 0.365$), while the i-band Kron magnitudes range from approximately 12.9 to 17.9 mag. The reported redshift uncertainties extend up to approximately 5.3×10^{-4}. These parameters were selected to characterize the spatial distribution, redshift distribution, and photometric properties of the galaxies and to investigate their statistical relationships. The catalog was analyzed without automatically assigning cluster membership to individual galaxies. Thus, the present analysis considers the full set of 138 cataloged objects associated with the A3556 observational field. In addition, no statistical outliers were

automatically removed from the sample; objects identified as potential outliers were retained for subsequent statistical analysis.

Results. A clear increase in the mean apparent magnitude is observed from the lowest-redshift bins toward $z{\sim}0.2$. The galaxies in the $0.15 < z < 0.20$ interval have a mean magnitude of 17.51 mag, compared with 16.18 mag for the $z < 0.05$ population. This trend is consistent with the expectation that more distant galaxies are, on average, observed at fainter apparent magnitudes. However, because cluster membership and selection effects have not been explicitly modeled, the observed trend should not be interpreted as a purely intrinsic luminosity relation.

Table 1. *The redshift-bin statistics provide a clearer description of the magnitude evolution across the sample*

$Redshift\ interval$	N	$Mean\ i_{Kron}$	$Median\ i_{Kron}$
0–0.05	40	16.182	16.727
0.05–0.10	10	16.202	16.369
0.10–0.15	37	17.138	17.226
0.15–0.20	17	17.508	17.562
0.20–0.25	32	17.380	17.448
0.25–0.30	1	17.614	17.614
0.30–0.40	1	17.102	17.102

Pearson, Spearman, and Kendall tests consistently show a positive relationship between i-band Kron magnitude and redshift. The coefficients is $r = 0.508\ p = 2.12 \times 10^{-10}, \rho = 0.497, p = 5.60 \times 10^{-10}, \tau = 0.335, = 5.62 \times 10^{-9}$. The most prominent scaling relation in the analyzed sample is the dependence of i-band Kron magnitude on redshift. A linear regression gives

$$i_{Kron} = 16.023(\pm 0.147) + 6.559(\pm 0.955)z \quad R^2 = 0.58$$

Thus, redshift accounts for approximately 25.8% of the variance in the observed i-band Kron magnitude. The positive slope indicates that galaxies become systematically fainter in apparent magnitude with increasing redshift. However, the moderate R^2 also demonstrates considerable scatter, indicating that redshift alone does not determine the observed magnitude. The multiple regression analysis gives $R^2 = 0.270$, representing only a small improvement over the simple magnitude–redshift relation. This indicates that the additional analyzed variable provides limited improvement in explaining the observed magnitude variation.

PCA provides an independent description of the multivariate structure. The first three principal components account for approximately 75.8% of the total variance, with PC1, PC2, and PC3 explaining approximately 30.9%, 24.2%, and 20.7%, respectively. The first component is mainly associated with i-band Kron magnitude and redshift, supporting the correlation and regression results.

Conclusion. In this study, we investigated the observed properties and statistical relationships of 138 galaxies in the A3556 observational field. The

analysis revealed a statistically significant positive relationship between i-band Kron magnitude and redshift, with redshift explaining approximately 25.8% of the observed magnitude variance. The multiple regression analysis provided only a modest improvement over the simple magnitude–redshift relation. PCA further showed that the first three principal components account for approximately 75.8% of the total variance, with the first component mainly associated with ii-band magnitude and redshift. These results indicate that the magnitude–redshift relation represents the dominant scaling relation identified in the analyzed sample. Since cluster membership was not independently assigned, the obtained relations should be interpreted as statistical properties of the A3556 observational-field sample rather than as intrinsic relations of confirmed cluster members.

References

1. Dressler, A. (1984). The Evolution of Galaxies in Clusters. Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 22, 185–222

2. Blanton, M. R., & Moustakas, J. (2009). Physical Properties and Environments of Nearby Galaxies. Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 47, 159–210

3. Bardelli, S., Zucca, E., Zamorani, G., Vettolani, G., & Scaramella, R. (1998). A study of the core of the Shapley Concentration: III. Properties of the clusters in the A3558 complex, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 296, Issue 3, pp. 599-613

4. Merluzzi, P., et al. (2016). Shapley Supercluster Survey: Galaxy evolution from filaments to cluster cores. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 446, 803

5. Haines, C. P., Busarello, G., Merluzzi, P., Pimbblet, K. A., Vogt, F. P. A., Dopita, M. A., Mercurio, A., Grado, A., & Limatola, L. (2018). Shapley Supercluster Survey: mapping the filamentary network connecting the clusters. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 481, 1055–1074

STRUCTURAL–KINEMATIC DISSOCIATION IN YOUNG GALACTIC OPEN CLUSTERS: A GAIA DR3 STUDY

Akram Ruziyev[1], Sobir Turaev[2]

[1]Shakhrisabz State Pedagogical Institute, Shakhrisabz, Uzbekistan

E-mail: akramruziyev722@gmail.com

[2]Ulugh Beg Astronomical Institute, Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. We investigate whether the internal expansion observed in young Galactic open clusters is accompanied by a systematic increase in their structural size with age. The analysis combines Gaia DR3 astrometry with a modern open-cluster catalogue and focuses on clusters aged 10–100 Myr. For the structural analysis, we use 402 clusters with masses of at least 10^3 $M_\odot$ and model the age

dependence of R_{50}, the physical radius enclosing half of the high-probability members. After controlling for mass, the age coefficient is b_t = -0.0387, with an HC3 95% confidence interval of [-0.1123, 0.0349]. Repeating the same structural fit on the exact 180-cluster sample used for the kinematic analysis gives b_t = -0.0634 with a 95% interval of [-0.1599, 0.0331]. For these 180 clusters, we model the internal proper-motion field while accounting for perspective effects, rotation, and the full Gaia proper-motion covariance. The mean isotropic expansion component at 31.6 Myr and 3000 $M_\odot$ is 0.0306 km s^{-1} pc^{-1}, and its age dependence is -0.0554 km s^{-1} pc^{-1} dex^{-1}. Thus, measurable internal expansion weakens with age, whereas a corresponding positive population-wide R_{50}–age trend is not detected. The result shows that an instantaneous velocity gradient and a structural radius need not trace the same aspect of early cluster evolution.

Keywords: Gaia DR3; open clusters; stellar kinematics; structural evolution; proper motions; digital modelling.

Introduction

Gaia has changed the way the internal dynamics of nearby stellar systems can be studied. Gaia DR3 provides positions, parallaxes and proper motions within a single astrometric framework, together with radial velocities for a substantial subset of stars [1]. For young open clusters, these data make it possible to go beyond a purely morphological description and examine how the present-day velocity field relates to the observed spatial structure.

The first 100 Myr of open-cluster evolution are shaped by several processes acting at the same time: residual-gas removal, stellar-evolution mass loss, two-body relaxation, tidal stripping and the Galactic gravitational field [4]. For this reason, a cluster radius does not have to evolve as a simple monotonic function of age. More importantly, a structural radius and an internal velocity gradient are not the same observable. The former describes where the member stars are located at the time of observation; the latter describes how those stars are moving at that moment.

This distinction motivates the central question of this study: if young open clusters show measurable internal expansion, do older clusters in the same young-cluster population also have systematically larger half-member radii? We address this question by combining a population-level structural analysis with member-level kinematic modelling and by repeating the structural fit on exactly the same cluster support used for the kinematic sample.

Data and methods

The structural sample is based on the Gaia-based open-cluster catalogue of Hunt and Reffert [2], which was designed to provide a cleaned census of physically plausible Galactic open clusters. We select 402 systems with ages between 10 and 100 Myr and catalogue masses $M_J \geq 10^3\ M_\odot$. Our structural observable is R_{50}, the physical radius containing half of the high-probability cluster members. Its dependence on age and mass is described by the logarithmic model

$$log_{10}(R_{50}/pc) = a + b_t\, log_{10}(t/10\ Myr) + b_M\, log_{10}(M/1000\ M_\odot)$$

where b_t measures the mass-controlled cross-sectional age dependence of R_{50} across the 10–100 Myr interval. Uncertainties are evaluated with heteroscedasticity-consistent HC3 standard errors, and a 5000-resample row bootstrap is used as an additional robustness check.

The kinematic analysis uses a stricter quality gate. Member stars must have membership probability ≥ 0.90, lie within the Jacobi radius, have a valid two-dimensional proper-motion covariance, RUWE < 1.4, FidelityV1 ≥ 0.5 and transverse-velocity uncertainty ≤ 2 km s^{-1}. At the cluster level, we require at least 30 cleaned members, adequate radial coverage, all four sky quadrants, and a systemic radial velocity supported by at least three member radial velocities. Exactly 180 clusters satisfy these criteria. Admission is defined without using any expansion, rotation or velocity-dispersion result.

For each accepted cluster, the proper-motion field in the tangent plane is modelled as a first-order velocity gradient. The model includes an isotropic expansion component κ, a rotation component and the central systemic motion. Perspective expansion or contraction is forward-modelled from the systemic radial velocity and catalogue distance. The likelihood uses the full 2×2 Gaia proper-motion covariance and includes an intrinsic-jitter term. Cluster-level κ estimates are then analysed with the population model

$$\kappa = c_0 + c_t[log_{10}(t/10\ Myr) - 0.5] + c\_M\ log_{10}(M/3000\ M_\odot)$$

where c_t describes how the isotropic expansion component changes with age. Robustness checks include member bootstrap resampling, leave-one-quadrant-out fits and a sensitivity treatment for Gaia spatial covariance.

Results

For the full 402-cluster structural sample, the mass-controlled age coefficient is b_t = -0.039. The HC3 95% confidence interval is [-0.112, 0.035] (Fig.1), while the bootstrap interval is [-0.112, 0.035]. The data therefore do not provide evidence for a positive population-wide increase of R_{50} between 10 and

100 Myr. The point estimate is slightly negative, but because the interval includes zero it should not be interpreted as a detection of contraction.

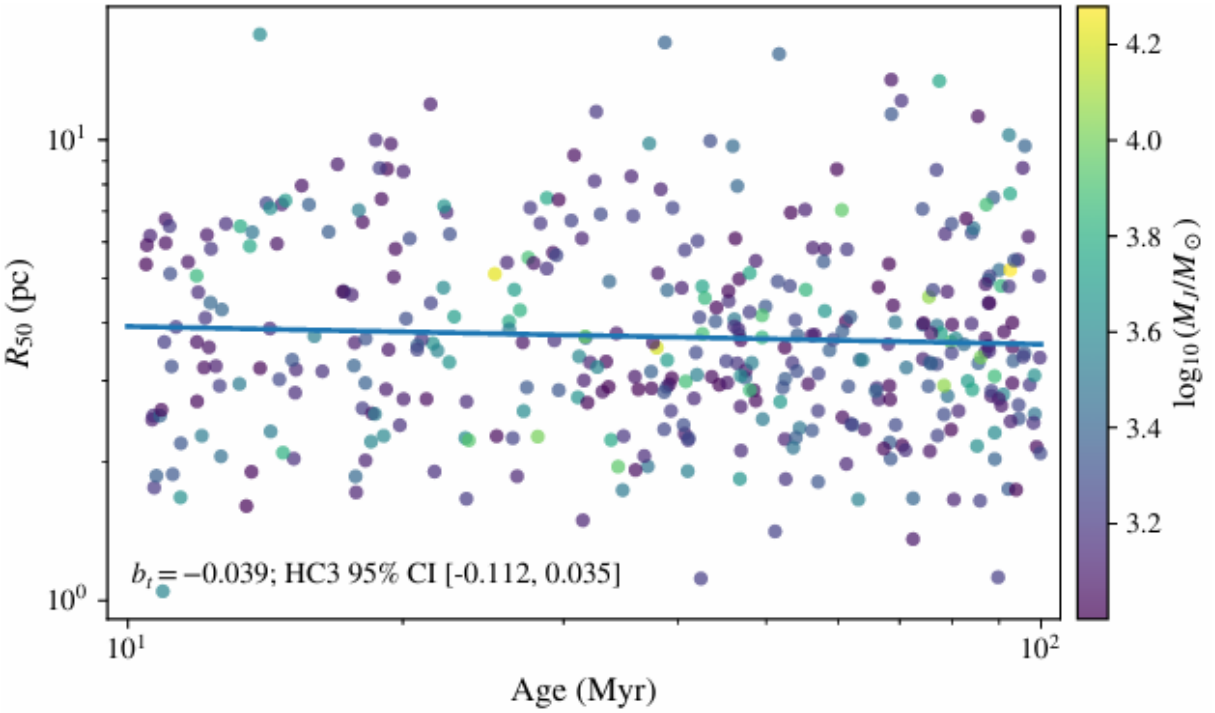


Figure 1. HR24 half-member radius R_{50} versus age for the 402-cluster structural sample. Points are coloured by cluster mass. The solid curve shows the primary mass-controlled model evaluated at the sample median mass; it is a visualization of the fitted relation rather than a separate fit.

The kinematic population shows a different pattern. At the reference point of 31.6 Myr and 3000 $M_\odot$, the mean isotropic expansion component is $c_0 = 0.030$ km s^{-1} pc^{-1}, with an HC3 95% interval of [0.016, 0.045]. The age coefficient is $c_t = -0.055$ km s^{-1} pc^{-1} dex^{-1}, with an HC3 95% interval of [-0.093, -0.018]. In other words, the young cluster population exhibits a positive instantaneous expansion component whose amplitude declines with age. The main trend is preserved when Gaia spatial-error covariance is included in the sensitivity analysis.

A direct same-support check is essential because the kinematic sample is smaller than the structural one. Re-fitting the structural model to exactly the same 180 clusters give $b_t = -0.063$, with an HC3 95% interval of [-0.159, 0.033] and a bootstrap interval of [-0.159, 0.028]. Thus, even on identical cluster support, a positive R_{50}–age relation is not detected. An admission audit further shows that the 180 accepted clusters and the remaining 222 clusters are very similar in age (standardized mean difference ≈ -0.022), whereas their strongest imbalance is in heliocentric distance (|SMD| ≈ 0.757). This distance imbalance is an important limitation and motivates dedicated distance-systematics tests in the continuing analysis.

Discussion

The results illustrate why structural and kinematic diagnostics should not be treated as interchangeable. R_{50} addresses a cross-sectional population question:

at fixed mass, are the surviving older clusters systematically larger? By contrast, κ measures the isotropic component of the present-day first-order velocity field inside an individual cluster. A positive κ therefore does not, by itself, establish a persistent secular growth rate for R_{50}.

Several physical effects could contribute to this difference. The outer regions of open clusters are limited by the Galactic tidal field and the Jacobi radius. Stars moving outward may eventually leave the membership-defined sample, so an instantaneous expansion signal need not translate directly into a large increase of the radius calculated from retained members. The internal flow may also be non-homologous, time-dependent or stronger in the outskirts than in the region that controls R_{50}. In addition, a catalogue designed to retain physically bound clusters may naturally exclude some strongly dispersing systems. These possibilities are interpretations rather than demonstrated mechanisms and require further testing.

The present result should therefore not be read as a longitudinal statement that an individual cluster does not grow from 10 to 100 Myr. Our analysis compares different surviving clusters observed at different ages. The empirical statement is narrower: within this young-cluster population, measurable internal expansion declines with age, while a corresponding positive cross-sectional trend of the membership-defined R_{50} is not detected. This distinction is especially relevant when large digital astrometric catalogues are used to infer physical evolution from population snapshots.

Conclusion

Gaia DR3 enables the early evolution of Galactic open clusters to be examined simultaneously through their spatial structure and internal motions. In a 402-cluster structural sample, we find no statistically detectable positive R_{50}–age trend over 10–100 Myr. In the 180 clusters that satisfy the kinematic-quality criteria, a positive isotropic expansion component is detected and its amplitude decreases with age. Repeating the structural analysis on exactly those same 180 clusters leads to the same qualitative conclusion: the positive structural age trend remains undetected. The combined result indicates that structural size and an instantaneous velocity gradient probe different aspects of young-cluster evolution. Future work should quantify the role of distance systematics, tidal filling and the cluster-by-cluster coupling between structural and kinematic residuals.

References

1. Gaia Collaboration et al. Gaia Data Release 3: Summary of the content and survey properties. Astronomy & Astrophysics, 2023, 674, A1.

2. Hunt E. L., Reffert S. Improving the open cluster census. III. Using cluster masses, radii, and dynamics to create a cleaned open cluster catalogue. Astronomy & Astrophysics, 2024, 686, A42.

3. Angelo M. S., Santos J. F. C. Jr., Corradi W. J. B., Maia F. F. S. Exploring the dynamical state of Galactic open clusters using Gaia DR3 and observational

parameters. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2025, 539(3), 2513–2536.

4. Portegies Zwart S. F., McMillan S. L. W., Gieles M. Young massive star clusters. Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 2010, 48, 431–493.

SIRT RAVSHANLIGINING RADIAL PASAYISH TEMPI – SHARSIMON TO‘DALARNI SINFLASHTIRISH MEZONI SIFATIDA

D.A. Rashidov[1], S.J. Turaev[2]

[1] Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti

[2] O‘zR FA Ulug‘bek nomidagi Astronomiya instituti

d.a.rashidov@gmail.com

Annotatsiya. Galaktika sharsimon to‘dalarini (ShT) sinflashtirish muammosi uzoq vaqtdan beri ochiq qolmoqda, chunki ilgari taklif etilgan yordamchi parametrlar – King konsentratsiya parametri c va Kukarkin boylik indeksi IR to‘dalarning asosiy fizik parametrlari bilan kuchsiz bog‘langan. Ushbu ishda Trager, King va Djorgovskiy (1995) katalogidagi model yaxshi moslashtirilgan sifatli 76 ta ShT sirt ravshanligi profillari radial pasayish tempi β (EFF modelidan olingan profilning tashqi qiyaligi) bo‘yicha sinflandi. β ning [0,048; 0,212] oralig‘idagi taqsimoti tanlamani uchta strukturaviy sinfga ajratadi: diffuz ($\beta < 0{,}095$), oraliq ($0{,}095 \le \beta \le 0{,}138$) va kompakt ($\beta > 0{,}138$). Oldingi parametrlardan farqli o‘laroq, β to‘da massasi ($r = +0{,}57$), IR ($r = +0{,}46$), absolyut yulduz kattaligi M_V ($r = -0{,}58$) va konsentratsiya indeksi $\lg(r_h/r_c)$ ($r = -0{,}62$) bilan korrelyatsion bog‘lanadi. Shu asosda uch parametrli (β, massa, IR) klassifikatsiya taklif etildi, unda sinf medianalari diffuz sinfdan kompakt sinfga monoton ortadi.

Kalit so‘zlar: sharsimon to‘dalar, sirt ravshanligi, EFF modeli, sirt ravshanligining radial pasayish tempi, strukturaviy sinflashtirish, konsentratsiya, to‘da massasi.

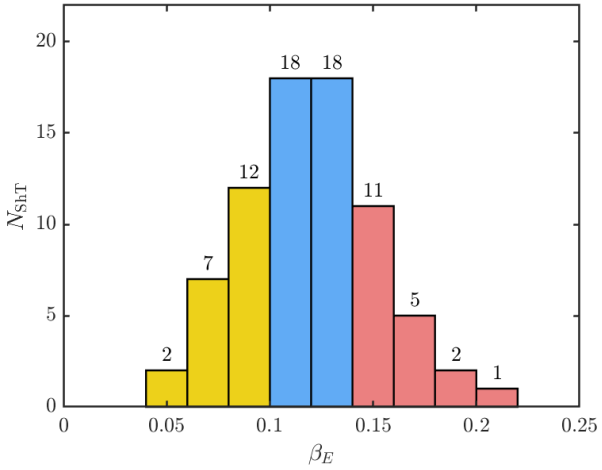
Kirish

Sharsimon to‘dalar – Galaktikaning eng qadimiy va gravitatsion jihatdan zich bog‘langan tizimlaridan bo‘lib, ularni umumiy, kuzatuvga asoslangan va fizik jihatdan mazmunli sinflarga ajratish yulduz tizimlarini tartibli o‘rganishning tabiiy qadamidir. Biroq bir asrga yaqin urinishlarga qaramay, ShT larni sinflashtirish masalasi hanuz to‘liq yechimini topmagan. Yaxshi sinflashtirish tizimi to‘daning bevosita kuzatiladigan xususiyatini aks ettirishi va ayni vaqtda uning asosiy fizik kattaliklari (massa, yorug‘lik, dinamik holat) bilan korrelyatsiyada bo‘lishi lozim; aynan shu bog‘lanishning yo‘qligi ilgari taklif etilgan yordamchi parametrlarning asosiy kamchiligi edi. Shepli va Soyer (1927) 95 ta to‘dani markazga zichlashuv bo‘yicha 12 sinfga ajratgan [1], Kukarkin (1971) boylik indeksi IR ni kiritgan [3], King c parametri esa keng qo‘llanilgan bo‘lsa-da, Nuritdinov va Tadjibaev (2021) uning har bir Shepli-Soyer sinfi ichida keng “yugurishini” va fizik parametrlar bilan korrelyatsiyasi yo‘qligini ko‘rsatdi [4]. Ushbu ishda sinflashtiruvchi kattalik sifatida butun profildan olingan tashqi

qiyalik – sirt ravshanligining radial pasayish tempi β ko‘rib chiqiladi va, eng muhimi, uning fizik parametrlar bilan bog‘liqligi tekshiriladi.

Tadqiqot metodologiyasi

Ishda Trager, King va Djorgovskiy (1995) katalogidagi 124 ta ShT ning V-filtrdagi sirt ravshanligi profillaridan foydalanildi [6]. Har bir profil analitik hisoblangan Elson-Fall-Freeman (EFF) modeli bilan χ^2-minimizatsiya orqali moslashtirildi; markaziy sohalari tekis va model yaxshi mos tushgan 76 ta to‘da strukturaviy tahlil uchun ajratildi. Fizik parametrlar (massa, M_V, IR) mos ravishda Baumgardt va Hilker (2018) [7], Harris (2010) [8] va Kukarkin (1971) [3] dan olindi.



1-rasm. 76 ta to‘da uchun sirt ravshanligining radial pasayish tempi β ning gistogrammasi. Sariq – diffuz, ko‘k – oraliq, qizil – kompakt sinf.

Sirt ravshanligi profilini tavsiflashda Elson-Fall-Freeman (EFF) modeli [9] tanlandi; magnituda shkalasida u

$$\mu_V(r) = \mu_{V0} + 1{,}25 \cdot \beta \cdot lg\left[1 + \left(\frac{r}{R_0}\right)^2\right],$$

ko‘rinishga ega, bunda μ_{V0} – markaziy sirt ravshanligi, R_0 – masshtab radiusi, β – sirt ravshanligining radial pasayish tempi (profilning tashqi qiyaligi): β qanchalik katta bo‘lsa, ravshanlik tashqariga qarab shunchalik tez pasayadi, ya’ni profil tikroq va to‘da konsentratsiyalashganroq bo‘ladi. Sinflashtirishda ikki me’yorga amal qilindi: har bir guruhdagi obyektlar soni imkon qadar bir-biriga yaqin va sinf ajratuvchi interval imkon qadar teng bo‘lishi. β ning fizik mazmunini baholash uchun uning $\lg(M/M_\odot)$, IR, M_V va $\log(r_h/r_c)$ bilan korrelyatsiyasi Pirson koeffitsiyenti r orqali hisoblandi.

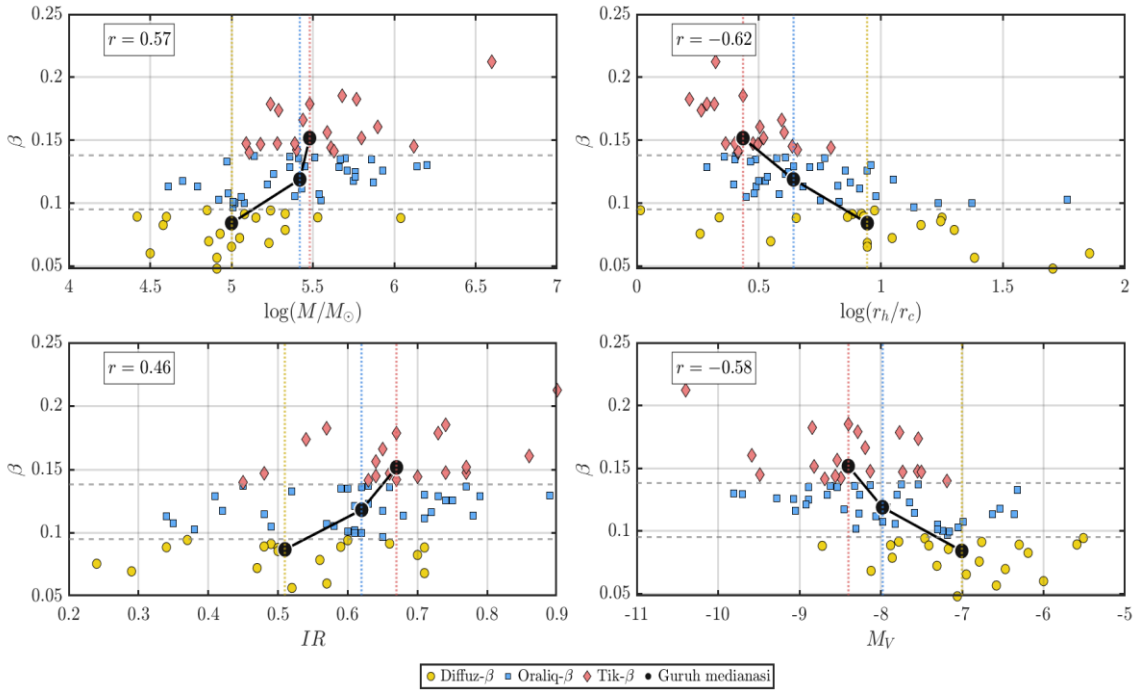
Tahlil va natijalar

β bo‘yicha bir parametrli sinflashtirish. 76 ta to‘daning β qiymatlari [0,048; 0,212] oralig‘ida joylashgan; uning taqsimoti 1-rasmda berilgan bo‘lib, yuqoridagi ikki me’zonga ko‘ra ShT larni uchta strukturaviy guruhga ajratish mumkin (1-jadval). I sinfda ($\beta < 0{,}095$) sirt ravshanligi radius bo‘yicha sekin kamayadi – tashqi hudud keng va diffuz; III sinfda ($\beta > 0{,}138$) profil tik, yulduzlar markazda zich konsentratsiyalashgan; II sinf tipik oraliq strukturani egallaydi.

1-jadval. β bo‘yicha 76 ta to‘daning strukturaviy tasnifi.

Sinf	Nomlanishi	β bo‘yicha interval	Soni
I	Past konsentratsiyali diffuz to‘dalar	$\beta < 0{,}095$	21
II	O‘rta konsentratsiyali oraliq to‘dalar	$0{,}095 \le \beta \le 0{,}138$	36
III	Yuqori konsentratsiyali kompakt to‘dalar	$\beta > 0{,}138$	19

β ning fizik parametrlar bilan bog‘liqligi. β to‘da massasi bilan musbat (r = +0,57), Kukarkin indeksi IR bilan musbat (r = +0,46), absolyut yulduz kattaligi M_V bilan manfiy (r = −0,58) va konsentratsiya indeksi $\lg(r_h/r_c)$ bilan manfiy (r = −0,62) korrelyatsion bog‘langan (2-rasm). Ya’ni massiv, yorqin va yulduzlarga boy to‘dalarda gravitatsion bog‘langanlik kuchliroq bo‘lib, yulduzlar markazga ko‘proq zichlashadi va tashqi profil tikroq (β kattaroq) bo‘ladi. $\lg(r_h/r_c)$ indeksi ham profildan olingani uchun β bilan bog‘lanishi qisman strukturaviy tabiatga ega; massa, IR va M_V esa mustaqil manbalardan olingani sababli ular bilan korrelyatsiya β ning haqiqiy fizik mazmunini tasdiqlaydi. Korrelyatsiyalar o‘rtacha kuchda ($|r| \approx 0.46$-0.62).



2-rasm. Sirt ravshanligining radial pasayish tempi β ning to‘da massasi $\lg(M/M_\odot)$, konsentratsiya indeksi $\lg(r_h/r_c)$, Kukarkin indeksi IR va absolyut yulduz kattaligi M_V bilan bog‘liqligi; qora nuqtalar – guruh medianalari.

Uch parametrli (β, massa, IR) sinflashtirish. β ning fizik parametrlar bilan bog‘liqligidan foydalanib, to‘dalarni faqat β bo‘yicha emas, balki massa va boylik indeksi IR bilan birgalikda ham sinflashtirish mumkin. Har bir β-sinf uchun guruh medianalari monoton siljiydi (2-jadval): diffuz sinfdan kompakt sinfga o‘tganda $\lg(M/M_\odot)$ medianasi 5,0 → 5,4 → 5,5 ga, IR medianasi esa 0,51 → 0,62 → 0,67 ga ortadi. Bir parametrli sinflashtirish ShT larning faqat bitta

strukturaviy jihatini aks ettiradi; uch parametrli sinflashtirish esa profil shakli (β), umumiy massa va yulduzlarga boyligi (IR) ni birgalikda hisobga olib, to‘dalarni evolyutsion holatiga ko‘ra ancha ishonchli tavsiflaydi.

2-jadval. ShT larning uch parametrli (β, massa, IR) tasnifi.

Sinf	**Nomlanishi**	**β interval**	**Median lg(M/M⊙)**	**Median IR**
I	Diffuz strukturali	$\beta < 0{,}095$	$\approx 5{,}0$	$\approx 0{,}51$
II	Oraliq strukturali	$0{,}095 \le \beta \le 0{,}138$	$\approx 5{,}4$	$\approx 0{,}62$
III	Kompakt strukturali	$\beta > 0{,}138$	$\approx 5{,}5$	$\approx 0{,}67$

Xulosa

Trager va boshqalar (1995) katalogidagi 76 ta ShT ning sirt ravshanligi profillari asosida to‘dalar radial pasayish tempi β bo‘yicha diffuz ($\beta < 0{,}095$), oraliq ($0{,}095 \le \beta \le 0{,}138$) va kompakt ($\beta > 0{,}138$) sinflarga ajratildi. King c, Kukarkin konsentratsiya sinflaridan farqli ravishda, β to‘dalarning asosiy fizik parametrlari – massa, IR, M_V va $\lg(r_h/r_c)$ bilan fizik bog‘lanadi. Shu asosda taklif etilgan uch parametrli (β, massa, IR) shinflashtirishda sinf medianalari monoton ortadi. Korrelyatsiyalar o‘rtacha kuchda bo‘lib, $\log(r_h/r_c)$ bilan bog‘lanish qisman strukturaviy tabiatga egaligini ham ta’kidlash lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Shapley H., Sawyer H. B., A classification of globular clusters, Harvard Obs. Bull., 1927, Vol. 849., P. 11–14.
2. Hartwick F. D. A., A two-dimensional classification for Galactic globular clusters, ApJ, 1968, Vol. 154., P. 475–481.
3. Kukarkin B. V., The concentration classes of globular clusters, Sov. Astron., 1971, Vol. 15., P. 89–93.
4. Nuritdinov S. N., Tadjibaev I. U., Rastorguev A. S., To the globular cluster classification problem. Calculating the concentration of stars for 26 clusters, Astronomy Reports, 2021, Vol. 65., No. 5., P. 367–376.
5. Miocchi P., Lanzoni B., Ferraro F. R., Dalessandro E. et al., Star count density profiles and structural parameters of 26 Galactic globular clusters, ApJ, 2013, Vol. 774., P. 151.
6. Trager S. C., King I. R., Djorgovski S., Catalogue of Galactic globular-cluster surface-brightness profiles, AJ, 1995, Vol. 109., P. 218–241.
7. Baumgardt H., Hilker M., A catalogue of masses, structural parameters, and velocity dispersion profiles of 112 Milky Way globular clusters, MNRAS, 2018, Vol. 478., P. 1520–1557.
8. Harris W. E., A new catalog of globular clusters in the Milky Way, arXiv:1012.3224, 2010.
9. Elson R. A. W., Fall S. M., Freeman K. C., The structure of young star clusters in the Large Magellanic Cloud, ApJ, 1987, Vol. 323., P. 54–78.

MAGNITOOPTIKADA QUTBLANGAN YORUG‘LIKNI TADQIQ QILISH JIHATLARI

Rustamov Umid Raxmatovich
Toshkent iqtisodiyot va pedagogika universiteti, f.-m.f.n.

Annotatsiya

Ushbu maqolada materiallarning magnitooptik xususiyatlarini o‘rganish uchun samarali vosita sifatida qutblangan yorug‘lik ko‘rib chiqiladi. Unda qutblangan elektromagnit nurlanishning magnitlangan muhit bilan o‘zaro ta'sirining fizik tamoyillari va magnit maydonning yorug‘likning qutblanish holatiga ta'siri muhokama qilinadi. Qutblanishning asosiy turlari va ularning magnitooptik hodisalarni o‘rganishdagi roli muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: magnitoptika, yorug‘lik qutblanishi, magnit maydon, optik anizotropiya, magnitoptik materiallar, magnit xossalari, optik tadqiqot usullari.

Magnitooptika mustaqil ilmiy va texnik soha sifatida 1980- yillarda paydo bo‘lgan. Uning rivojlanishi 1970-yillarning boshlarida ko‘rinadigan va yaqin infraqizil diapazonlarda shaffof bo‘lgan ulkan magnitooptik(MO) effektlarga ega materiallarning kashf etilishi bilan bog‘liqdir. 1970-yillarning oxirida ushbu tadqiqot ishlarining natijalari turli mamlakatlarda maxsus sanoat qurilmalari ko‘rinishida paydo bo‘la boshladi. So‘nggi 30 yil ichida granat tuzilishga ega shaffof ferrit plyonkalarni o‘rganishga katta e'tibor qaratildi. Dastlab, ushbu materiallarga qiziqish matritsali optik prosessorlar uchun silindrsimon magnit domenlar va shaffofliklarga asoslangan samarali xotira qurilmalarini yaratish istiqboli bilan bog‘liq bo‘ldi.

MO qurilmalarning ishlash printsipi, tashqi boshqaruvchi magnit maydonga joylashtirilgan magnit tartiblangan muhit bilan o‘zaro ta’sirlashganda, qutblangan yorug‘lik nurining modulyatsiyasi yoki og‘ishiga asoslangan. Modulyatsiya yoki og‘ish tashqi magnit maydon ta'sirida magnit tartiblangan muhitda magnitlanishning qayta taqsimlanishi natijasida hosil bo‘ladigan magnitptik effektlar orqali amalga oshiriladi. Yorug‘likning magnit muhit bilan o‘zaro ta'siri paytida sodir bo‘ladigan jarayonlarni tushunish uchun, muhit va MO qurilmasini bog‘lovchi yorug‘likning qutblanishi ko‘rib chiqiladi[1,2].

Yorug‘likning elektromagnit nazariyasi, yorug‘likning ko‘ndalang to‘lqin ekanligini ta’kidlaydi. Qutblangan yorug‘lik - bu tebranishning alohida yo‘nalishiga ega yorug‘likdir. Elektromagnit to‘lqinning magnitoaktiv modda bilan o‘zaro ta'siri uning qutblanish holatiga bog‘liqdir. Moddaning nurlanish bilan qanday o‘zaro ta'sir qilishini bilish, nurlanishning qutblanish holatini aniqlash imkonini beradi. Aksincha, moddaning qutblanish holatini qanday o‘zgartirishini kuzatish, uning xususiyatlarini baholash imkonini beradi. Buning ikkita muhim oqibati bor. Birinchidan, yuqorida ta'kidlab o‘tilganidek, yorug‘lik qutblanishidagi o‘zgarishlar, kondensatsiyalangan modda fizikasini o‘rganish uchun muvaffaqiyatli qo‘llaniladi. Ikkinchidan, yorug‘likning magnitoaktiv muhit bilan o‘zaro ta'siri natijasida yuzaga keladigan qutblanishdagi o‘zgarishlar,

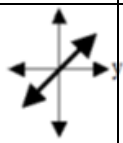
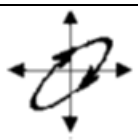
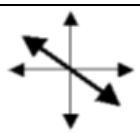
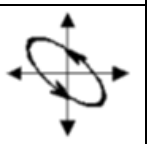
yorug‘likni boshqarishning samarali usuli hisoblanib, texnologiyada katta qiziqish uyg‘otadi[2]

Magnitooptikada chiziqli qutblangan yorug‘lik to‘lqinining E vektorining tebranish yo‘nalishi va bu to‘lqinning tarqalish yo‘nalishi orqali o‘tuvchi tekislik - qutblanish tekisligi, H vektori tebranadigan tekislik esa - tebranish tekisligi deb ataladi. Elektr(yoki magnit) vektorining tebranish yo‘nalishlari tasodifiy ravishda o‘zgarib turadigan, shuning uchun nurga tik tekislikdagi barcha tebranish yo‘nalishlari bir xil ehtimolga ega bo‘lgan yorug‘lik to‘lqini - tabiiy yorug‘lik deb ataladi. Agar yorug‘lik nuri E vektorining ikkita o‘zaro tik komponenti doimiy fazalar farqi bilan tebransa, yorug‘lik to‘liq qutblangan hisoblanadi[3,4].

Monoxromatik yorug‘lik qutblangan hisoblanadi. Qisman qutblangan yorug‘lik - qutblangan va qutblanmagan yorug‘lik aralashmasidir. Qisman qutblangan yorug‘likning qutblanish holati qutblanish darajasi deb ataladigan parametr bilan tavsiflanadi. Bu yorug‘lik to‘lqinining E vektorining komponentlari orasidagi asosan faza siljishi darajasini aks ettiradi. Agar bu faza siljishi nolga teng bo‘lsa, yorug‘lik E vektorining asosiy tebranish tekisligini ko‘rsatadi va qisman chiziqli qutblangan deb ataladi. Agar bu faza siljishi $\pi/2$ teng bo‘lsa, yorug‘lik E vektorining asosiy tebranish yo‘nalishini ko‘rsatadi va qisman doiraviy qutblangan deb ataladi.

Yorug‘lik nurining qutblanish holatini to‘liq tavsiflash uchun to‘rtta kattalik miqdorini bilish talab etiladi: tabiiy yorug‘lik intensivligi, qutblangan yorug‘lik intensivligi, ellips o‘qlarining azimutlari va ellipsning eksentrisiteti. Chiziqli qutblangan yorug‘lik faqat qutblanish tekisligini ko‘rsatish orqali to‘liq aniqlanadi. Doiraviy qutblangan nurni tavsiflash uchun aylanish yo‘nalishini ko‘rsatish yetarli bo‘ladi. Elliptik qutblangan nur uchun o‘qlarning azimutini, eksentrisitetni va aylanish yo‘nalishini aniqlash kerak. 1-jadvalda o‘zaro perpendikulyar komponentlar E_x va E_y orasidagi turli faza farqlari uchun yorug‘lik nurlarining qutblanishining ba’zi holatlari keltirilgan.

1-jadval. O‘zaro perpendikulyar (E_x) va (E_y) komponentlari orasidagi turli fazalar farqlarida yorug‘lik qutblanishiga misollar.

№	1	2	3	4	5	6
Qutblanish turi						
Fazalar farqi, δ	$\delta = 0^0$	$\delta=30^0$	$\delta=90^0$	$\delta=150^0$	$\delta=180^0$	$\delta=210^0$
Yo‘llar farqi, $\Delta=\lambda\cdot\delta/2\pi$	$\Delta=0$	$\Delta=\lambda/12$	$\Delta=\lambda/4$	$\Delta=5\lambda/12$	$\Delta=\lambda/2$	$\Delta=7\lambda/12$

Rasmlar tekisligi yorug‘lik tarqalish yo‘nalishiga perpendikulyar. 1- va 5-chiziqli qutblanishlar; 3- dumaloq qutblanishlar; 2-, 4- va 6- elliptik qutblanishlardir. Rasmlar musbat δ faza farqlariga mos keladi, ya'ni gorizontal tebranishlarga nisbatan vertikal tebranishlarning oldinga siljishi; λ - yorug‘likning

to‘lqin uzunligi. Yorug‘lik materiya yoki optik qurilmalar bilan o‘zaro ta'sirlashganda, uning qutblanishi o‘zgarishi mumkin. Elektromagnit to‘lqinning qutblanish holati ustun vektori bilan tavsiflanadi.

$$E = E_0 \begin{pmatrix} cos\,\gamma & exp(i\varphi_x) \\ sin\,\gamma & exp(i\varphi_y) \end{pmatrix} \quad (1.3)$$

unda $\varphi_x - \varphi_y = \delta -$ elliptiklik burchagi.

Yorug‘lik optik qurilma yoki muhitdan o‘tganda, E vektori o‘zgaradi. Polarizator yoki muhitning E vektoriga ta’sirini, kiruvchi elektromagnit to‘lqinni chiquvchi to‘lqinga aylantiruvchi operator sifatida ifodalanishi mumkin:

$$\begin{pmatrix} E_x \\ E_y \end{pmatrix}_{chiqish} = \begin{pmatrix} M_{11} & M_{12} \\ M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \quad (1.4)$$

(M) matritsasi tarqalish matritsasi yoki Jons(Jones) matritsasi deb ataladi. Jons matritsalari turli elementlardan tashkil topgan murakkab optik tizimlarni hisoblash uchun qulaydir. Yorug‘lik o‘tkazuvchanligi natijasi - chiqish vektori E - barcha optik qurilmalarning Jones matritsalarini yorug‘lik tizimdan o‘tish tartibida ko‘paytirish orqali hisoblanishi mumkin. Tasvirlash maqsadida ba’zi muhim optik elementlar uchun Jons matritsalarini taqdim etilgan:

ideal chiziqli polyarizator - $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$, chorak to‘lqinli plastinka (λ/4) - $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix}$, yarim to‘lqinli plastinka (λ/2) - $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$, ixtiyoriy fazalar farqi δ bo‘lgan fazali plastinka - $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-i\delta} \end{pmatrix}$

Barcha hollarda, moddaning optik o‘qi, nooddiy to‘lqinning E vektori yo‘nalishiga mos keladigan, x o‘qiga nisbatan γ=0 burchak ostida yo‘naltirilgan deb hisoblanadi.

Xulosa

Turli xil magnit va optik xususiyatlarga ega bo‘lgan keng turdagi epitaksial ferrit-granat plyonkalarini (EFGP) sintez qilish tufayli, MO usul magnit maydonlarni vizualizatsiya qilish va topografiyasida muvaffaqiyatli qo‘llanilmoqda. Statsionar magnit maydonlarni qayd etishning bitta shakli - magnit tashuvchidagi signalogrammani vizualizatsiya qilishdir. Vizualizatsiya qisman yo‘qolgan yoki zararlangan ma’lumotlarni qayta tiklash uchun ishlatiladi. Magnitooptik usul vositasida magnit yo‘lakchaning tasvirini tahlil qilib, unda zarar ko‘rmagan sohalarni aniqlash va ularni yangi tashuvchiga nusxalash orqali barcha ma’lumotlarni tiklash mumkin.

Suyuq azot haroratida ishlaydigan, yorug‘lik tekisligi anizotropiyasiga ega yangi magnitooptik plyonkalarning ishlab chiqarilishi, fazoviy ajratishdagi fizikaviy cheklovlarni olib tashladi. Vizualizatsiya qilingan magnit maydonning minimal fazoviy davri plyonka qalinligi bilan cheklangan. Bundan tashqari, domensiz tuzilishi tufayli bu plyonkalar past magnit shovqinga ega bo‘lib, ular bilan qayd etilgan signallarning dinamik diapazonini sezilarli darajada

kengaytiradi. Bu bir qator noyob sendvich asosidagi qurilmalarni ishlab chiqish va ishlab chiqarish imkonini berdi.

MO texnologiya magnit va optik texnologiyalarning eng yaxshi jihatlarini birlashtiradi, ma’lumotni yozib olishning yuqori zichligi va ma’lumotlarni uzoq vaqt davomida saqlash, MO vositalar juda ko‘p miqdordagi qayta yozish sikllariga bardosh berish, tashqi magnit maydonlar va nurlanishga chidamli va ma’lumotlarni deyarli ellik yil davomida sifatini saqlash imkonini beradi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Рандошкин В.В., Червоненкис А.Я. Прикладная магнитооптика. М.: Энергоатомиздат, 1990.

2. Маевский В. М. Теория магнетооптических эффектов в многослойных системах с произвольной ориентацией намагниченности // ФММ, 1985, Т.59, с. 213-216.

3. У.Р. Рустамов. Исследования фарадеевского вращения в кристаллах гольмий - и тербий-содержащих гранатов // Вестник БухГУ, Бухара, 2024, №4, с. 78-83.

4. У.Р. Рустамов. Измерение магнитной циркулярно-поляризованной люминесценции в кристаллах гольмий-содержащих гранатов. // Вестник НУУз, Ташкент, 2024, №3/1, с. 500-504.

GALAKATIKALAR GURUHLARI MORFOLOGIYASI: GURUHLARDA GALAKTIKALAR TAQSIMOTI

Abduraxmonova Shoxsanam Rustam qizi

Toshkent viloyati Qibray tumani 1-sonli umumta’lim maktabi fizika va astronomiya fani o‘qituvchisi.

Annotatsiya. Galaktikalar guruhlarida galaktikalarning morfologik va fazoviy taqsimlanishi tahlil qilingan. 408 ta guruhdan iborat katalog asosida spiral, elliptik va noto‘g‘ri galaktikalarning ulushi aniqlangan. Spiral galaktikalar 93%, elliptiklar 5%, noto‘g‘ri galaktikalar 2% ni tashkil etishi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: galaktikalar guruhlari, morfologik taqsimlanish, spiral galaktikalar, elliptik galaktikalar, Hubble sinflashtirishi, galaktika zichligi.

Galaktikalar guruhlarida galaktikalarning taqsimlanishi ma’lum bir gravitatsion bog‘langan tizim (guruh yoki to‘da) ichida galaktikalarning fazoviy (radius bo‘yicha), son zichligi va massa zichligi qanday qonuniyat asosida joylashgani tushuniladi. Bu taqsimlanish asosan qorong‘u modda hosil qilgan gravitatsion potensial bilan belgilanadi.

Julio Navarro, Carlos Frenk va Simon White tomonidan 1997-yilda olib borilgan tadqiqot natijasida qorong‘u modda galolarining tuzilishini ifodalovchi universal model yaratildi. Ushbu model galaktika, galaktikalar guruhlari va to‘dalar ichida moddaning qanday taqsimlanishini yagona qonuniyat asosida tushuntirib beradi. Ularning asosiy yutug‘i shundan iboratki, turli masshtabdagi kosmik obyektlar – kichik galaktikalardan tortib yirik to‘dalargacha – bir xil ichki tuzilishga ega ekanligi ilmiy jihatdan isbotlandi. Ya’ni, moddaning markazdan

chetga qarab kamayish tartibi barcha tizimlarda o‘xshash bo‘ladi. Bu esa koinot tuzilishi tasodifiy emas, balki umumiy fizik qonuniyatlarga bo‘ysunishini ko‘rsatdi [1].

Galaktikalar guruhlarida morfologik taqsimlanishning eng muhim empirik qonuniyatlaridan biri bu galaktika shaklining mahalliy muhit zichligiga bog‘liqligidir. Bu yo‘nalishdagi fundamental tadqiqotlar Alan Dressler (1980) hamda Marc Davis va John Huchra (1984) tomonidan olib borilgan ishlarda shakllantirilgan.

Dressler (1980) birinchi bo‘lib boy galaktikalar to‘dalarida morfologik tarkibning fazoviy zichlik bilan kuchli korrelyatsiyaga ega ekanligini tizimli ravishda ko‘rsatdi. Uning kuzatuvlariga ko‘ra, to‘da markazlarida elliptik va S0 galaktikalar ustun bo‘lib, spiral galaktikalar ulushi keskin kamayadi. Bu natija galaktikalar shakli faqat ichki evolyutsiyaga emas, balki tashqi muhit – ya’ni to‘da zichligiga ham bog‘liq ekanligini isbotladi [2].

Keyingi bosqichda Postman va Geller (1984) ushbu bog‘liqlikni kengroq statistik tanlov asosida tahlil qilib, morfologik taqsimlanishning yanada aniq “morfologiya–zichlik munosabati” sifatida ishlashini ko‘rsatdilar. Ular spiral galaktikalar ulushi zichlik kamaygan sari ortishini, elliptik galaktikalar esa yuqori zichlik hududlarida konsentratsiyalashganini tasdiqladilar. Bu natija galaktikalar evolyutsiyasida muhitning hal qiluvchi rolini yanada mustahkamladi [3].

Bundan tashqari galaktikalar guruhlari ko‘pincha fazoviy struktura, zichlik va o‘lcham va morfologik jihatdan tasniflanadi. Quyida 4 ta galaktikalar guruhlarida galaktikalar morfologik jihatdan qanday taqsimlanishini ko‘rib chiqaylik:

1. Loose (bo‘sh) galaktikalar guruhlari past zichlikka ega bo‘lib, galaktikalarning o‘zaro tortishish kuchi pastroq. Bu muhitda spiral galaktikalar 50-70% ni, elliptik galaktikalar 10-20% ni tashkil etadi. Noto‘g‘ri galaktikalar ham nisbatan ko‘p uchraydi, S0 galaktikalar esa kamroq. Past zichlik sababli galaktikalar o‘zaro kam tortishadi, gaz yo‘qotilishi sekin kechadi. Shuning uchun spiral struktura saqlanib qoladi. Bo‘sh ghuruhlar - yosh va evolutsion jihatdan kam rivojlangan tizimlar hisoblanadi [4,5].

2. Kompakt guruhlar yuqori zichlikka ega, galaktikalar orasidagi masofa kichik. Elliptik va S0 galaktikalar ulushi 60-80% ni tashkil etadi. Spiral galaktikalar kamroq 20-30% ga yetadi. Noto‘g‘ri galaktikalar deyarli yo‘q [6].

3. Markaziy E-dominant guruhlarda markazda bitta juda katta elliptik yoki cD galaktika mavjud. Atrofda S0 va elliptik galaktikalar ko‘p. Spiral galaktikalar tashqi sohalarda uchraydi. E va S0 galaktikalarning ulushi 70-90% ni tashkil etadi, spiral galaktikalarning ulushi 10-30% ni tashkil etadi. Buning sababi, markaziy galaktika ko‘plab kichik galaktikalarni o‘ziga “yutib” o‘sadi, dinamik relaksatsiya jarayoni kuchli, issiq gaz muhiti spiral galaktikalarni evolutsiyaga majbur qiladi [7].

4. Fossil guruhlar – bu markaziy qismida yagona yirik elliptik galaktika hukmronlik qiladigan va ichki hududlarda yorqin galaktikalarning sezilarli

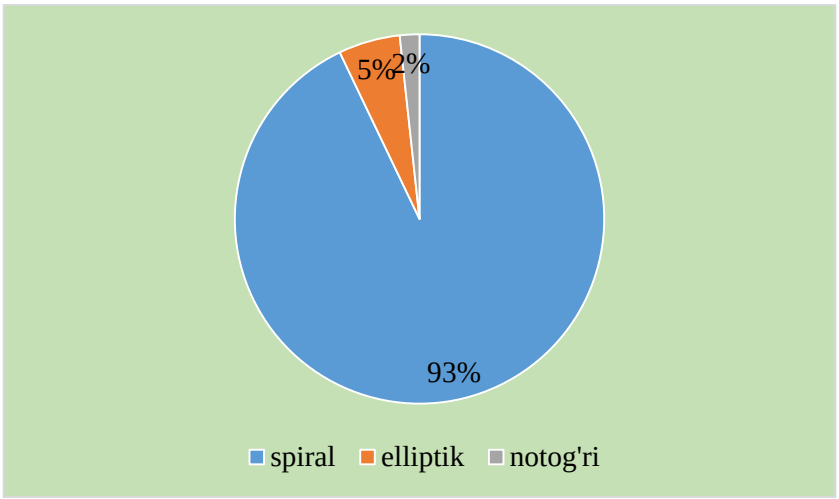
darajada yetishmasligi bilan ajralib turadigan galaktik tizimlardir. Ularning asosiy xususiyati – markaziy dominant galaktika va undan keyingi eng yorqin galaktikalar orasida kamida ikki magnitudali farq mavjudligi, shuningdek, ular yuqori darajada rentgen nurlanishiga ega bo‘lib, ($L_{X,bol}>10^{42}h_{50}^{-2}ergs^{-1}$)qiymatni tashkil qiladi. Shu sababli, fossil guruhlar ko‘plab xususiyatlari bo‘yicha odatiy galaktika to‘dalariga o‘xshash hisoblanadi: ularning gravitatsion massasi katta va ichki galaktikalararo muhit harorati ba’zan 4 keV dan oshadi. Elliptik galaktikalarmutlaq ustun, 80-95% ni tashkil etadi. S0 galaktikalar mavjud. Spiral galaktikalar juda kam yoki yo‘q [8].

408 ta galaktikalar guruhidan iborat katalogni morfologik sinf bo‘yicha tahlilini ko‘rib chiqaylik.



1-rasm. Galaktikalar guruhlarining morfologik sinf bo‘yicha taqsimlanishi.

Tuzilgan maxsus katalog galaktikalar guruhini Hubble morfologik sinflashtirishi orqali taqsimlanishini tahlil qiladigan bo‘lsak, spiral gakatikalar guruhlari jami 379 ta, elliptik galaktika guruhlari 22 ta va noto‘g‘ri galaktika guruhlari 7 tani tashkil etadi.



2-rasm. Galaktikalar guruhlarining morfologik sinf bo‘yicha taqsimlanishi.

Galaktikalar guruhlarini foiz ulushlarida tahlil qilsak, spiral galaktikalar 93%, elliptik galaktikalar 5%, noto‘g‘ri galaktikalar 2% ekanligini bilish mumkin. Bu degani tuzilgan maxsus katalogda bo‘sh (loose) guruhlar soni ko‘p bo‘lishi ehtimolini bildiradi. Sababi, guruh tarkibida spiral galaktikalar ulushi yuqori, elliptik galaktika soni kam, yulduz hosil bo‘lish jarayoni faol. Kompakt guruhlar bo‘lishi ehtimoli past. Chunki, guruh tarkibida Elliptik va S0 galaktikalar ko‘p bo‘lishi, o‘zaro ta’sir kuchli, spiral galaktikalar ulushi past bo‘lishi kerak. Bizda esa spiral galaktikalar ko‘p. Markazlashgan E-dominant guruhi bo‘lish ehtimoli juda past. Buning uchun markazda gigant elliptik galaktika bo‘lishi kerak va elliptik galaktikalar ulushi yuqori bo‘lishi zarur. Bizda esa faqatgina 5% ni ko‘rsatyapti. Fossil guruh bo‘lish ehtimoli deyarli yo‘q. Fossil guruhi bo‘lishi uchun markazda juda yorqin elliptik galaktika bo‘lishi kerak, spiral galaktikalar soni kam bo‘lishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Navarro, J. F., Frenk, C. S., & White, S. D. M. (1997). // *A universal density profile from hierarchical clustering*. // The Astrophysical Journal, 490(2), 493–508.

2. Dressler, A. // Galaxy morphology in rich clusters: Implications for the formation and evolution of galaxies. // *The Astrophysical Journal, 236,* 351–365.

3. Postman, M., & Geller, M. J. // The morphology–density relation in clusters of galaxies. // *The Astrophysical Journal, 281*, 95–99.

4. https://astronomy.swin.edu.au

5. Trasarti-Battistoni, R.// Loose groups of galaxies in the Perseus–Pisces survey// Astronomy and Astrophysics Supplement Series, 130, 341–358.

6. Helsdon S. F., Ponman T. J. // Are X-ray properties of loose groups different from those of compact groups? // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS). – 2000. – Vol. 315. – P. 356–364

7. Helsdon, S. F., O‘Sullivan, E. J., & Ponman, T. J // The X-ray properties of galaxies in groups. // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 000, 1-18.

8. Ponman, T. J., Allan, D. J., Jones, L. R., Merrifield, M., McHardy, I. M., Lehto, H. J., & Luppino, G. A. // The Birmingham–CfA cluster scaling project – II. NGC 1132: A fossil galaxy group? // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 269, 151–164.

GALAKATIKALAR GURUHLARI MORFOLOGIYASI: GURUHLARNING SINFLASHTIRISH MUAMMOLARI

Kutlimuratov Sardor Sharipbayevich[1], Abduraxmonova Shoxsanam Rustam qizi[2]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi dotsenti, p.f.f.d. (PhD), dotsent.

[2]Toshkent viloyati Qibray tumani 1-sonli umumta’lim maktabi fizika va astronomiya fani o‘qituvchisi.

Annotatsiya. Galaktikalar guruhlarining massa va tezlik dispersiyasi kabi fizik parametrlar asosida sinflashtirilishi tahlil qilindi. 408 ta galaktikalar guruhidan iborat katalog ma’lumotlari asosida ularning statistik taqsimoti o‘rganilib, kichik massali va past tezlik dispersiyasiga ega guruhlar ustunlik qilishi aniqlangan. Olingan natijalar galaktikalar guruhlarining dinamik va evolyutsion xususiyatlarini baholashda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: galaktikalar guruhlari, morfologiya, massa, tezlik dispersiyasi, sinflashtirish, evolyutsiya, statistik tahlil.

Galaktikalar guruhlari morfologiyasi – galaktikalar tizimining fazoviy tuzilishi, zichlik parametrlari, markazlashuv darajasi va dominant komponentlar mavjudligini tavsiflovchi fizik ko‘rsatkichlar majmuasidir. U galaktikalar evolyutsiyasi, muhit ta’siri va kosmologik tuzilmalarning shakllanish mexanizmlarini aniqlashda asosiy metodologik vosita hisoblanadi. Galaktikalar guruhlarini morfologiyasini tahlil qilishda zichlik, massa, tezlik dispersiyasi, yorqinlik, galo massasi va qorong‘u modda taqsimoti kabi parametrlar muhim ahamiyatga ega. Ushbu fizik parametrlar yordamida galaktika guruhlari ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan turli xil metodlar orqali o‘rganilib sinflashtirilgan. Galaktikalar guruhlarining sinflashtirilishi astrofizika va kosmologiyaning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Galaktikalar guruhlarining evolutsion holatiga ko‘ra sinflashtirilishi turli davrlarda faoliyat yuritgan olimlarning ilmiy ishlari asosida shakllangan bo‘lib, ular galaktikalar va ularning guruhlari evolyutsiyasining turli jihatlarini yoritib bergan.

Gerard de Vaucouleurs [1] tomonidan taklif etilgan kengaytirilgan morfologik tizim galaktikalar evolyutsiyasining uzluksiz va murakkab jarayon ekanligini asoslab berdi. U galaktikalar o‘zaro ta’siri va tashqi muhit ta’sirida morfologik o‘zgarishlarga uchrashini ko‘rsatdi.

Pol Hickson [2] tomonidan aniqlangan kompakt galaktikalar guruhlari esa yuqori zichlikdagi tizimlarda evolyutsiya jarayonlari tezroq kechishini isbotladi. Ushbu guruhlar galaktikalararo to‘qnashuvlar va birlashishlar orqali qisqa vaqt ichida sezilarli o‘zgarishlarga uchraydi.

Katta masshtabli strukturalarni o‘rganishda Jaan Einasto muhim hissa qo‘shib, galaktikalar guruhlari “Kosmik to‘r” tarkibida joylashganligini va ularning evolyutsiyasi makrostruktura bilan chambarchas bog‘liqligini ko‘rsatdi.

Bu yondashuv galaktikalar tizimlarini global kosmologik kontekstda o‘rganish zarurligini ta’kidladi [3].

Zamonaviy nazariy asos esa Simon White va Carlos Frenk tomonidan ishlab chiqilgan “Hierarchical formation” modeli bilan bog‘liq bo‘lib, unga ko‘ra galaktika guruhlari kichik tizimlarning bosqichma-bosqich birlashuvi natijasida shakllanadi. Ushbu model galaktika evolyutsiyasini qorong‘i modda halolari, gaz dinamikasi va gravitatsion jarayonlar asosida tushuntiradi [4].

Shunday qilib, turli ilmiy yondashuvlarni umumlashtirgan holda galaktika guruhlari evolyutsiyasi quyidagi asosiy bosqichlar orqali ifodalanadi:

1. boshlang‘ich (yosh) guruhlar,
2. rivojlanayotgan tizimlar,
3. dinamik muvozanatga yaqinlashgan yetuk guruhlar,
4. evolyutsiyaning yakuniy bosqichi hisoblangan “fossil” guruhlar.

Galaktikalar guruhlarini statistik tahlil qilish ishlari Marc Davis va Michael Geller tomonidan olib borilgan. Ular qizilga siljish kuzatuvlari asosida galaktika guruhlarini aniqlab, ularning umumiy yorqinligi va massaviy xususiyatlarini o‘rgandilar. Ushbu tadqiqotlar natijasida galaktika tizimlarining massa va yorqinlik bo‘yicha taqsimoti uzluksiz bo‘lsa-da, amaliy jihatdan ularni uch asosiy sinfga – past, o‘rta va yuqori ko‘rsatkichli guruhlarga ajratish mumkinligini aniqlashgan [5].

Empirik kuzatuvlar asosida Brent Tully tomonidan yaqin galaktikalar guruhlari kataloglashtirilib, ularning umumiy yorqinligi va dinamik massasi hisoblandi. Tully tadqiqotlari galaktikalar guruhlarini kichik (past massa va yorqinlik), o‘rta va katta (yuqori massa va yorqinlik) tizimlarga ajratish amaliy jihatdan qulay va asosli ekanligini ko‘rsatdi. Bu yondashuv kuzatuv ma’lumotlariga tayangan holda uch bosqichli sinflashtirishni mustahkamladi [6].

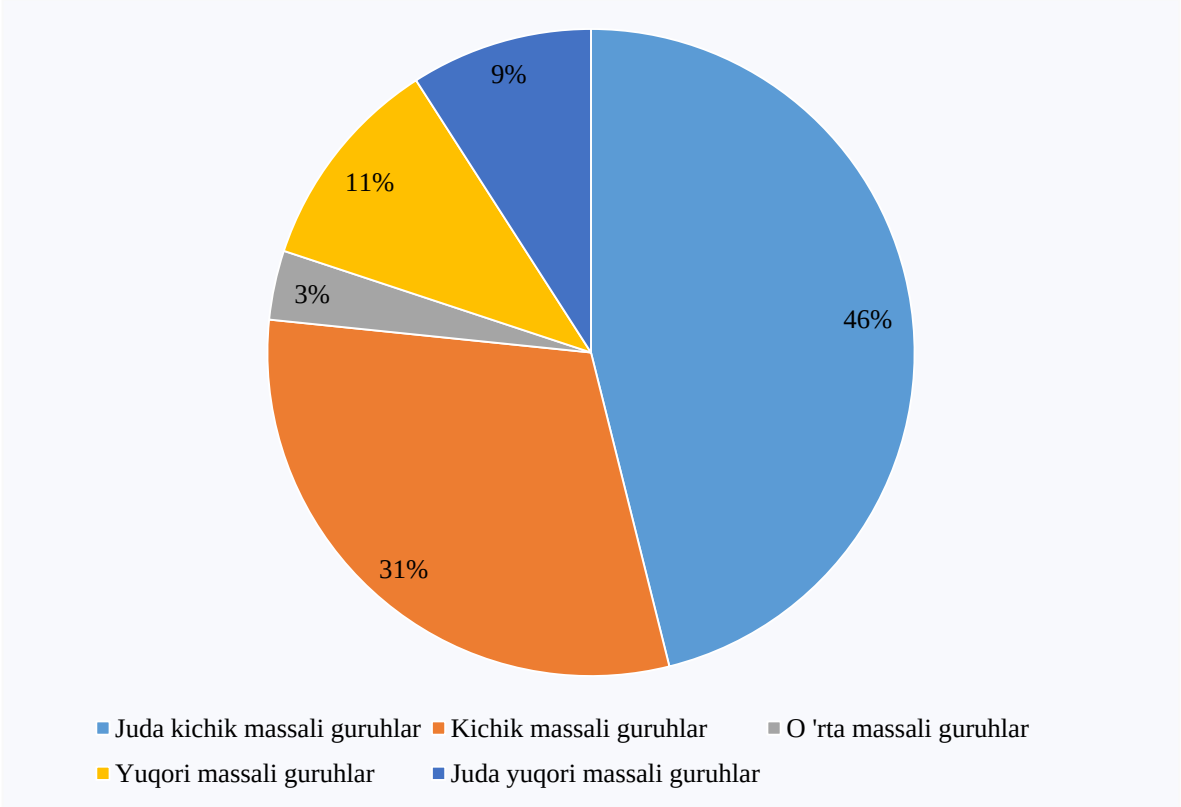
Galaktikalar guruhlarini massa va yorqinlik bo‘yicha uch darajali (past, o‘rta, yuqori) sinflashtirish – kuzatuv va nazariy natijalarning umumlashtirilgan ko‘rinishidir. Ushbu sinflashtirish bitta muallif tomonidan emas, balki bir nechta olimlarning tadqiqotlari natijasida shakllangan ilmiy konsensus hisoblanadi.

Past massali va past yorqinlikka ega guruhlar odatda evolyutsiyaning boshlang‘ich bosqichida bo‘lsa, yuqori massali va yuqori yorqinlikli tizimlar evolyutsion jihatdan rivojlangan hisoblanadi. Nazariy modellar va kuzatuv natijalari o‘zaro mos kelib, galaktikalar tizimlarining ierarxik shakllanish modelini tasdiqlaydi. Shunday qilib, galaktikalar guruhlarini massa va yorqinlik asosida uch bosqichli sinflashtirish zamonaviy kosmologiyada muhim ilmiy vosita bo‘lib, u galaktikalar tizimlarining tuzilishi, evolyutsiyasi va koinotdagi modda taqsimotini chuqur tushunishga xizmat qiladi.

Biz ham 408 ta galaktikalar guruhidan iborat maxsus katalogdagi guruhlar parametrlarini tahlil qildik. Guruhlarning sinflashtirilishiga massa bo‘yicha taqsimotini nomzod sifatida kiritdik.

Bunda guruhlar 5 ta sinfga ajraladi. Birinchi sinf 10^{12}-$2{,}1\cdot10^{13} M_{\odot}$ qiymat oralig‘ini “Juda kichik massali guruhlar” sinfi, ikkinchi sinf

$2{,}3\cdot10^{13}$-$3{,}7\cdot10^{13}\,M_{\odot}$ oraliqni “Kichik massali guruhlar” sinfi, uchinchi sinf $3{,}9\cdot10^{13}$-$4{,}3\cdot10^{13}\,M_{\odot}$ oraliqni “O‘rta massali guruhlar” sinfi, to‘rtinchi sinf $4{,}9\cdot10^{13}$-$6{,}3\cdot10^{13}\,M_{\odot}$ oraliqni “Yuqori massali guruhlar” sinfi hamda beshinchi sinfni $6{,}9\cdot10^{13}$-$1{,}9\cdot10^{14}\,M_{\odot}$ oraliqni “Juda yuqori massali guruhlar” sinfiga ajratish mumkin.

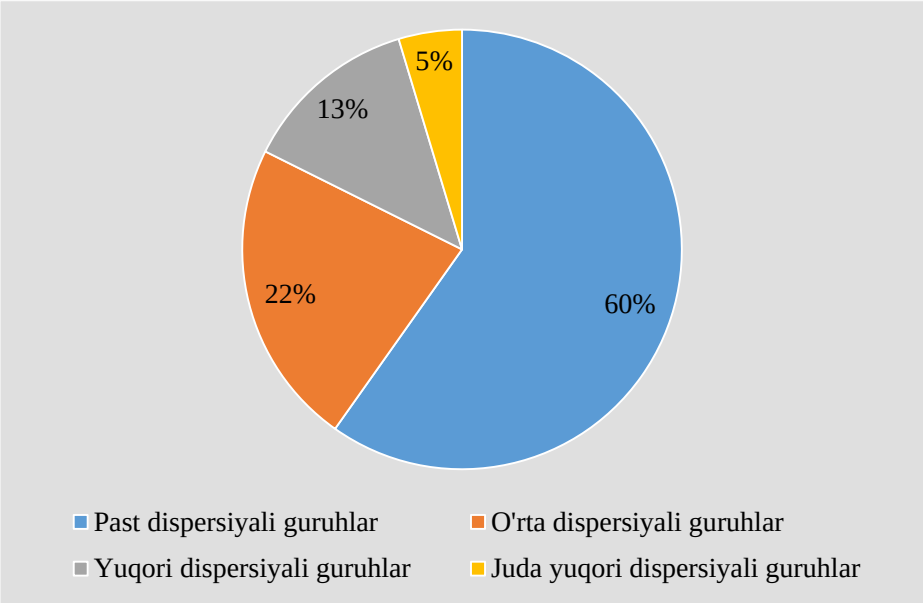


1-rasm. Galaktikalar guruhlarini massa bo‘yicha sinflashtirish

Demak, “Juda kichik massali guruhlar” 46% ni, “Kichik massali guruhlar” 31% ni, “O‘rta massali guruhlar” 3% ni, “Yuqori massali guruhlar” 11% ni, “Juda yuqori massali guruhlar” 9% ni tashkil qiladi. Bundan shunday xulosaga kelish mumkinki, koinotda kichik massali galaktika guruhlari ko‘proq uchraydi, katta massali guruhlar kamroq uchraydi.

Bundan tashqari guruhlarni sinflashtirishga nomzod sifatida tezlik dispersiyasi bo‘yicha tahlil natijalarini keltirish mumkin.

Ushbu sinflashtirishda birinchi sinf 0-230 km/s oralig‘i “Past dispersiyali guruhlar” sinfi, ikkinchi sinf “O‘rta dispersiyali guruhlar sinfi”, uchinchi sinf “Yuqori dispersiyali guruhlar sinfi” hamda to‘rtinchi sinf “Juda yuqori dispersiyali guruhlar” sinfiga ajraladi.



2-rasm. Galaktikalar guruhlarining dispersiya bo‘yicha sinflashtirilishi.

Tuzilgan maxsus katalogda “Past dispersiyali guruhlar” sinfi 60% ni, “O‘rta dispersiyali guruhlar” sinfi 22% ni, “Yuqori dispersiyali guruhlar” sinfi 13% ni va “Juda yuqori dispersiyali guruhlar” sinfi 5% ni tashkil qiladi.

Massa va guruhlar soni bilan tezlik dispersiyasi va guruhlar soni orasidagi ikkala bog‘lanish grafiklarini birgalikda tahlil qilsak, koinotda kichik massali va past tezlik dispersiyasiga ega galaktika guruhlari ko‘p, lekin katta massali va yuqori tezlik dispersiyasiga ega guruhlar kam deb xulosa qilish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. de Vaucouleurs, G. // Classification and morphology of external galaxies. // *Handbuch der Physik*, 53, 275–310.

2. Hickson. P // Systematic properties of compact groups of galaxies. // Astrophysical Journal, 255, 382–391.

3. C. M. Carollo, A. Cibinel, S. J. Lilly, F. Miniati, P. Norberg, J. D. Silverman, J. van Gorkom, E. Cameron, A. Finoguenov, Y. Peng, A. Pipino, C. S. Rudick // The Zurich Environmental Study (ZENS) of Galaxies in Groups along the Cosmic Web. II. Galaxy Structural Measurements and the Concentration of Morphologically Classified Satellites in Diverse Environments // The Astrophysical Journal, Volume 776, Issue 2, article id. 72, 49 pp. (2013).

4. Einasto, J., Joeveer, M., & Saar, E. // Structure of superclusters and supercluster formation. // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 193(2), 353–375.

5. R. Brent Tully. // Nearby Galaxy Catalog. // Cambridge University Press.

6. Davis, M., & Geller, M. // Galaxy groups and large-scale structure. // Astrophysical Journal.

RAMAN SPEKTRLARI YORDAMIDA 3-ETILPIRIDIN MOLEKULASINING TEBRANMA HARAKATLARINI TADQIQ QILISH

Xudoyberdiyeva Dilafruz Boykulovna[1], Usmonjonov Asadbek[2]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi dotsenti v.b.,f.-m.f.f.d. (PhD),

[2]Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi magistranti

Annotatsiya. 3-Etilpiridin (C_7H_9N) molekulasi piridin halqasi va etil o‘rinbosaridan iborat bo‘lib, azot atomi yolg‘iz elektron juftiga ega. Tezisda uning sof suyuq holatidagi Raman spektrini, ayniqsa 100–1000 cm^{-1} diapazonini, molekulalararo ta’sirlashuvlar nuqtai nazaridan talqin qilishning nazariy-metodik asoslari ko‘rib chiqiladi. Mavjud adabiyotlar tahlili asosida molekula ichidagi tebranishlarni (halqa deformatsiyasi, etil guruhi torsiyasi) suyuqlikka xos kollektiv va libratsion harakatlardan ajratish mezonlari, izolyatsiyalangan molekula hisoblashlarining cheklovlari va dimer modellari uchun hisoblash rejasi bayon etiladi. Raman chastotasining siljishi molekulalararo ta’sirlashuv energiyasining bevosita o‘lchovi emasligi va past chastotali chiziqlarni avtomatik ravishda molekulalararo deb tayinlash mumkin emasligi asoslanadi. Ishning maqsadi kelgusi tajriba va hisoblashlar uchun tekshiriladigan ishchi mezonlar to‘plamini shakllantirishdir.

Kalit so‘zlar: Raman spektroskopiyasi; 3-etilpiridin; molekulalararo ta’sirlashuv; past chastotali spektr; libratsion harakat; zichlik funksionali nazariyasi (DFT).

Molekulyar suyuqliklarning xossalari molekulalararo kuchlar, ya’ni doimiy dipol–dipol ta’sirlashuv, London dispersiya kuchlari va qisqa masofali itarishish bilan belgilanadi. Aromatik azotli geterotsikllar bu jihatdan qiziqarli, chunki azotning yolg‘iz juftligi vodorod bog‘i akseptori bo‘la oladi. Biroq sof 3-etilpiridinda vodorod bog‘i donori yo‘q, shuning uchun azot atomining mavjudligi o‘z-o‘zidan an’anaviy vodorod bog‘i hosil bo‘lishini isbotlamaydi. Bu masala dalillar bilan alohida tekshirilishi kerak.

Raman spektroskopiyasi molekula ichidagi tebranishlarni ham, past chastotalarda suyuqlikning kollektiv dinamikasini ham qayd etadi. Suyuq piridin va benzolda optik Kerr effekti (OKE) usuli bilan past chastotali, Raman-faol molekulalararo modalar kuzatilgan [4, 5]. 3-Etilpiridinning FT-Raman va FT-IR spektrlari 4000–100 cm^{-1} oralig‘ida yozilgan va HF/B3LYP hisoblashlari bilan solishtirilgan [1]. Ammo bu hisoblashlar izolyatsiyalangan molekulaga tegishli bo‘lib, suyuqlik muhitining ta’sirini alohida baholamaydi. Shu sabab bu tezis mavjud tayinlovlarni takrorlamaydi, balki suyuqlikka xos ta’sirlarni ajratish uchun asoslangan yondashuvni taklif qiladi.

Raman sochilishi tebranish davomida molekula qutblanuvchanlik tenzori α ning o‘zgarishi bilan bog‘liq. Intensivlik birinchi yaqinlashishda $I \propto |\partial\alpha/\partial Q|^2$ ga mutanosib (Q - normal koordinata). Amalda unga sochilgan yorug‘lik chastotasi va issiqlik populyatsiyasi omillari ham qo‘shiladi. Suyuqlikda qutblanuvchanlik

tenzori molekulalararo ta’sirlar bilan modulyatsiyalanadi. Past chastotali intensivlikning hosil bo‘lishida dipol-induksiyalangan dipol (DID) mexanizmi muhim rol o‘ynashi mumkin [8].

Raman spektrning 100–1000 cm^{-1} diapazonida bir-biriga tushuvchi quyidagi hissalar kutiladi:

- piridin halqasining deformatsion va skelet tebranishlari, shu jumladan halqa va o‘rinbosarning bog‘langan harakatlari;
- etil guruhining torsion va deformatsion harakatlari;
- suyuqlikning libratsion va translyatsion kollektiv harakatlari (odatda past chastotalarda, keng va kuchli qoplanuvchi kontur ko‘rinishida).

Molekula ichidagi tebranishlar odatda torroq va harorat hamda muhitga kuchsizroq sezgir bo‘ladi. Kollektiv harakatlar esa keng kontur beradi va ko‘pincha OKE yoki kamaytirilgan spektr zichligi (Bose–Eynshteyn tuzatmali) ko‘rinishida tahlil qilinadi [4, 5]. Shunga qaramay, bu ajratish mutlaq emas va har bir tayinlovning ishonchliligi alohida baholanadi.

Doimiy dipol–dipol va dispersiya ta’sirlari, qisqa masofali itarishish hamda molekulalarning orientatsion korrelatsiyalari chiziq siljishi, kengayishi va intensivlik o‘zgarishlari orqali bilvosita namoyon bo‘lishi mumkin. Ammo chastota siljishi ta’sirlashuv energiyasiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri teng emas, chiziq intensivligi kuch o‘lchovi emas, bitta chiziqdan yagona molekulyar geometriyani xulosa qilib bo‘lmaydi. “Vodorod bog‘li tarmoq” yoki “zanjir” atamalari faqat tuzilmaviy, hisoblash yoki spektroskopik dalil bo‘lganda ishlatiladi.

Suyuq 3-etilpiridin uchun 100–1000 cm^{-1} sohasida molekula ichidagi va kollektiv hissalar qoplanishi mumkin, shuning uchun har bir tayinlash mustaqil dalil talab qiladi. Sof suyuqlikda azot atomi vodorod bog‘i akseptori bo‘la olsa-da, donor yo‘qligi sababli an’anaviy vodorod bog‘i haqidagi taxmin dalillar bilan tekshirilishi kerak. Izolyatsiyalangan molekula hisoblashlari suyuqlikning barcha kollektiv effektlarini qayta yarata olmaydi. Dimer va klaster modellari qo‘shimcha ma’lumot beradi, ammo bitta dimer suyuqlikni to‘liq ifodalamaydi. Past chastotalarda OKE yoki kamaytirilgan spektr zichligi tahlili bilan hisoblashlarni solishtirish kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1.Shakila G., Periandy S., Ramalingam S. Molecular structure and vibrational analysis of 3-Ethylpyridine using ab initio HF and density functional theory (B3LYP) calculations. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy,Volume 78, Issue 2,2011, Pages 732-739, ISSN 1386-1425, https://doi.org/10.1016/j.saa.2010.12.005.

2. F.Partal Ureña, M.Fernández Gómez, J.J.López González, E.Martínez Torres, A new insight into the vibrational analysis of pyridine, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, Volume 59, Issue 12, 2003, Pages 2815-2839, ISSN 1386-1425, https://doi.org/10.1016/S1386-1425(03)00082-9

3. T.D Klots, Raman vapor spectrum and vibrational assignment for pyridine1Contribution number 370 from the Bartlesville Thermodynamics Group.1, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, Volume 54, Issue 10, 1998, Pages 1481-1498, ISSN 1386-1425, https://doi.org/10.1016/S1386-1425(98)00054-7

4. Dale McMorrow, William T. Lotshaw, Evidence for low-frequency (≈ 15 cm−1) collective modes in benzene and pyridine liquids, Chemical Physics Letters, Volume 201, Issues 1–4, 1993, Pages 369-376, ISSN 0009-2614, https://doi.org/10.1016/0009-2614(93)85085-3

5. Ismael A. Heisler, Stephen R. Meech; Low-frequency isotropic and anisotropic Raman spectra of aromatic liquids. J. Chem. Phys. 7 May 2010; 132 (17): 174503. https://doi.org/10.1063/1.3408288

6. Boys, S. F., & Bernardi, F. (1970). The calculation of small molecular interactions by the differences of separate total energies. Some procedures with reduced errors. Molecular Physics, 19(4), 553–566. https://doi.org/10.1080/00268977000101561

7. Yanji Qu, Haixin Wang, Jiaqiang Wang, Lu Xing, Wenhui Fang, Zhenguo Dou, Zhiwei Men; Investigating the H-Bond Network of Pyridine–Water Aqueous Solutions by Raman Spectroscopy and DFT. ACS Omega 13 January 2026; 11 (1): 2097–2103.https://doi.org/10.1021/acsomega.5c10822

8. Hajime Torii, Extended dipole-induced dipole mechanism for generating Raman and optical Kerr effect intensities of low-frequency dynamics in liquids, Chemical Physics Letters, Volume 353, Issues 5–6, 2002, Pages 431-438, ISSN 0009-2614, https://doi.org/10.1016/S0009-2614(02)00043-X

KONDENSIRLANGAN MUHIT TUZILISHINI O‘RGANISHDA MOLEKULALARARO TA’SIRLASHUVLARNING TEBRANISH SPEKTRLARIGA TA’SIRI VA PAST CHASTOTALI RAMAN CHIZIQLARINING TAHLILI

Xudoyberdiyeva Dilafruz Boykulovna[1], Abdumalikova Gulbahor[2]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi dotsenti v.b.,f.-m.f.f.d. (PhD),

[2]Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi magistranti

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida suyuq brombenzolning Raman sochilish spektridagi past chastotali chiziqlar va ularning molekulyar dinamik jarayonlar bilan bog‘liqligi ko‘rib chiqiladi. Raman spektroskopiyasi kondensirlangan muhitdagi tebranish xususiyatlarini hamda molekulalararo ta’sirlashuvlarning spektral ko‘rinishlarini o‘rganish imkonini beradi. Xona haroratida 50–3200 cm^{-1} diapazonda olingan spektrda past chastotali sohada 133 va 266 cm^{-1}, shuningdek 624 cm^{-1} atrofida intensiv chiziqlar qayd etilgani avvalgi tadqiqotda bayon qilingan. 266 cm^{-1} chiziqning kvant-kimyoviy hisoblash natijasi bilan yaqinligi uning tebranishni muhokama qilishga asos bo‘ladi. Past chastotali

spektrni talqin qilishda molekula ichidagi deformatsion tebranishlar va ayrim atom guruhlarining aylanish harakatlarini farqlash zarurligi ta’kidlanadi.

Kalit so‘zlar: Raman spektroskopiyasi, brombenzol, past chastotali spektr, molekulalararo ta’sirlashuv, torsion harakat, kondensirlangan muhit.

Raman spektroskopiyasi molekulalarning tebranish holatlari va kondensirlangan muhitdagi dinamik jarayonlarni o‘rganishda muhim eksperimental usullardan biridir. Suyuqliklarda kuzatiladigan spektral chiziqlarning joylashuvi, intensivligi va kengligi molekulaning ichki tuzilishi bilan bir qatorda molekulalararo muhitga ham bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shu sababli Raman spektrini tahlil qilishda molekula ichidagi tebranishlarni suyuqlikdagi orientatsion va kollektiv harakatlardan farqlash muhim hisoblanadi.

Brombenzol (C_6H_5Br) monogalogenlangan aromatik birikma bo‘lib, uning past chastotali Raman spektrida molekulyar deformatsiyon va atom guruhlarining aylanish harakatlari bilan bog‘liq xususiyatlar namoyon bo‘lishi mumkin. Biroq past chastotali sohadagi har bir chiziqni bevosita molekulalararo tebranishga bog‘lash to‘g‘ri emas; tayinlovlar tajribaviy kuzatuvlar va nazariy hisoblashlar bilan birgalikda baholanishi kerak.

Tadqiqotning maqsadi – suyuq brombenzolning Raman spektridagi past chastotali chiziqlarni ko‘rib chiqish hamda ularni molekulyar tebranishlar va aylanish harakatlari nuqtayi nazaridan talqin qilish imkoniyatlarini yoritish.

Manba maqolasida Raman spektrlari STR250 konfokal Raman spektrometri yordamida olingani ko‘rsatilgan. Qo‘zg‘atuvchi lazer to‘lqin uzunligi 532 nm, spektrometrning spektral ajrata olish qobiliyati taxminan 1 cm^{-1} bo‘lgan. Suyuq namuna kvars kyuvetaga joylashtirilgan va sochilgan nurlanish tushuvchi nurga nisbatan 180° geometriyada qayd etilgan. Spektral diapazon 50–3200 cm^{-1} ni qamrab olgan.

Raman chiziqlarining kengligini miqdoriy tahlil qilishda asbob funksiyasining spektral konturga ta’sirini hisobga olish lozim. Tajribada kuzatilgan chiziq kengligi haqiqiy chiziq kengligidan farq qilishi mumkin; shu bois asbobning instrumental kengayishini tuzatish zarur. Bunday tuzatish molekulyar muhitdagi relaksatsion jarayonlarni spektral chiziq shakli orqali tahlil qilishda muhimdir.

Maqolada xona haroratida olingan brombenzol Raman spektrining past chastotali qismida ko‘plab chiziqlar kuzatilgani qayd etilgan. Eng intensiv chiziqlardan biri 266 cm^{-1} da joylashgan bo‘lib, u kvant-kimyoviy hisoblashda olingan qiymatga yaqin deb ko‘rsatilgan. Shuningdek, 133 cm^{-1} va 624 cm^{-1} atrofida intensiv chiziqlar qayd etilgan. Ushbu kuzatuvlar past chastotali diapazonning molekulyar dinamikani tahlil qilishdagi ahamiyatini ko‘rsatadi.

Brombenzol kabi og‘ir atom saqlovchi molekulalarda past chastotali spektral chiziqlarni talqin qilishda molekulyar deformatsiyion hamda ayrim atom guruhlarining aylanish harakatlari ham ko‘rib chiqilishi mumkin. Bunday harakatlarning chastotasi potensial to‘siq balandligi va molekulaning geometrik parametrlariga bog‘liq. Maqolada potensial to‘siq hisoblari asosida aylanish

tebranishining hisoblangan chastotasi 240 cm^{-1}, tajribaviy qiymati esa 266 cm^{-1} deb berilgan; mualliflar farqni taxminan ±26 cm^{-1} doirasida baholagan.

Shu bilan birga, 266 cm^{-1} chiziqni faqat aylanish harakatiga tegishli deb qat’iy belgilash uchun qo‘shimcha nazariy va tajribaviy asoslash talab qilinadi. Past chastotali spektrda deformatsion tebranishlar ham mavjud bo‘lishi mumkin. Molekulalararo ta’sirlashuvlar spektral chiziqlarning shakli va kengligiga ta’sir ko‘rsatishi ehtimol, alohida mexanizm bilan bog‘lash mumkin.

Olingan yondashuvning muhim jihati shundaki, yuqori sezgirlikka ega Raman o‘lchovlari va asbobiy kengayishni hisobga oluvchi spektral tahlil past chastotali chiziqlarni ishonchliroq ajratishga yordam beradi. Bu esa murakkab molekulalarda ichki dinamik harakatlar va suyuqlik muhitining ta’sirini birgalikda o‘rganish uchun imkoniyat yaratadi.

Suyuq brombenzolning Raman spektrida past chastotali sohada intensiv chiziqlar kuzatilishi molekulyar dinamik jarayonlarni batafsil tahlil qilish zarurligini ko‘rsatadi. Maqolada qayd etilgan 133, 266 va 624 cm^{-1} chiziqlar spektrning muhim xususiyatlari sifatida ko‘rib chiqilgan; 266 cm^{-1} tajribaviy chiziq aylanish harakati uchun hisoblangan 240 cm^{-1} qiymat bilan taqqoslangan. Past chastotali chiziqlarning tayinlovi deformatsion tebranishlar va aylanish harakatlari ehtimolini hisobga olgan holda amalga oshirilishi kerak. Molekulalararo ta’sirlashuvlar haqidagi xulosalarni mustahkamlash uchun spektral chiziq kengliklarini instrumental tuzatish bilan baholash hamda eksperimental ma’lumotlarni kvant-kimyoviy hisoblashlar bilan birgalikda tahlil qilish muhimdir.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘xati:

1. Kirillov S.A., Morresi A., Paolatoni M. Recovery of the depolarization ratio of single lines from overlapping isotropic and anisotropic Raman profiles and assignment of molecular vibrations, with special reference to toluene and toluene-d8. Journal of Raman Spectroscopy, 2007, 38, 383–388.

2. Ka B.J., Geva E. Vibrational Energy Relaxation of Polyatomic Molecules in Liquid Solution via the Linearized Semiclassical Method. Journal of Physical Chemistry A, 2006, 110, 9555–9567.

3. Eshchanov B., Otajonov Sh., Isamatov A. Study of Molecular Dynamics of Condensed States of a Substance by Spectroscopy. Ukrainian Journal of Physics, 2014, 9(3), 254–256.

4. Eshchanov B., Otajonov Sh., Isamatov A., Babajanov D. Dynamics of Relaxation Processes in Liquids: Analysis of Oscillation and Orientation Spectra. Journal of Molecular Liquids, 2015, 202, 148–152.

5. Eshchanov B., Otajonov Sh., Xudoyberdiyeva D. Dynamics of rotational oscillations in molecules xylene by the low frequencies spectrum of the Raman scattering of light. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, 2020, 12(6 Special Issue), 713–718.

6. Tanabe K., Hiraichi J. Truncation effects on second moments of vibrational bands. Spectrochimica Acta, 1980, 36, 341.

SIRTDA KUCHAYTIRILGAN RAMAN SOCHILISHI VA ZAMONAVIY TADQIQOTLAR TAHLILI

Xudoyberdiyeva Dilafruz Boykulovna[1], Normurodova Sevinch Jabbor qizi [2]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi dotsenti v.b.,f.-m.f.f.d. (PhD),

[2]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika va astronomiya yo‘nalishi 3-kurs talabasi

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida sirtda kuchaytirilgan Raman sochilishining fizik asoslari, elektromagnit va kimyoviy kuchayish mexanizmlari hamda Ag va Au nanostrukturalarning roli adabiyotlar asosida tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: SERS, Raman sochilishi, lokal sirt plazmon rezonansi, kuchayish koeffitsiyenti, kumush va oltin nanostrukturalar.

Raman spektroskopiyasi molekulalarning tebranish holatlari haqida moddaga xos “barmoq izi” ma’lumotini beradi va namunani buzmasdan tahlil qilish imkonini beradi [1]. Biroq Raman sochilishi noelastik jarayon bo‘lib, uning samarali kesimi juda kichik, shu sababli oddiy Raman usulida oz miqdordagi moddani aniqlash qiyin [1]. 1974-yilda kumush elektrodda adsorbsiyalangan piridinning Raman signali kutilganidan ancha kuchli ekani kuzatildi; ortish taxminan 10^5 marta deb baholangan va dastlab g‘adir-budur metall sirt bilan elektron o‘zaro ta’sirga bog‘langan [2]. Keyinchalik bu hodisa SERS nomi bilan o‘rganildi va bugungi kunda ultrasezgir kimyoviy va biologik sensorlarning asosiy usullaridan biriga aylandi [1].

Rayleigh sochilishida foton energiyasi o‘zgarmaydi. Raman sochilishida esa foton molekula bilan energiya almashadi: sochilgan nurlanish chastotasi tushayotgan nur chastotasidan molekulaning tebranish chastotasiga farq qiladi, shu sababli Raman spektri molekulyar tebranishlarni aks ettiradi [1]. Signal intensivligi tushayotgan nur intensivligiga va tebranish koordinatasi bo‘yicha molekula qutblanuvchanligining o‘zgarishiga bog‘liq; kesim kichik bo‘lgani uchun signal zaif bo‘ladi [1].

SERSda metall nanostruktura yaqinidagi molekulalarning Raman signali bir necha tartibga ortadi, eng yaxshi hollarda juda kichik miqdordagi, hatto yakka molekulalarni aniqlash mumkin bo‘ladi [1,3]. Biroq kuchayish barcha molekulalar uchun bir xil emas: u molekulaning sirtga adsorbsiyasi va orientatsiyasiga, sirt bilan o‘zaro ta’siriga hamda o‘lchash sharoitiga bog‘liq; ayrim tebranish modalari faollashadi yoki susayadi [4].

Metall nanostruktura yorug‘lik bilan qo‘zg‘atilganda erkin elektronlarning kollektiv tebranishi – lokal sirt plazmon rezonansi yuzaga keladi va sirt yaqinida elektr maydon lokal ortadi [1]. Maydon ayniqsa nanozarrachalar orasidagi bir necha nanometrli oraliqlarda kuchli bo‘ladi; uning qiymati zarracha shakli va o‘lchamiga, oraliq kengligiga hamda lazer to‘lqin uzunligiga bog‘liq [1,5]. Molekula ham tushayotgan, ham sochilgan chastotada kuchaygan maydonni his qilgani uchun Raman signali taxminan maydonning to‘rtinchi darajasiga mos ortadi [6].

Molekula metall sirtiga adsorbsiyalanganda uning elektron holatlari metall holatlari bilan o‘zaro ta’sirlashadi, zaryad ko‘chishi imkoniyati paydo bo‘ladi va molekulaning Raman qutblanuvchanligi o‘zgaradi [1,4]. Elektromagnit kuchayishdan farqli ravishda bu mexanizm molekula–sirt juftligining aniq kimyoviy holatiga bog‘liq; shu sababli u ayrim tizimlardagina va ko‘pincha elektromagnit hissaga qo‘shimcha sifatida namoyon bo‘ladi, ikki mexanizm esa alohida baholanishi lozim [1,4].

Kuchayish koeffitsiyenti quyidagicha ifodalanadi:

$$K_k = (I_{SERS}/N_{SERS}) / (I_{Raman}/N_{Raman}), \quad (1)$$

bu yerda I_{SERS} va I_{Raman} – SERS va oddiy Raman signalining intensivligi, N_{SERS} va N_{Raman} – signal hosil qilishda ishtirok etgan molekulalar soni. K_k bitta molekuladan olinadigan signalning necha marta ortganini ko‘rsatadi. Amalda N_{SERS} ni baholash qiyin: molekulalarning faqat bir qismi bir necha nanometrli oraliqlarda joylashadi, adsorbsiya notekis bo‘lishi mumkin; shu sababli K_k qiymati qo‘llanilgan ta’rifga va molekulalar sonini baholash usuliga kuchli bog‘liq [3,5,7].

SERSda Ag va Au nanostrukturalari eng ko‘p qo‘llanadi, chunki ularning plazmon rezonansi ko‘rinadigan va yaqin infraqizil sohada bo‘lishi mumkin [1]. Ikki metallni mutlaq qoida bilan taqqoslab bo‘lmaydi: samaradorlik to‘lqin uzunligi, sirt holati, oksidlanish, tarkib va substrat geometriyasiga bog‘liq. Kumush ko‘pincha kuchliroq maydon beradi, lekin oksidlanishga moyil; oltin kimyoviy jihatdan barqarorroq, ammo bu faqat umumiy tendensiya [1].

Substratlar kolloid nanozarrachalar, g‘ovak va g‘adir-budur metall sirtlar, zarrachalar orasidagi tor oraliqlar hamda tartibli nanostrukturalardan iborat bo‘lishi mumkin; lokal maydon taqsimoti geometriyaga bog‘liq va signalning katta qismi kichik bir necha nanometrli oraliq hajmidan keladi [1,5].

Bell va hammualliflar turli laboratoriyalarda olingan SERS natijalari sezilarli farq qilishini ta’kidlab, substratlarni tavsiflash, K_k ni aniqlash va yaxshi analitik amaliyot bo‘yicha tavsiyalar bergan [7]. Le Ru va Auguié K_k ning ta’riflari, maksimal va o‘rtacha K_k farqi, EF taqsimoti va bir necha nanometrli oraliqlarning lokalizatsiyasini tahlil qilgan [5]; Norton va hammualliflar miqdoriy SERS uchun molekula–sirt o‘zaro ta’siri, sirt tanlov qoidalari hamda analitning eruvchanligi va sirtga yetib borishini muhim omillar deb ko‘rsatgan [4]. Ma va hammualliflar kelgusida spektr–tuzilma bog‘lanishini aniq o‘rnatish muhimligini qayd etadi [9]. Bu manbalar tizimli sharhlar bo‘lib, umumiy xulosasi: K_k yagona universal ko‘rsatkich emas va uni turli ishlar o‘rtasida bevosita taqqoslash ehtiyotkorlikni talab qiladi.

Suganami va hammualliflar Au nanozarrachalar Fabry–Perot nanokovagi orasidagi modal ultrastrong coupling‘ga asoslangan substrat yaratib, R6G uchun fazoviy bir jinsli va miqdoriy o‘lchashlarni, analit adsorbsiyasi past bo‘lganda ham, qayd etgan [10]. Gao va hammualliflar esa oqsillarni aniqlashdagi to‘siqni katta molekulaning nanogapga kira olmasligi bilan bog‘lab, gel filtrlash usulida oqsilni zarrachalararo oraliqlarga yo‘naltirgan: faqat diffuziya bilan gemoglobin

signali kuzatilmagan, taklif etilgan usulda esa mualliflar sezgirlikni kommersiya substratlaridan besh tartibga yuqori deb baholagan [11]. Birinchi ish bir jinslilikni oshirishga, ikkinchisi analitni bir necha nanometrli oraliqga yetkazishga qaratilgan; ikkalasi ham laboratoriyada model analitlar bilan sinalgan.

Payne va hammualliflar SARS-CoV-2 retseptor bog‘lovchi domenini aniqlash usulini laboratoriya mikroskopidan peptid bilan funksionallashtirilgan Au nanozarrachalar va qo‘l Raman spektrometriga (785 nm) o‘tkazgan [12]. Qo‘l asbobining ajratish qobiliyati pastroq, shunga qaramay ko‘p o‘zgaruvchili tahlil yordamida oqsilning bor-yo‘qligini ajratish mumkin bo‘lgan; biroq javob miqdoriy emas, kalibrlash bog‘lanishi chiziqli chiqmagan [12]. Demak, [10,11] ishlarda sezgirlik va bir jinslilik, [12] da qo‘llash soddaligi va ishonchlilik ustuvor; turli analit va asbobda olingani sababli ularning natijalarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri taqqoslab bo‘lmaydi. Oziq-ovqat xavfsizligi yo‘nalishida pestitsid qoldiqlarini aniqlash uchun core–shell nanostrukturalarning yutuq va kamchiliklari sharhda baholangan [8].

SERS kimyoviy tahlilda, oziq-ovqat va atrof-muhit nazoratida (masalan, pestitsid qoldiqlari [8]), biomolekulalarni aniqlashda [11] hamda diagnostika tadqiqotlarida (virus oqsillari [12]) sinab ko‘rilmoqda. Biroq keltirilgan natijalar laboratoriya darajasida bo‘lib, klinik yoki sanoat miqyosida to‘liq tasdiqlangan texnologiya sifatida qaralmasligi kerak. Asosiy muammolar: substratlar xususiyatining bir xil emasligi va natijalarning takrorlanuvchanligi [4,7,10]; molekulaning metall sirtiga adsorbsiyasi va bir necha nanometrli oraliqga yetib borishi [4,11]; floresensiya foni, ayniqsa floresent reporter molekulalar qo‘llanganda [12]; miqdoriy tahlilda kalibrlash qiyinchiliklari [4,12]; K_k qiymatlarini turli tadqiqotlarda to‘g‘ridan-to‘g‘ri taqqoslash cheklanganligi [3,5,7].

SERS metall nanostruktura yaqinida Raman signalining keskin ortishiga asoslangan bo‘lib, asosiy hissani odatda lokal sirt plazmon rezonansi bilan bog‘liq elektromagnit mexanizm beradi; kimyoviy mexanizm esa ayrim molekula–sirt tizimlarida qo‘shimcha ta’sir ko‘rsatadi. Ag va Au nanostrukturalarning samaradorligi to‘lqin uzunligi, sirt holati va geometriyaga bog‘liq. Ko‘rib chiqilgan ishlar bir tomondan yuqori sezgirlik va bir jinslilikka, ikkinchi tomondan analitni bir necha nanometrli oraliqga yetkazish va portativ o‘lchashga e’tibor qaratayotganini ko‘rsatadi. Asosiy muammolar – takrorlanuvchanlik, miqdoriy kalibrlash va K_k ni standartlashtirilgan tarzda aniqlash bo‘lib, kelgusi tadqiqotlar shu yo‘nalishlarga qaratilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Langer J., Jimenez de Aberasturi D., Aizpurua J. va boshq. Present and future of surface-enhanced Raman scattering // ACS Nano. 2020. Vol. 14, No. 1. P. 28–117. DOI: 10.1021/acsnano.9b04224.

2. Fleischmann M., Hendra P. J., McQuillan A. J. Raman spectra of pyridine adsorbed at a silver electrode // Chem. Phys. Lett. 1974. Vol. 26, No. 2. P. 163–166.

3. Le Ru E. C., Blackie E., Meyer M., Etchegoin P. G. Surface enhanced Raman scattering enhancement factors: a comprehensive study // J. Phys. Chem. C. 2007. Vol. 111, No. 37. P. 13794–13803.

4. Norton R. D., Phan H. T., Gibbons S. N., Haes A. J. Quantitative surface-enhanced spectroscopy // Annu. Rev. Phys. Chem. 2022. Vol. 73. P. 141–162. DOI: 10.1146/annurev-physchem-082720-033751.

5. Le Ru E. C., Auguié B. Enhancement factors: a central concept during 50 years of surface-enhanced Raman spectroscopy // ACS Nano. 2024. Vol. 18, No. 14. P. 9773–9783.

6. Le Ru E. C., Etchegoin P. G. Rigorous justification of the $|E|^4$ enhancement factor in surface enhanced Raman spectroscopy // Chem. Phys. Lett. 2006. Vol. 423, No. 1–3. P. 63–66.

7. Bell S. E. J., Charron G., Cortés E. va boshq. Towards reliable and quantitative surface-enhanced Raman scattering (SERS): from key parameters to good analytical practice // Angew. Chem. Int. Ed. 2020. Vol. 59, No. 14. P. 5454–5462.

8. Wang T., Wang S. va boshq. Emerging core–shell nanostructures for surface-enhanced Raman scattering (SERS) detection of pesticide residues // Chem. Eng. J. 2021. Vol. 424. Art. 130323.

9. Ma H., Pan S.-Q., Wang W.-L. va boshq. Surface-enhanced Raman spectroscopy: current understanding, challenges, and opportunities // ACS Nano. 2024. Vol. 18, No. 22. P. 14000–14019.

10. Suganami Y., Oshikiri T., Mitomo H. va boshq. Spatially uniform and quantitative surface-enhanced Raman scattering under modal ultrastrong coupling beyond nanostructure homogeneity limits // ACS Nano. 2024. Vol. 18, No. 6. P. 4993–5002.

11. Gao T., Yachi T., Shi X. va boshq. Ultrasensitive surface-enhanced Raman scattering platform for protein detection via active delivery to nanogaps as a hotspot // ACS Nano. 2024. Vol. 18, No. 32. P. 21593–21606.

12. Payne T. D., Klawa S. J., Jian T. va boshq. From the lab to the field: handheld surface enhanced Raman spectroscopy (SERS) detection of viral proteins // Sens. Diagn. 2023.

KONDENSIRLANGAN MUHITLARDA MOLEKULALARARO TA’SIRLASHUV QONUNIYATLARINING RAMAN SPEKTRLARIDA NAMOYON BO‘LISHI

Xudoyberdiyeva Dilafruz Boykulovna[1]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi dotsenti v.b.,f.-m.f.f.d. (PhD)

Annotatsiya. Maqolada kondensirlangan muhitlarda molekulalararo ta’sirlashuvlarning fizik mohiyati va ularning Raman spektrlarida namoyon bo‘lish xususiyatlari anilin molekulasi misolida tahlil qilingan. Molekulalarning aylanish, chayqalish va tebranma harakatlari, quyi chastotali spektral

chiziqlarning shakllanishi hamda eksperimental va nazariy chastota qiymatlarining mosligi ko‘rib chiqilgan. Raman spektroskopiyasining molekulalararo ta’sirlashuvlarni o‘rganishdagi imkoniyatlari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: kondensirlangan muhit, anilin, Raman spektroskopiyasi, aylanish–chayqalish harakati, quyi chastotali spektrlar.

Kondensirlangan muhitlarda molekulalararo ta’sirlashuvlar moddaning fizik-kimyoviy xususiyatlari, molekulalarning harakatchanligi, energiya almashinuvi va spektral chiziqlarning shakllanishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Suyuqliklarda molekulalar gaz holatidagi kabi erkin harakatlanmaydi: ularning o‘zaro yaqinligi va doimiy o‘zgarib turadigan lokal muhiti aylanish, tebranish hamda relaksatsiya jarayonlarini o‘zgartiradi. Shu sababli molekulalararo ta’sirlarni optik spektroskopiya usullari yordamida o‘rganish molekulyar tuzilish va dinamikani tahlil qilishda muhim ahamiyatga ega.

Ushbu maqolaning maqsadi anilin suyuqligi misolida molekulalararo ta’sirlashuvlarning Raman spektrlarida namoyon bo‘lishini tahlil qilishdir.

Suyuqliklarda molekulalararo ta’sirlashuvlar dispersiya kuchlari, dipol-dipol o‘zaro ta’siri, induksion ta’sirlar hamda tegishli funksional guruhlar mavjud bo‘lgan tizimlarda vodorod bog‘lanishi orqali yuzaga kelishi mumkin. Ushbu ta’sirlarning nisbiy hissasi molekulaning tuzilishi, qutblanuvchanligi, harorati va molekulalarning lokal joylashuviga bog‘liq. Anilin ($C_6H_5NH_2$) tarkibidagi aminoguruh molekulaning elektron taqsimotiga va molekulalararo o‘zaro ta’sir imkoniyatlariga ta’sir qiladi.

Suyuqlikdagi “yaqin tartib” qo‘shni molekulalarning o‘zaro joylashuvi va harakatlari orasidagi qisqa masofali korrelatsiyalarni, “uzoq tartib” esa kattaroq masofalardagi korrelatsiyalarni anglatadi. Suyuqliklarda uzoq masofali kristall tartib odatda mavjud bo‘lmasa-da, lokal tuzilish va vaqt bo‘yicha o‘zgaradigan korrelatsiyalar spektral chiziqlarning joylashuvi, kengligi va intensivligiga ta’sir qilishi mumkin.

Tadqiqotda anilin spektri 532 nm to‘lqin uzunlikdagi lazer bilan, 100–3500 cm^{-1} spektral oraliqda qayd qilingan. Spektrda 116, 454, 813, 995, 1028, 1156, 1282, 1604, 3052 va 3374 cm^{-1} qiymatlariga mos keluvchi o‘nta spektral maksimum ko‘rsatilgan.

Quyi chastotali sohada molekulaning deformatsion harakatlari, ichki aylanishi hamda suyuqlik muhitida cheklangan aylanish yoki chayqalish (libratsion) harakatlari spektrga hissa qo‘shishi mumkin. Bunday harakatlar qo‘shni molekulalarning vaqtinchalik potensial muhiti bilan bog‘liq bo‘lib, molekulaning muhit ichidagi yo‘nalishi va harakatchanligiga ta’sir ko‘rsatadi. Juda quyi chastotalarda Rayleigh sochilish chizig‘ining kuchli fon ta’siri sababli spektral signallarni ishonchli ajratish qiyinlashishi mumkin.

454 cm^{-1} atrofidagi chiziq boshqa ayrim chiziqlarga nisbatan kengroq ekani qayd etilgan va u aylanish–chayqalish harakatlari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shu bilan birga, chiziq kengligining o‘zi ushbu tayinlovni yakuniy isbotlamaydi:

spektral chiziq kengligiga bir nechta normal tebranishlar, molekulalararo ta’sirlar va relaksatsiya jarayonlari ham hissa qo‘shishi mumkin.

Anilin molekulasi uchun potensial chuqurlik U = 4010 cal/mol ga teng ekanligi aniqlandi. Shuningdek, 454 cm^{-1} eksperimental chastota qiymati va 435 cm^{-1} nazariy qiymat mos, ularning farqi 19 cm^{-1} ni tashkil qiladi.

Anilin molekulasining geometriyasi HF/6-31G usuli asosida hisoblangan. Bunday molekulyar geometriya ma’lumotlari molekula ichidagi bog‘lanishlar va burchaklarni tavsiflashga yordam beradi.

Xulosa. Molekulalararo ta’sirlashuvlar suyuqliklarda molekulalarning aylanish, chayqalish va tebranish dinamikasiga, shuningdek Raman spektral chiziqlarining joylashuvi va kengligiga ta’sir ko‘rsatadi. Anilin uchun spektral ma’lumotlarda 100–3500 cm^{-1} oraliqda o‘nta maksimum qayd qilindi. Eksperimental va nazariy qiymatlar mos ravishda 454 va 435 cm^{-1} chastota qiymatga ega. Bu natijalar quyi chastotali spektrlarni molekulyar dinamika bilan bog‘liq holda tahlil qilish mumkinligini ko‘rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Eshchanov B., Otajonov Sh., Gayipov J., Xudoyberdiyeva D., Qurbanbaev S. Intermolecular dynamics of condensed state: study of temperature effect on anisotropy relaxation by vibration spectroscopy. Bulletin of National University of Uzbekistan: Mathematics and Natural Sciences, 2020, Vol. 3, Issue 3, pp. 388–411.

2. Вайсбергер А., Проскуэр Э., Риддик Дж., Тупс Э. Органические растворители. Физические свойства и методы очистки. Москва: Издательство иностранной литературы, 1958. 401 с.

3. Magnasco V. An empirical method for calculating barriers to internal rotation in simple molecules. Il Nuovo Cimento, 1962, 24, 425.

4. Eshchanov B., Otajonov Sh., Mukhamedov G., Doroshenko I., Korpova O., Allakuliyeva Sh. Experimental study of Raman spectra of some aromatic hydrocarbons. Ukrainian Journal of Physics, 2020, Vol. 65, No. 4, pp. 284–290.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Рустамов Умид Рахматович, Расулов Азиз Алишерович
Ташкентский экономический и педагогический университет

Аннотация. В статье рассматриваются современные направления применения искусственного интеллекта в физических исследованиях и его роль в развитии новых методов анализа, моделирования и интерпретации физических процессов. Показано, что сочетание традиционных физических методов с современными алгоритмами искусственного интеллекта позволяет повысить эффективность обработки больших массивов экспериментальных данных, ускорить численное моделирование и оптимизировать экспериментальные установки. Сделан вывод о том, что

интеграция искусственного интеллекта и физики формирует новое междисциплинарное направление исследований, способное существенно расширить возможности современной физической науки.

Ключевые слова: искусственный интеллект, физика, машинное обучение, нейронные сети, анализ данных, компьютерное моделирование, физический эксперимент, обработка экспериментальных данных.

В последние годы искусственный интеллект (ИИ) стал одним из наиболее перспективных и быстро развивающихся направлений в области информационных технологий. ИИ – это область информатики, которая занимается созданием систем, способных выполнять задачи, обычно требующие человеческого интеллекта, такие как обучение, рассуждение, решение проблем и принятие решений. ИИ включает в себя разработку алгоритмов моделей, которые позволяют компьютерам учиться на данных, распознавать закономерности делать прогнозы. Существует несколько основных понятий ИИ, которые имеют отношение к физике:

1. Машинное обучение: это подмножество ИИ, которое включает в себя разработку алгоритмов, позволяющих компьютерам учиться на данных и делать прогнозы. обучение широко используется физике для анализа данных, распознавания закономерностей прогнозирования поведения физических систем.

2. Нейронные сети: это тип машинного обучения, который имитирует структуру и функционирование человеческого мозга. сети широко используются в физике для решения задач, таких как распознавание образов, классификация данных прогнозирование поведения сложных систем.

3. Глубокое обучение: это подмножество машинного обучения, которое включает в себя использование нейронных сетей с несколькими слоями для решения сложных задач. Обучение широко используется физике анализа данных, распознавания закономерностей и прогнозирования поведения физических систем.

ИИ имеет широкий спектр применения в физике:

1. Анализ данных: ИИ может быть использован для анализа больших объемов данных, полученных в результате физических экспериментов, и выявления закономерностей корреляций, которые могут не очевидны человека. Прогнозирование поведения сложных систем: ИИ может быть использован для прогнозирования систем, таких как поведение жидкостей или твердых тел.

2. Распознавание образов: ИИ может быть использован для распознавания образов в данных, таких как распознавание частиц или закономерностей поведении физических систем. ИИ может быть использован для распознавания частиц в данных, полученных результате физических экспериментов, таких как эксперименты на Большом адронном коллайдере.

3. Прогнозирование поведения: ИИ может быть использован для прогнозирования поведения физических систем, таких как прогнозирование частиц или сложных систем. ИИ может быть использован для прогнозирования систем, таких как поведение жидкостей или твердых тел.

4. Оптимизация экспериментов: ИИ может быть использован для оптимизации физических экспериментов, таких как оптимизация параметров эксперимента получения максимальной информации.

Машинное обучение – это область искусственного интеллекта, которая занимается разработкой алгоритмов и моделей, позволяющих компьютерам учиться на данных делать прогнозы или принимать решения без явного программирования. В последние годы машинное стало одним из наиболее перспективных направлений в физике, позволяя исследователям анализировать интерпретировать огромные объемы данных, получаемых ходе физических экспериментов наблюдений.

Машинное обучение имеет широкий спектр применения в физике:

Анализ данных: машинное обучение может быть использовано для анализа больших объемов данных, получаемых в ходе физических экспериментов и наблюдений.

Прогнозирование: машинное обучение может быть использовано для прогнозирования поведения физических систем, таких как движение частиц или изменение температуры.

Классификация: машинное обучение может быть использовано для классификации физических явлений, таких как типы частиц или состояния материи.

Примеры применения машинного обучения в физике:

- Поиск бозона Хиггса: в 2012 году физики использовали машинное обучение для анализа данных, полученных ходе экспериментов на Большом адронном коллайдере, и обнаружили бозон Хиггса.

- Прогнозирование поведения частиц: физики используют машинное обучение для прогнозирования частиц в физических экспериментах, таких как коллайдеры.

- Анализ данных в астрофизике: астрофизики используют машинное обучение для анализа данных, полученных ходе наблюдений за небесными объектами, таких как звезды и галактики.

Физика была связана с поиском закономерностей и моделей, которые описывают поведение физических систем. С появлением ИИ физики получили мощный инструмент для анализа интерпретации данных, что позволило им решать задачи, ранее были невозможны. Можно рассмотреть два фундаментальных подхода ИИ в физике:

Классификация – это процесс присвоения объекту или явлению определённой категории класса на основе его характеристик. В физике классификация используется для определения типа физического явления, например, классификации частиц по их свойствам колебаний в физической

системе. Алгоритмы ИИ могут быть обучены больших наборах данных, чтобы распознавать закономерности и делать прогнозы о принадлежности объекта к определённому классу. Например, в физике высоких энергий классификация используется для определения типа частиц, которые регистрируются детекторах. Алгоритмы классификации ИИ могут быть обучены на данных о свойствах таких как энергия, импульс и заряд, чтобы определить, является ли частица электроном, мюоном или другим типом частицы. Это позволяет физикам быстро точно анализировать большие объёмы делать новые открытия.

Регрессия – это процесс нахождения зависимости между переменными. В физике регрессия используется для определения физическими величинами, например, давлением и температурой в газе или напряжением деформацией твёрдом теле. Алгоритмы регрессии ИИ могут быть обучены на данных, чтобы найти закономерности сделать прогнозы о поведении физической системы. Например, в физике конденсированного состояния регрессия используется для определения зависимости между свойствами материала и его структурой. Алгоритмы регрессии ИИ могут быть обучены на данных о структуре свойствах, таких как проводимость или магнитные свойства, чтобы сделать прогнозы поведении различных условиях. Это позволяет физикам проектировать новые материалы с заданными оптимизировать их производство.

Некоторые примеры применения классификации регрессии физике включают:

1. Анализ данных в физике высоких энергий
2. Моделирование поведения физических систем в физике конденсированного состояния
3. Прогнозирование поведения физических явлений в физике плазмы
4. Оптимизация экспериментов в физике элементарных частиц

Заключение.

История развития ИИ в физике богата интересными событиями и открытиями, которые привели к созданию новых инструментов методов, революционизировавших наше понимание мира. ИИ имеет широкий спектр применения в физике, включая анализ данных, распознавание образов, прогнозирование поведения и оптимизацию экспериментов. Использование физике может помочь физикам их исследованиях открытиях, привести к новым прорывам этой области.

Применение ИИ в физике открывает новые горизонты для исследования и анализа сложных явлений, но также требует решения ряда проблем вопросов. Необходимо разработать методы инструменты интерпретации результатов, обеспечения качества данных. Применение машинного обучения имеет широкий спектр, от до прогнозирования поведения физических систем.

Список литератур.

1. Carleo G., Cirac I., Cranmer K. et al. Machine learning and the physical sciences // Reviews of Modern Physics, 2019, Vol. 91., p. 236–245.
2. Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G. E. Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations // Journal of Computational Physics, 2019, Vol. 378, p. 686–707.
3. Бондаренко А. В., Коротков А. А. Машинное обучение в задачах физики. / М.: Физматлит, 2020.
4. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры. / М.: Физматлит, 2005. 320 с.

SURVEY-DEPENDENT SYSTEMATICS IN RED-GIANT AGES: A COMPARISON OF THE APOGEE AND GALAH AGE SCALES

H.A.Arslonova

National University of Uzbekistan, Universitet Str. 4. Toshkent 100174, Uzbekistan, abidjanovahiiola@gmail.com

Ages of red giants are now published as standard value-added products of the large spectroscopic surveys, and they are routinely used as chronometers of the Galactic disc. It is rarely asked, however, how much a star's inferred age depends on which survey catalogue it was taken from. Using the common stars of APOGEE DR17 and GALAH DR4, we compare the two published age scales for a clean red-giant sample of 29 809 objects. The catalogue-level difference is large: the APOGEE ages exceed the GALAH ages by about 1.3 Gyr in the median for ascending giants, with an interquartile spread of roughly 3 Gyr, and the offset varies systematically with metallicity and with evolutionary stage. The disagreement is comparable in size to the age differences that such samples are used to detect, and it should be treated as a floor on the accuracy of any single-survey age scale.

Red giants are the workhorses of Galactic archaeology. They are luminous enough to be seen across the disc, they are abundant in every spectroscopic survey, and – unlike most other tracers – they can be assigned an individual age. It is this last property that has made them central to the reconstruction of the star-formation and chemical-enrichment history of the Milky Way[7].

An individual red-giant age, however, is never measured directly. It is inferred: stellar parameters and abundances are fed into an isochrone-fitting or machine-learning pipeline, and an age is returned [4,6]. Each survey does this with its own parameter scale, its own training set, its own isochrone grid and its own priors. The published ages are therefore survey products, not observations, and there is no guarantee that two surveys assign the same age to the same star.

This matters because the science these ages support is differential. Radial and vertical age gradients, the age–metallicity relation, the separation of the thin

and thick discs – all of these are signals of order 1–3 Gyr [5,7]. If two surveys disagree by an amount of the same order, then the choice of catalogue is itself a source of systematic error, and one that is almost never propagated into the quoted uncertainties.

In this contribution we quantify that disagreement empirically. We take the stars observed by both APOGEE and GALAH, place their published ages side by side, and ask how large the difference is and whether it depends on the properties of the star.

The sample is drawn from the cross-match of Gaia DR3 [8], APOGEE DR17 [1,2] and GALAH DR4[3]. For the present analysis we retain only the stars that carry a published age in both surveys. The APOGEE ages are the astroNN values [4,5]; the GALAH ages come from the BSTEP [6] Bayesian isochrone pipeline.

The sample was then restricted to unambiguous red giants: 3500 K < T_{eff} < 5500K, with the red clump and any stars flagged as unreliable in either catalogue removed from the primary comparison. The resulting clean red-giant sample contains 29 809 stars. Throughout we use the quantity

$$\Delta t = t_{APOGEE} - t_{GALAH},$$

so that a positive value means that APOGEE assigns the older age. Summary statistics are given in Table 1.

Table 1. Median age difference and interquartile spread for the two evolutionary groups.

Subsample	N	Median Δt (Gyr)	IQR (Gyr)
Clean RGB	29 809	+1.3	3.0
Red clump	–	+0.1	2.4

hree features of the comparison stand out.

First, the two scales are offset. The distribution of Δt is centred not on zero but near +1.3 Gyr for ascending giants: APOGEE systematically assigns the older age. The offset is not a small perturbation on an otherwise consistent scale.

Second, the scatter is large. The interquartile range of Δt is about 3 Gyr, and the full distribution extends to several Gyr on both sides. For an individual star, the two catalogues can easily differ by more than the age of the thin disc's youngest populations. Star-by-star agreement is therefore poor even where the medians happen to coincide.

Third, and most importantly for practical work, the offset is not constant. Figure 1 shows Δt as a function of APOGEE metallicity. Around solar metallicity, where the bulk of the sample lies, the difference is predominantly positive and reaches its largest values; towards the metal-poor end the distribution becomes broader and more nearly symmetric about zero, although the number of stars there is much smaller. A comparable dependence is seen against effective temperature and against evolutionary stage, the red clump showing a median difference near zero (Table 1) in contrast to the clearly positive offset of the ascending branch.

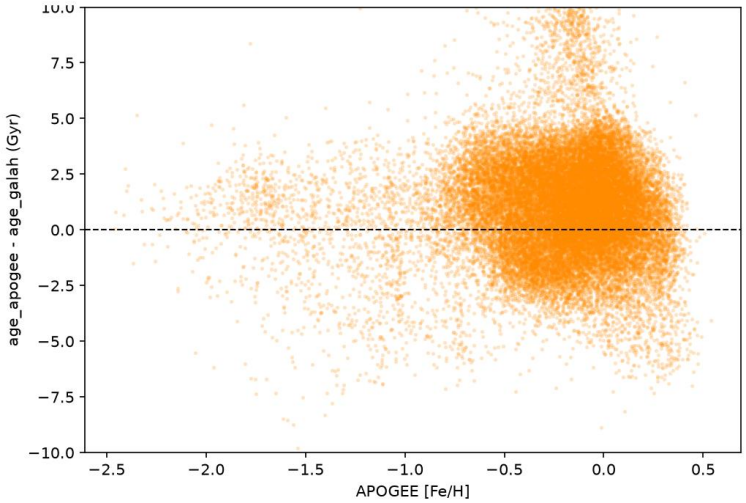


Figure 1. Difference between the published APOGEE and GALAH ages, $\Delta t = t_{APOGEE} - t_{GALAH}$, plotted against APOGEE metallicity for the clean red-giant sample (N = 29 809). The dashed line marks perfect agreement. The difference is predominantly positive near solar metallicity and broadens towards the metal-poor end.

One limitation must be stated explicitly. The APOGEE and GALAH ages are produced by two different methods – a data-driven neural network and a Bayesian isochrone code [6] – applied to two different parameter scales. The comparison presented here therefore measures the combined survey-plus-pipeline difference as it is actually encountered by a user of the public catalogues. It does not isolate a pure survey effect, which would require running a single pipeline twice on the two sets of labels. The present result should be read as a practical, catalogue-level statement, not as a decomposition into its causes.

Conclusions:

1. For 29 809 red giants observed by both surveys, the published APOGEE and GALAH ages differ by about 1.3 Gyr in the median, with an interquartile spread of roughly 3 Gyr.

2. The difference depends on metallicity, on effective temperature and on evolutionary stage; it is therefore not removable by a single global shift.

3. The size of the disagreement is comparable to the age signals these catalogues are used to measure [5,7], so a survey-dependent systematic term should be carried explicitly in any age-based analysis of the Galactic disc.

4. Because two different pipelines are involved, the effect measured here is a combined survey-and-method difference; separating the two is the natural next step.

References

1. Majewski S. R., Schiavon R. P., Frinchaboy P. M., et al. The Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment (APOGEE). The Astronomical Journal, 2017, vol. 154, no. 3, art. 94.

2. Abdurro‘uf, Accetta K., Aerts C., et al. The Seventeenth Data Release of the Sloan Digital Sky Surveys: Complete Release of MaNGA, MaStar, and

APOGEE-2 Data. The Astrophysical Journal Supplement Series, 2022, vol. 259, no. 2, art. 35.

3. Buder S., Kos J., Wang E. X., et al. The GALAH Survey: Data Release 4. Publications of the Astronomical Society of Australia, 2025, vol. 42, art. e051.

4. Leung H. W., Bovy J. Deep learning of multi-element abundances from high-resolution spectroscopic data. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2019, vol. 483, no. 3, pp. 3255–3277.

5. Mackereth J. T., Bovy J., Leung H. W., et al. Dynamical heating across the Milky Way disc using APOGEE and Gaia. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2019, vol. 489, no. 1, pp. 176–195.

6. Sharma S., Stello D., Buder S., et al. The TESS-HERMES survey data release 1: high-resolution spectroscopy of the TESS southern continuous viewing zone. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2018, vol. 473, no. 2, pp. 2004–2019.

7. Miglio A., Chiappini C., Mackereth J. T., et al. Age dissection of the Milky Way discs: Red giants in the Kepler field. Astronomy & Astrophysics, 2021, vol. 645, art. A85.

8. Gaia Collaboration, Vallenari A., Brown A. G. A., et al. Gaia Data Release 3: Summary of the content and survey properties. Astronomy & Astrophysics, 2023, vol. 674, art. A1.

3-METILPIRIDIN VA 3-ETILPIRIDIN SUYUQLIKLARIDA MOLEKLALARARO TA'SIRLASHUV KUCHLARINING SPEKTRAL NAMOYON BO‘LISHI

Asadbek Usmonjonov

Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi magistranti.

Annotatsiya. Ushbu tezisda kondensirlangan muhitda 3-metilpiridin (3-MP) va 3-etilpiridin (3-EP) molekulalari o‘rtasidagi molekulalararo ta'sirlashuv kuchlari, shuningdek, ularning suv molekulalari bilan hosil qilgan vodorod bog‘lanish komplekslari (dimer va trimer) spektral xususiyatlari tahlil qilingan. Kvant-kimyoviy hisoblashlar va tebranish spektrlari yordamida vodorod bog‘ uzunliklari hamda chastota siljishlari baholangan.

Kalits o‘zlar: Kondensirlangan muhit, molekulalararo ta'sirlashuv, 3-metilpiridin (3-MP), 3-etilpiridin (3-EP), tebranish spektrlari.

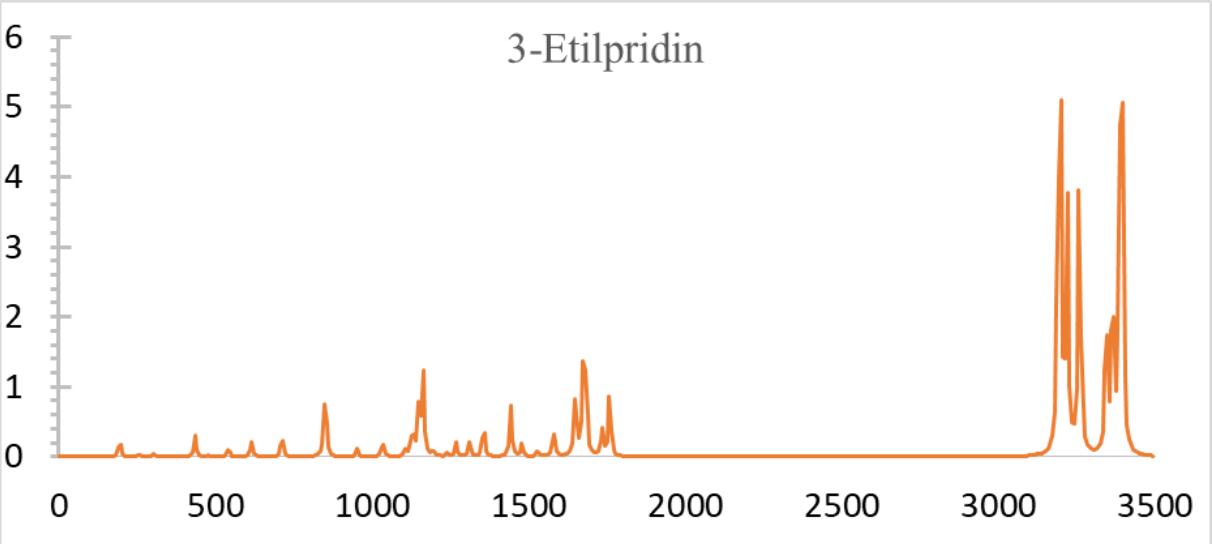
Kondensirlangan muhitlarda molekulalararo ta'sirlashuv kuchlari, xususan vodorod bog‘lanishlari moddaning strukturaviy va termodinamik xossalarini belgilovchi asosiy kvant-mexanik omillardandir. 3-metilpiridin va 3-etilpiridin molekulalari piridin halqasidagi metil va etil radikallarining induktiv hamda sterik effektlari tufayli turlicha qutblanish xususiyatlariga ega. Ushbu tadqiqotning maqsadi ularning spektral va geometrik parametrlariga molekulalararo kuchlarning ta'sirini aniqlashdan iborat. [1]

Tadqiqot doirasida 3-MP va suv molekulalari komplekslari (dimer va trimer) o‘rganildi. Olingan natijalarga ko‘ra, 3-MP va suv o‘rtasida N...H-O

ko‘rinishidagi vodorod bog‘lanishi yuzaga keladi. Dimer holatida ushbu bog‘ uzunligi 1.98 Å ni tashkil etgani holda, kompleks trimer holatiga o‘tganda (qo‘shimcha suv molekulasi ishtirokida) bu masofa 1.805 Å gacha qisqaradi. Bu qisqarish trimer holatidagi kvant-mexanik barqarorlashuv va zaryadlarning qayta taqsimlanishi bilan izohlanadi. Suv molekulalarining o‘zaro ta'siri (1.699 Å va 2.18 Å) kompleksning umumiy energetik minimumini ta'minlaydi. [2]

3-metilpiridinning tebranish spektrlarida piridin halqasining "nafas olish" (ring breathing) tebranishlariga mos keluvchi 1043 cm^{-1} chastotadagi eng intensiv cho‘qqi yaqqol namoyon bo‘ladi. Shuningdek, 808 cm^{-1}, 1599 cm^{-1} va 3062 cm^{-1} atrofidagi tebranishlar C-H va halqa deformatsiyalarini ko‘rsatadi. Muhitning kondensirlanishi ushbu cho‘qqilarning yarimkengligiga va chastota siljishiga olib keladi.

Boshqa tomondan, 3-etilpiridin (3-EP) molekulasining spektri (3-rasm) 3000–3500 cm^{-1} sohasida keskin farq qiladi. Etil radikalining mavjudligi 3199, 3220, 3367 va 3395 cm^{-1} to‘lqin sonlarida yuqori chastotali tebranishlarni yuzaga keltiradi. 3-pozitsiyadagi zanjir uzunligining ortishi (metildan etilga) sterik to‘siqlarni kuchaytirib, vodorod bog‘lanish va dipol-dipol ta'sirlashuv geometriyasini o‘zgartiradi.



3-rasm. 3-EP nazariy hisoblangan Raman spektrlarining umumiy ko‘rinishi.

Xulosa qilib aytganda, 3-MP va 3-EP misolida kondensirlangan muhitdagi molekulalararo ta'sirlashuvlar spektroskopik jihatdan katta sezgirlikka ega ekanligi tasdiqlandi. Vodorod bog‘larining kiritilishi (dimer va trimer hosil bo‘lishi) orqali molekulalararo masofalarning qisqarishi va spektral chiziqlarning siljishi modda ichidagi kvant ta'sirlarini aniq baholash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Jeffrey G.A. An Introduction to Hydrogen Bonding. Oxford University Press, 1997. P.299.

2. ORCA Quantum Chemistry Program, Manual version 5.0.

VODOROD MOLEKULASI IONINING TO‘LQIN FUNKSIYASI

Axtamova Dildora[1], Raxmanov Saparboy[1]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti, 111718, Toshkent viloyati, Chirchiq shahri, Amir Temur shoh ko‘chasi, 104

Vodorod molekulasi ioni (H_2^+) ikkita proton va bitta elektrondan tashkil topgan eng sodda molekulyar sistema bo‘lib, uning Shredinger tenglamasi aniq yechiladigan kam sonli kvant mexanik masalalardan biridir. Born–Oppengeymer yaqinlashuvida yadrolar qo‘zg‘almas deb hisoblanadi va faqat elektron harakati qaraladi. Natija asosiy holat uchun muvozanat masofasi $R_e = 1{,}997a_0$ Dissotsiatsiya energiyasi $D_e = 2{,}79eV$ olinadi. Atom birliklarida ($\hbar = m_e = e = 4\pi\varepsilon_0 = 1$) elektron uchun tenglama va to‘liq energiya quyidagicha yoziladi:

$$\left[-\frac{1}{2}\nabla^2 - \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right]\psi = E_e\,\psi, \qquad W(R) = E_e + \frac{1}{R} \tag{1}$$

bu yerda r_1, r_2 – elektrondan protonlargacha masofalar, R – protonlar orasidagi masofa, $1/R$ – yadrolarning o‘zaro itarilish energiyasi.

Ikki markazli Kulon maydonida sferik koordinatalarda o‘zgaruvchilar ajralmaydi, chunki r_2 masofa r va θ ga murakkab bog‘langan. O‘zgaruvchilar aniq ajraladigan koordinatalar tizimi – fokuslari protonlarda joylashgan cho‘ziq sferoidal (elliptik) koordinatalardir (1-rasm):

$$\xi = \frac{r_1 + r_2}{R}, \qquad \eta = \frac{r_1 - r_2}{R}, \qquad \varphi \tag{2}$$

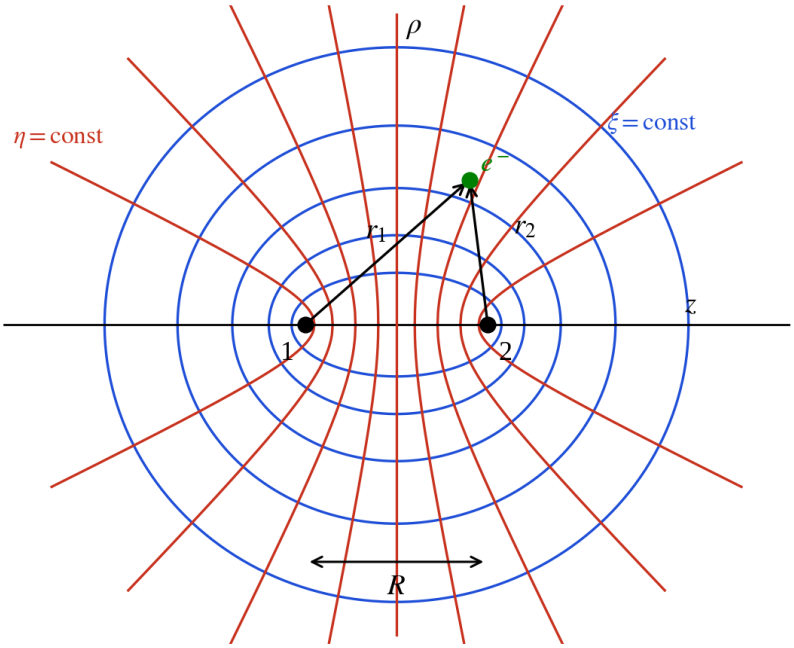
bunda $1 \le \xi < \infty$, $-1 \le \eta \le 1$, $0 \le \varphi < 2\pi$, φ – protonlarni tutashtiruvchi z o‘qi atrofidagi burchak. Dekart koordinatalari va masofalar bilan bog‘lanish:

$$r_1 = \frac{R}{2}(\xi + \eta), \qquad r_2 = \frac{R}{2}(\xi - \eta),$$
$$z = \frac{R}{2}\,\xi\eta, \qquad \rho = \frac{R}{2}\sqrt{(\xi^2 - 1)(1 - \eta^2)} \tag{3}$$

Hajm elementi va Kulon potensiali quyidagi ko‘rinishga ega:

$$d^3\vec{r} = \left(\frac{R}{2}\right)^3 (\xi^2 - \eta^2)\, d\xi\, d\eta\, d\varphi \tag{4}$$

$$-\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} = -\frac{4\xi}{R\,(\xi^2 - \eta^2)} \tag{5}$$



1-rasm. Cho‘ziq sferoidal koordinatalar: $\xi = const$ – fokuslari protonlarda bo‘lgan ellipslar, $\eta = const$ – giperbolalar.

Laplas operatori shu koordinatalarda

$$\nabla^2 = \frac{4}{R^2(\xi^2-\eta^2)}\left\{\frac{\partial}{\partial\xi}(\xi^2-1)\frac{\partial}{\partial\xi} + \frac{\partial}{\partial\eta}(1-\eta^2)\frac{\partial}{\partial\eta} + \left[\frac{1}{\xi^2-1}+\frac{1}{1-\eta^2}\right]\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2}\right\} \quad (6)$$

ko‘rinishga keladi.

Shredinger tenglamasini $-\frac{R^2}{2}(\xi^2-\eta^2)$ ga ko‘paytirsak,

$$\left\{\frac{\partial}{\partial\xi}(\xi^2-1)\frac{\partial}{\partial\xi} + \frac{\partial}{\partial\eta}(1-\eta^2)\frac{\partial}{\partial\eta} + \left[\frac{1}{\xi^2-1}+\frac{1}{1-\eta^2}\right]\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2}\right\}\psi + \left[\frac{R^2E_{el}}{2}(\xi^2-\eta^2) + 2R\xi\right]\psi = 0 \quad (7)$$

hosil bo‘ladi. Bu tenglamada $\xi^2-\eta^2$ ko‘paytuvchisi potensial hadini ham, energiya hadini ham ξ va η ning alohida funksiyalari yig‘indisiga keltiradi, shuning uchun o‘zgaruvchilarni ajratish mumkin:

$$\psi(\xi,\eta,\varphi) = X(\xi)\,Y(\eta)\,e^{im\varphi}, \qquad m = 0,\pm1,\pm2,\ldots, \qquad p^2 = -\frac{R^2E_e}{2} \quad (8)$$

Natijada ikkita oddiy differensial tenglama hosil bo‘ladi:

$$\frac{d}{d\xi}\left[(\xi^2-1)\frac{dX}{d\xi}\right] + \left[-p^2\xi^2 + 2R\xi - \frac{m^2}{\xi^2-1} - A\right]X = 0 \quad (9)$$

$$\frac{d}{d\eta}\left[(1-\eta^2)\frac{dY}{d\eta}\right] + \left[p^2\eta^2 - \frac{m^2}{1-\eta^2} + A\right]Y = 0 \quad (10)$$

bu yerda A – ajratish doimiysi, m – magnit kvant soni. Bog‘langan holat uchun $E_{el} < 0$, demak $p > 0$ va elektron energiyasi

$$E_e = -\frac{2p^2}{R^2} \quad (11)$$

ifoda bilan aniqlanadi.

Energiya ikkala tenglamadan alohida topilmaydi. Ikkala tenglama umumiy p va A ni o‘z ichiga oladi va ular $\eta = \pm1$ hamda $\xi = 1$ nuqtalarda chekli, $\xi \to \infty$ da

esa nolga intiluvchi yechimlarga ega bo‘lishi kerak. Katta ξ da yechim $X \sim e^{-p\xi}\,\xi^{R/p-1}$ ko‘rinishda so‘nadi. Bu shartlar faqat p ning ayrim diskret qiymatlarida bajariladi. Ular (n_ξ, n_η, m) kvant sonlari bilan belgilanadi va E_e ning berilgan R dagi spektrini beradi. Protonlar bir xil bo‘lgani uchun Hamiltonian inversiyaga ($\eta \to -\eta$, $\varphi \to \varphi + \pi$) nisbatan simmetrik, shu sababli holatlar juft (g) yoki toq (u) bo‘ladi. $P_l^{|m|}(-\eta) = (-1)^{l-|m|} P_l^{|m|}(\eta)$ va $e^{im\varphi}$ ning $\varphi \to \varphi + \pi$ dagi ko‘paytuvchisi $(-1)^m$ ekanidan holatning juftligi $(-1)^l$ ga teng bo‘ladi: l juft bo‘lsa g, toq bo‘lsa u. $m = 0,1,2$ holatlar mos ravishda σ, π, δ deb belgilanadi.

Tenglamalarni sonli yechish uchun η bo‘yicha $Y(\eta)$ ni normallashgan biriktirilgan Legendr funksiyalari $P_l^{|m|}(\eta)$ qatoriga yoyamiz. Legendr operatorining xos qiymatlari $-l(l+1)$ ekanidan ikkinchi tenglama matritsa xos qiymat masalasiga aylanadi:

$$\sum_{l'} [l(l+1)\,\delta_{ll'} - p^2 \langle l|\eta^2|l'\rangle]\, a_{l'} = A\, a_l, \qquad Y(\eta) = \sum_{l \geq |m|} a_l\, P_l^{|m|}(\eta) \tag{12}$$

η^2 ning matritsa elementlari faqat l va $l \pm 2$ ni bog‘laydi:

$$\langle l|\eta^2|l\rangle = C_l^2 + C_{l+1}^2, \qquad \langle l+2|\eta^2|l\rangle = C_{l+1} C_{l+2}, \qquad C_l = \sqrt{\frac{l^2-m^2}{(2l-1)(2l+1)}} \tag{13}$$

Shuning uchun g va u holatlar (l juft yoki toq) alohida matritsalar bilan hisoblanadi. Birinchi tenglama R ga nisbatan chiziqli, shu sababli uni R xos qiymat bo‘lgan umumlashgan masala sifatida yozish qulay:

$$\left[-\frac{d}{d\xi}(\xi^2-1)\frac{d}{d\xi} + p^2\xi^2 + \frac{m^2}{\xi^2-1} + A\right] X = 2R\,\xi\,X \tag{14}$$

$X(\xi)$ ni $\xi = 1$ da to‘g‘ri, $\xi \to \infty$ da so‘nuvchi xatti-harakatni ta’minlaydigan Laguerr bazisida yozamiz:

$$X(\xi) = (\xi^2-1)^{m/2} \sum_k c_k\; L_k\big(2p(\xi-1)\big)\, e^{-p(\xi-1)} \tag{15}$$

Bazis funksiyalarga ko‘paytirib integrallasak, σ holatlar ($m = 0$) uchun $\boldsymbol{Kc} = 2R\,\boldsymbol{Nc}$ matritsa tenglamasi hosil bo‘ladi:

$$K_{ij} = \int_1^\infty \left[(\xi^2-1)\phi_i'\phi_j' + (p^2\xi^2 + A)\phi_i\phi_j\right] d\xi, \qquad N_{ij} = \int_1^\infty \xi\;\phi_i\phi_j\, d\xi \tag{16}$$

bunda $\phi_k = L_k\big(2p(\xi-1)\big)e^{-p(\xi-1)}$. Integrallar Gauss–Laguerr kvadraturasi bilan hisoblandi. Eng kichik xos qiymat ξ bo‘yicha tugunsiz holatga mos keladi. Hisoblash algoritmi quyidagicha: p tanlanadi, η-matritsadan $A(p)$ topiladi, ξ-masaladan $R(p) = \lambda/2$ hosil qilinadi va $E_{el} = -2p^2/R^2$ hisoblanadi. Berilgan R uchun $R(p) = R$ tenglamasi p bo‘yicha yechiladi, p ni o‘zgartirib borish esa $W(R)$ egri chizig‘ini parametrik ko‘rinishda beradi.

Normallashgan to‘lqin funksiya

$$\Psi = \frac{X(\xi)\,Y(\eta)\,e^{im\varphi}}{\sqrt{\mathcal{N}}}, \qquad \mathcal{N} = \left(\frac{R}{2}\right)^3 \int_{-1}^{1} d\eta \int_{1}^{\infty} X^2 Y^2 (\xi^2 - \eta^2)\, d\xi \quad (17)$$

φ bo‘yicha integrallash 2π beradi,shuning uchun

$$\mathcal{N} = 2\pi \left(\frac{R}{2}\right)^3 \int_{-1}^{1} d\eta \int_{1}^{\infty} X^2 Y^2 (\xi^2 - \eta^2)\, d\xi \quad (18)$$

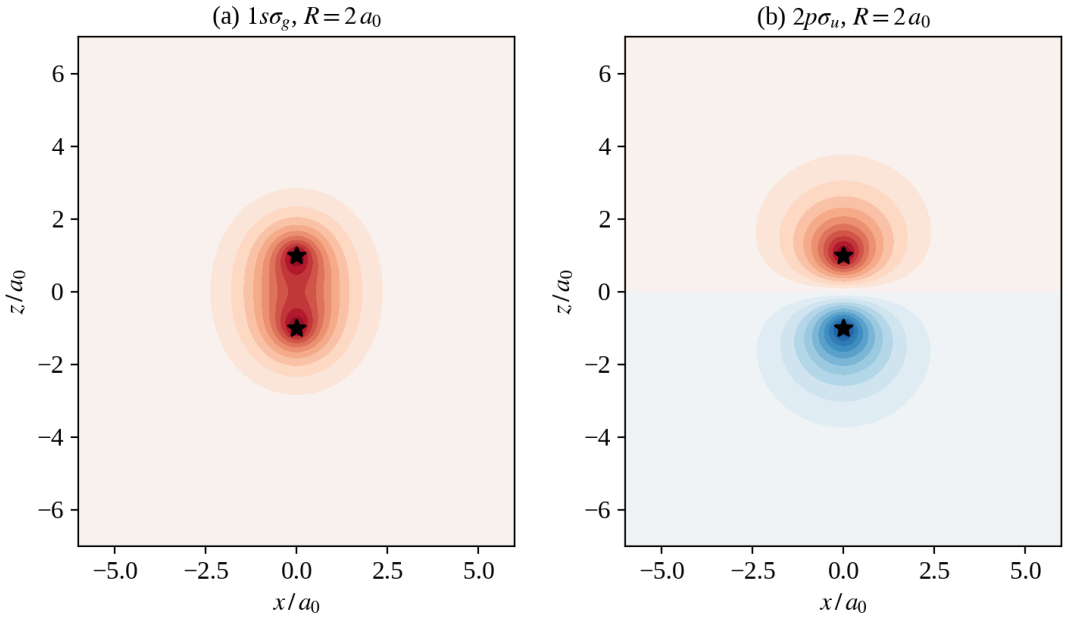
va xos funksiyalarning ortogonalligi

$$\int \Psi_a^* \Psi_b \left(\frac{R}{2}\right)^3 (\xi^2 - \eta^2)\, d\xi\, d\eta\, d\varphi = \delta_{ab} \quad (19)$$

bilan ifodalanadi. Aniq R da bog‘langan holatlarning funksiyalari davomiy spektr ($E_{el} > 0$) funksiyalari bilan birgalikda to‘liq sistema tashkil qiladi, shu sababli har qanday holatni ular bo‘yicha yoyish mumkin. Topilgan funksiya normallashgan va Shredinger tenglamasiga qo‘yilganda nisbiy qoldiq 10^{-6} dan kichik ekani tekshirildi.

Natijalar. Hisoblashlarda 1 a.b. = 27,2114 eV va 1 a_0 = 0,529177 Å deb olindi.

$R = 2\,a_0$ dagi $1s\sigma_g$ va $2p\sigma_u$ holatlarning to‘lqin funksiyalari (x, z) tekisligida keltirilgan. $Y(\eta)$ juft bo‘lgan σ_g holatda funksiya ishorasini o‘zgartirmaydi va elektron zichligi protonlar orasida jamlanadi, bu bog‘lanishni ta’minlaydi. σ_u holatda esa $Y(\eta)$ toq bo‘lib, $z = 0$ tekisligida tugun hosil bo‘ladi va protonlar orasida zichlik yo‘qoladi, shu sababli bu holat bog‘lanmaydi.



2-rasm. $R = 2\,a_0$ da to‘lqin funksiyalar: (a) $1s\sigma_g$, (b) $2p\sigma_u$. Yulduzchalar – protonlar.

Xulosa. Cho‘ziq sferoidal koordinatalarda matritsa usuli bilan hisoblangan va $R = 2a_0$ uchun x, z tekisligida tasvirlangan to‘lqin funksiyalar (2-rasm) vodorod molekulasi ionining bog‘lovchi va antibog‘lovchi holatlari orasidagi

farqni aniq ko‘rsatadi. $1s\sigma_g$ holatda funksiya butun tekislikda bir ishorali, tugunga ega emas va protonlar atrofida eng katta qiymatga yetadi; shu bilan birga u ikkala proton orasidagi sohada ham yo‘qolmaydi, ya’ni elektron zichligi yadrolar orasida jamlanib, ularni bir-biriga yaqin ushlab turadi. Bu holat bog‘lovchi xarakterga ega. $2p\sigma_u$ holatda esa funksiya $z = 0$ tekisligining bir tomonida musbat, ikkinchi tomonida manfiy bo‘ladi va shu tekislikda tugun hosil qiladi: zichlik har bir proton atrofida alohida lobda jamlanadi, protonlar orasida esa yo‘qoladi. Shuning uchun bu holat antibog‘lovchi bo‘lib, yadrolarni bir-biriga tortmaydi. Ikkala holatda ham funksiya z o‘qi atrofida aylanma simmetriyaga ega ($m = 0$, σ holatlar), inversiyaga ($z \to -z$) nisbatan esa $1s\sigma_g$ juft, $2p\sigma_u$ toq bo‘ladi. Funksiyalar yadrolar atrofidagi taxminan 3 a_0 masofada lokallashgan va undan uzoqda tez so‘nadi. Demak, usul H_2^+ ning molekulyar holatlarini fizik jihatdan to‘g‘ri tasvirlaydi: to‘lqin funksiyaning juft yoki toq bo‘lishi bog‘lovchi va antibog‘lovchi holatlarni ajratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Bates D. R., Ledsham K., Stewart A. L. Wave functions of the hydrogen molecular ion // Phil. Trans. R. Soc. Lond. A. 1953. Vol. 246. P. 215–240.
2. Jaffé G. Zur Theorie des Wasserstoffmolekülions // Z. Phys. 1934. Bd. 87. S. 535–544.
3. Burrau Ø. Berechnung des Energiewertes des Wasserstoffmolekel-Ions (H_2^+) im Normalzustand // Kgl. Danske Vidensk. Selskab, Math.-fys. Medd. 1927. Vol. 7, No. 14. P. 1–18.
4. Griffiths D. J. Introduction to Quantum Mechanics. 3rd ed. Cambridge University Press, 2018.
5. Segre C. PHYS 406 – Fundamentals of Quantum Theory II: Module 07. Illinois Institute of Technology, 2020.

VODOROD MOLEKULASI IONINING ASOSIY HOLAT ENERGIYASI

Axtamova Dildora[1], Raxmanov Saparboy[1]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti, 111718, Toshkent viloyati, Chirchiq shahri, Amir Temur shoh ko‘chasi, 104

Vodorod molekulasi ioni (H_2^+) ikkita proton va bitta elektrondan tashkil topgan eng sodda molekulyar sistemadir. Born–Oppengeymer yaqinlashuvida yadrolar qo‘zg‘almas deb hisoblanadi. Atom birliklarida ($\hbar = m_e = e = 4\pi\varepsilon_0 = 1$) elektron uchun Hamiltonian quyidagicha yoziladi:

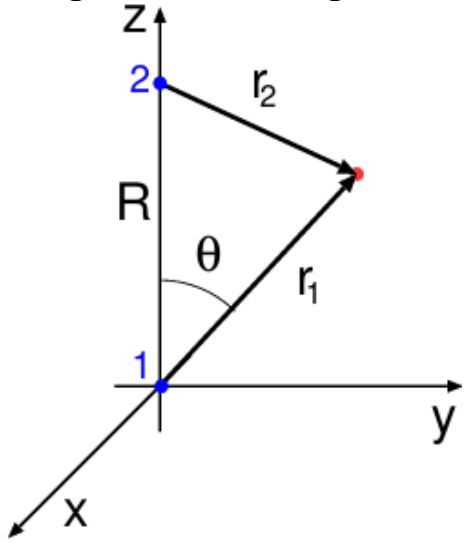
$$\hat{H} = -\frac{1}{2}\nabla^2 - \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} + \frac{1}{R} \qquad (1)$$

Sinov to‘lqin funksiyasi har bir protonga markazlashgan atom orbitallarining chiziqli kombinatsiyasi (LCAO) sifatida olinadi:

$$\psi = A[\psi_0(r_1) + \psi_0(r_2)], \qquad \psi_0(r_i) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-r_i}, \quad i = 1,2 \tag{2}$$

bu yerda A – normallashtirish koeffitsiyenti bo‘lib, to‘lqin funksiyaning umumiy ehtimollik zichligi 1 ga teng bo‘lishini ta’minlaydi. Uni hisoblashda protonlar atrofidagi orbitallar orasidagi qoplanish (overlap) integrali muhim rol o‘ynaydi.

Hisoblashni osonlashtirish uchun koordinata tizimi shunday tanlanadiki, protonlarni tutashtiruvchi chiziq z o‘qi bo‘ylab yo‘naltiriladi (1-rasm). Bu yondashuv simmetriyani hisobga olishda va integrallarni soddalashtirishda qulay.



1-rasm. Koordinata tizimi: r_1, r_2 – elektrondan protonlargacha, R – protonlar orasidagi masofa.

Bunda

$$r_1 = r, \qquad r_2 = \sqrt{r^2 + R^2 - 2rR\cos\theta} \tag{3}$$

hajm elementi esa

$$d^3\vec{r} = r^2 \sin\theta \, dr \, d\theta \, d\varphi \tag{4}$$

ko‘rinishga ega. Normallashtirish sharti qo‘yiladi:

$$1 = \int |\psi|^2 \, d^3\vec{r} = |A|^2[2 + 2S(R)] \tag{5}$$

bundan

$$|A|^2 = \frac{1}{2[1+S(R)]} \tag{6}$$

Qoplanish integrali $S(R)$ ni hisoblash natijasida:

$$S(R) = \int \psi_0(r_1)\, \psi_0(r_2)\, d^3\vec{r} = e^{-R}\left(1 + R + \frac{R^2}{3}\right) \tag{7}$$

tenglik kelib chiqadi.

Endi Hamiltonianning to‘lqin funksiyaga nisbatan o‘rtacha qiymatini hisoblaymiz. $\psi_0(r_1)$ va $\psi_0(r_2)$ vodorod atomining asosiy holat funksiyalari bo‘lgani uchun

$$\hat{H}\psi_0(r_1) = \left(E_1 + \frac{1}{R} - \frac{1}{r_2}\right)\psi_0(r_1), \qquad \hat{H}\psi_0(r_2) = \left(E_1 + \frac{1}{R} - \frac{1}{r_1}\right)\psi_0(r_2) \tag{8}$$

tengliklar o‘rinli, bu yerda $E_1 = -\frac{1}{2}$ a.b. – vodorod atomining asosiy holat energiyasi. Birinchi hadlar vodorod atomining energiyasini va proton–proton itarilishini beradi, ikkinchi hadlar esa molekulyar orbital kombinatsiyasidan kelib chiqadigan qo‘shimcha integrallarni ifodalaydi. Ularni ikki asosiy turga ajratib, hisoblashni soddalashtirish mumkin:

$$\langle H\rangle = E_1 + \frac{1}{R} - 2|A|^2[D(R) + X(R)] \tag{9}$$

Bunda birinchi integral to‘g‘ridan-to‘g‘ri (Kulon) integralini beradi:

$$D(R) = \int \frac{|\psi_0(r_2)|^2}{r_1}\, d^3\vec{r} = \frac{1}{R} - \left(1 + \frac{1}{R}\right)e^{-2R} \tag{10}$$

ikkinchisi esa almashinish integralini beradi:

$$X(R) = \int \frac{\psi_0(r_1)\psi_0(r_2)}{r_1}\, d^3\vec{r} = (1 + R)e^{-R} \tag{11}$$

$|A|^2$ ning qiymatini qo‘yib, Hamiltonianning kutilma qiymatini hosil qilamiz:

$$\langle H\rangle = E_1 + \frac{1}{R} - \frac{D(R)+X(R)}{1+S(R)} \tag{12}$$

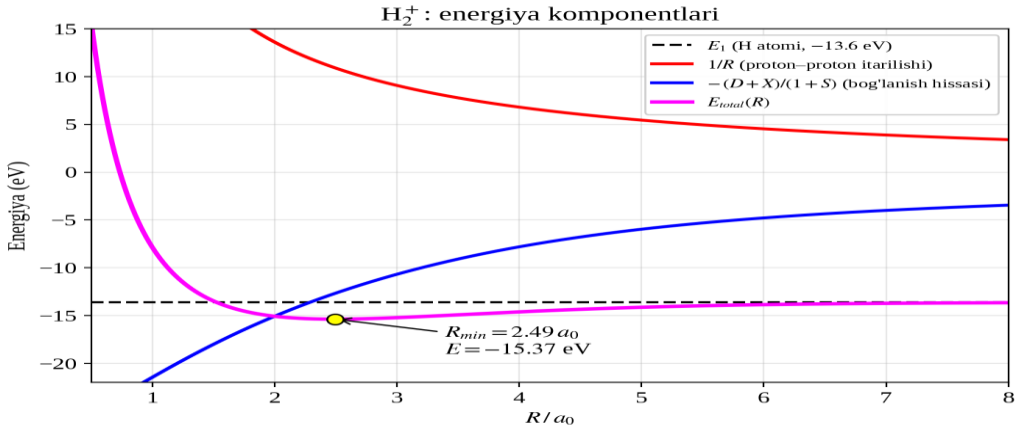
(1) tenglikdagi Hamiltonian proton–proton itarilishini ($1/R$ hadi) o‘z ichiga olgani uchun bu ifoda to‘liq energiyaning o‘zi hisoblanadi:

$$E_{total}(R) = -\frac{1}{2} + \frac{1}{R} - \frac{D(R)+X(R)}{1+S(R)} \tag{13}$$

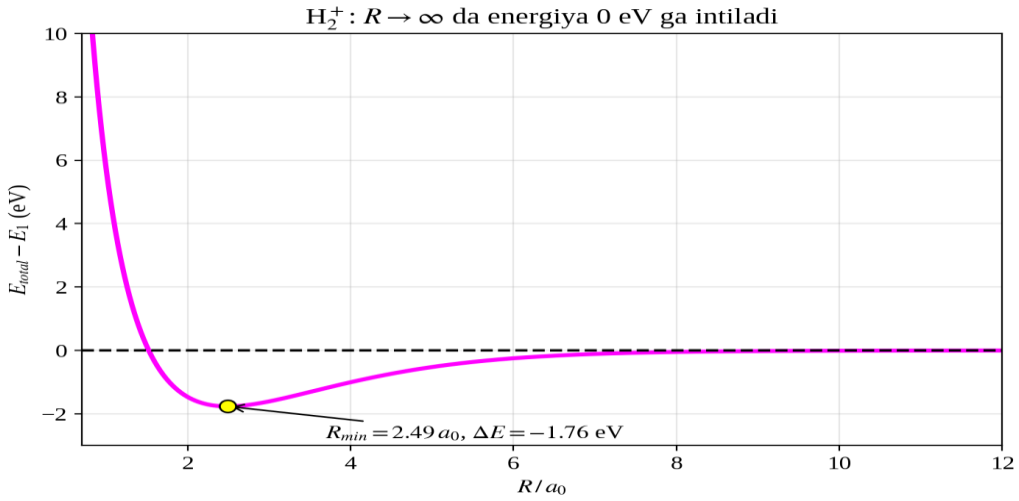
O‘lchamsiz ko‘rinishda $F(R) = \frac{E_{total}(R)}{-E_1}$:

$$F(R) = -1 + \frac{2}{R} - \frac{2[D(R)+X(R)]}{1+S(R)} \tag{14}$$

Hisoblashlarda 1 a.b. = 27,2114 eV va 1 a_0 = 0,529 Å ekanligidan foydalanildi. 2-rasmda energiyaning tarkibiy qismlari, 3-rasmda esa energiyaning $R \to \infty$ dagi qiymatiga nisbatan olingan egri chizig‘i ($E_{total} - E_1$) keltirilgan.



2-rasm. H_2^+ ionining energiya komponentlari: E_1 – vodorod atomi energiyasi, $1/R$ – proton–proton itarilishi, $-(D + X)/(1 + S)$ – bog‘lanish hissasi, $E_{total}(R)$ – to‘liq energiya.



3-rasm. To‘liq energiyaning protonlar orasidagi masofaga bog‘liqligi ($R \to \infty$ da energiya 0 eV deb olingan).

Xulosa. 2-rasmdan ko‘rinib turibdiki, proton–proton itarilishi $(1/R)$ R kamayishi bilan monoton oshadi va kichik masofalarda energiyani keskin ko‘taradi. Bog‘lanish hissasi $-(D+X)/(1+S)$ esa doimo manfiy bo‘lib, R kamayishi bilan chuqurlashadi. Bu ikki raqobatlashuvchi hissa $R \approx 2{,}49\, a_0$ atrofida bir-birini deyarli muvozanatlaydi, natijada $E_{total}(R)$ egri chizig‘ida minimum hosil bo‘ladi. Minimumdagi energiya $E_{min} \approx -15{,}37$ eV bo‘lib, u vodorod atomi energiyasidan ($E_1 = -13{,}6$ eV) pastda joylashgan. R ortganda E_{total} qiymati E_1 ga intiladi, ya’ni ion vodorod atomi va protonga ajraladi.

3-rasmda energiya sathi ajralgan sistema ($R \to \infty$) energiyasiga nisbatan olingan. Minimum $R_{eq} \approx 2{,}49\, a_0$ ($\approx 1{,}32$ Å) nuqtada joylashgan va $\Delta E \approx -1{,}76$ eV ga teng. Bu qiymat H_2^+ ionining bog‘lanish energiyasini bildiradi, ya’ni molekulyar holat ajralgan holatdan energetik jihatdan qulay. Taxminan $R < 1{,}55\, a_0$ da $\Delta E > 0$ bo‘ladi, chunki bu yerda yadrolar itarilishi ustunlik qiladi. $R > 8\, a_0$ da $\Delta E \to 0$, ya’ni protonning vodorod atomiga ta’siri deyarli yo‘qoladi. Egri chiziq assimetrik: chap tomoni tik, o‘ng tomoni esa yumshoq. Minimumda energiya eng kichik bo‘lib, ion eng barqaror holatda bo‘ladi.

1-jadval

Kattalik	**Tajriba / aniq hisob**
R_{eq}	2,00 a_0 (1,06 Å)
E_{min}	−16,40 eV
Bog‘lanish energiyasi	2,79 eV
$E(R \to \infty)$	−13,6 eV

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Segre C. PHYS 406 – Fundamentals of Quantum Theory II: Module 07. Illinois Institute of Technology, 2020.

2. Griffiths D. J. Introduction to Quantum Mechanics. 3rd ed. Cambridge University Press, 2018.

ELEKTRODINAMIKA BO‘LIMIDA MAKSVELL TENGLAMALARINING TIZIMLI TAHLILI

Azzamova Nilufar Buronovna
Navoiy davlat unversiteti Fizika va astronomiya kafedrasi katta o‘qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada nazariy fizika kursining elektrodinamika bo‘limiga ajratilgan 120 soatni ma’ruza, amaliy, seminar va mustaqil ta’lim mashg‘ulotlari kesimida tahlil qilindi. Har bir mavzuni Maksvell tenglamalari bilan bog‘lanish darajasiga ko‘ra uch guruhga ajratildi va tenglamalar bo‘lim yuklamasining 75 foizida asosiy tayanch ekanligi aniqladim. Shuningdek, amaliy mashg‘ulotlarda tenglamalar sistemasi bilan bevosita ishlashga qaratilgan mavzu yo‘qligini metodik nomutanosiblik sifatida ko‘rsatildi va uni bartaraf etish bo‘yicha takliflar bayon etildi.

Kalit so‘zlar: Maksvell tenglamalari, elektrodinamika, nazariy fizika, ma’ruza, amaliy mashg‘ulot, seminar, mustaqil ta’lim, tizim hosil qiluvchi tushuncha.

Maksvell tenglamalarining nazariy fizika kursidagi markaziy o‘rni umume’tirof etilgan. Biroq kuzatish va tajribalarga ko‘ra, bu e’tirof ko‘pincha umumiy gap darajasida qoladi: tenglamalarning haqiqiy o‘rni qaysi mavzuga necha soat ajratilganida va u qaysi mashg‘ulot shaklida o‘rganilishida ko‘rinadi. Shu bois elektrodinamika bo‘limini aynan shu kesimda tahlil qilindi.

Tahlilni quyidagicha olib borildi: har bir mavzuni uch guruhdan biriga kiritildi tenglamalar bevosita tilga olingan mavzular; mazmunan ulardan kelib chiqadigan yoki ularning xususiy holi hisoblangan mavzular; hamda bevosita bog‘liq bo‘lmagan mavzular. Birinchi va ikkinchi guruh soatlarini “Maksvell tenglamalariga tayanadigan soatlar” sifatida jamlandi.

Elektrodinamika bo‘limi uchun bir yarim yillikda 120 soat ajratilgan. Uning taqsimotini quyidagi jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Elektrodinamika bo‘limi soatlarining taqsimoti

Mashg‘ulot shakli	Mavzular soni	Soat	Ulush, %
Ma’ruza mashg‘uloti	10	20	16,7
Amaliy mashg‘ulot	10	20	16,7
Seminar mashg‘uloti	10	20	16,7
Mustaqil ta’lim	30	60	50,0
Jami	60	120	100

Auditoriya mashg‘ulotlari va mustaqil ta’lim teng va har biri 60 soatdan; auditoriya soatlari uchta dars shaklari o‘rtasida teng bo‘lingan, har bir mavzuga 2 soatdan ajratilgan. Bu nisbat muvozanatli bo‘lib, nazariy, amaliy va seminar teng maqomga egaligi kelib chiqadi .

Bo‘limda 10 ta ma’ruza mavzusi bor va ulardan beshtasida Maksvell tenglamalari bevosita tilga olinganini aniqlandi. Masalan, “Elektrodinamikaning eksperimental asoslari. Elektromagnit induksiya hodisasi” nomli ma’ruza mashg‘ulotida Maksvellning maydon mavjudligi to‘g‘risidagi bashorati va siljish toki kiritiladi; “Elektrodinamikada sababiyat prinsipi. Maksvell-Lorens

tenglamalari” nomli ma’ruza mashg‘uloti esa butunlay sistemaning mohiyatiga bag‘ishlangan.

“Elektromagnit maydon potensiallari” nomli ma’ruza mashg‘ulotida sistemani potensiallar orqali yozish zaruriyati va Lorens kalibrovkasi, “Modda (muhit)dagi elektromagnit maydon va uning xususiyatlari” nomli ma’ruza mashg‘ulotida esa muhit uchun tenglamalar sistemasi o‘rganiladi.

Bu yerda eng ko‘rsatkichli mavzu - “Statsionar elektromagnit maydon. Elektromagnit to‘lqinlar” nomli ma’ruza mashg‘uloti. Unda ikkita deduktiv o‘tish bajariladi: elektrostatika va magnitostatika tenglamalarining Maksvell sistemasidan kelib chiqishi hamda shu sistemadan to‘lqin tenglamasining kelib chiqishi. Aynan shu ikki o‘tish bo‘limning mantiqiy tuzilmasini belgilaydi: umumiy fizika kursida ajratilgan holda o‘rganilgan bo‘limlar bu yerda yagona sistemaning xususiy hollari sifatida qayta tiklanadi.

Yana uchta ma’ruza mavzusi - “Elektr zaryadi va vakuumdagi elektromagnit maydon”, “Elektromagnit maydon energiyasi va impulsi” hamda “Modda (muhit)dagi elektromagnit maydon energiyasi va impulsi” nomli ma’ruza mavzulari mazmunan shu tenglamalarga tayanadi. Demak, ma’ruza yuklamasining 16 soati, ya’ni 80 foizi Maksvell tenglamalar sistemasiga bog‘langan.

Seminar mashg‘ulotlar blokida tenglamalarning ulushi eng yuqori bo‘lib, 10 ta seminar mavzusidan 9 si bevosita Maksvell tenglamalar sistemasining mazmuni yoki natijalariga bag‘ishlangan. Masalan, “Maksvell siljish toki” nomli seminar mashg‘uloti butunlay tenglamalar sistemasidagi ikkinchi tenglamaning yangi hadiga qaratilgan; “Elektromagnit maydon potensiallari. Skalyar va vektor potensiallar” nomli seminar mashg‘ulotida esa ma’ruzada kiritilgan potensiallar apparati mustahkamlanadi.

Shuningdek, “Elektromagnit maydon energiyasi, zichligi va energiyasi oqimining zichligi”, “Energiyaning saqlanish qonuni. Elektromagnit maydon impulsi” va “Elektrodinamikaning relyativistik ifodasi” mavzulari ham to‘liq Maksvell tenglamalar sistemasidan kelib chiqadi. Jami 18 soat - seminar soatining 90 foizi shu yadroga bog‘langan.

2-jadval. Maksvell tenglamalari bevosita aks etgan mavzular va ularning mashg‘ulot shakli

Mavzuning to‘liq nomi	**Mashg‘ulot shakli**	**Soat**
Elektrodinamikaning eksperimental asoslari. Elektromagnit induksiya hodisasi (Maksvellning siljish toki)	Ma’ruza,	2
Elektrodinamikada sababiyat prinsipi. Maksvell-Lorens tenglamalari	Ma’ruza,	2
Elektromagnit maydon potensiallari (Lorens kalibrovkasi)	Ma’ruza,	2

Statsionar elektromagnit maydon. Elektromagnit to‘lqinlar	Ma’ruza,	2
Maksvell siljish toki	Seminar	2
Elektromagnit maydon potensiallari. Skalyar va vektor potensiallar	Seminar	2
Elektrodinamikaning relyativistik ifodasi	Seminar	2
Kulon va Bio-Savar-Laplas qonunlariga doir misollar	Amaliy	2
Maksvell tenglamalari	Mustaqil ta’lim	2
To‘lqin tenglamasini Dalamber usulida yechish	Mustaqil ta’lim	4

Elektrodinamika bo‘limida amaliy mashg‘ulotlarning o‘nta mavzusidan oltitasi tenglamalarning xususiy hollari yoki natijalariga doir masalalarni qamrab oladi. Bular: “Lorens kuchi va siklotron chastotaga doir misollar”, “Kulon va Bio-Savar-Laplas qonunlariga doir misollar”, “Stasionar toklar maydoniga doir misollar”, “Zaryadlar sistemasiga doir misollar”, “Nurlanish chizig‘ining kengligiga doir misollar” va “Kirxgoff qoidalariga doir misollar”.

Uchta mavzu “Tezliklarni qo‘shishga doir misollar”, “Vaqt va uzunlik masshtablari nisbiyligiga doir misollar” va “Eynshteyn formulasi $E = mc^2$ tadbiqiga doir misollar” maxsus nisbiylik nazariyasiga, bittasi esa “Faradey elektroliz qonunlariga doir misollar” elektroliz masalalariga bag‘ishlangan.

Aynan shu yerda asosiy metodik nomutanosiblikni aniqlandi: amaliy mashg‘ulotlar orasida tenglamalar sistemasining o‘zi bilan bevosita ishlashga qaratilgan bironta mavzu yo‘q divergensiya va rotorni hisoblash, uzluksizlik tenglamasini keltirib chiqarish, to‘lqin tenglamasiga o‘tish, kalibrovkani qo‘llash alohida mavzu sifatida ajratilmagan. Natijada talaba tenglamalarni ma’ruzada ko‘radi, seminarda muhokama qiladi, ammo ular bilan hisob-kitob darajasida ishlashni tizimli mashq qilmaydi. Bu esa formal yodlashga majbur qiladi.

Elektrodinamika bo‘limida mustaqil ta’limga 60 soat ya’ni bo‘lim yuklamasining yarmi ajratilgan bo‘lib, u 30 ta mavzuni qamrab oladi. Bu blokni tahlil qilganda ikki holat o‘rganildi.

Birinchidan, “Maksvell tenglamalari” deb nomlangan mustaqil ta’lim mavzusi ro‘yxatda atigi bir marta uchraydi va unga 2 soat, ya’ni mustaqil ta’lim umumiy saotining bor-yo‘g‘i 3,3 foizi ajratilgan.

Ikkinchidan, qolgan mavzularning aksariyati aynan shu tenglamalarning tatbiqidan iborat: “To‘lqin tenglamasini Dalamber usulida yechish”, “Dalamber tenglamalarining kovariant ifodasi”, “Bio-Savar-Laplas qonunini Kulon qonunidan keltirib chiqarish”, “Elektromagnit maydon invariantlari” kabi mavzular sistema o‘zlashtirilmasa umuman bajarilmaydi. Jami 22 mavzu, ya’ni 44 soat (73,3 foiz) shunga tayanadi.

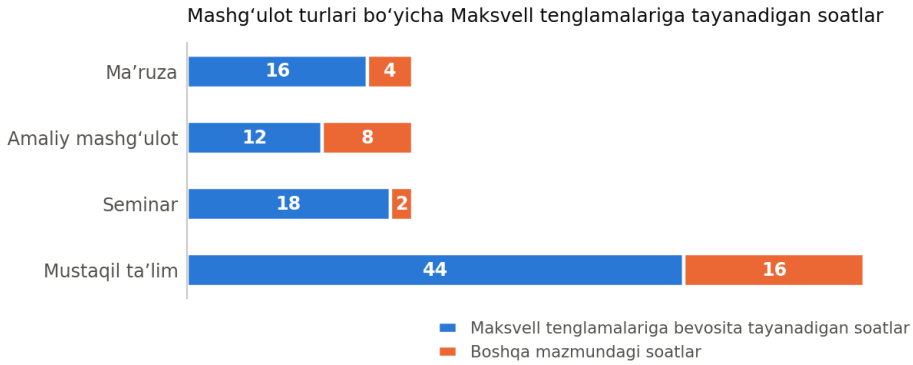
Bu o‘rganishlardan men quyidagi xulosaga kelindi: mustaqil ta’lim blokida tenglamalarni o‘rganish emas, balki ularni qo‘llash nazarda tutilgan. Demak, sistemaning o‘zini o‘zlashtirish butunlay auditoriya mashg‘ulotlariga yuklangan.

Agar ma’ruza va seminarda Maksvell tenglamalari yetarli darajada egallanmasa, mustaqil ta’limning 44 soati bajarilmaydi yoki faqat formal bajariladi.

To‘rtala mashg‘ulot shakli bo‘yicha olgan natijalarni quyidagicha jamlandi.

3-jadval. Maksvell tenglamalariga tayanadigan soatlarning umumiy tahlili

Mashg‘ulot shakli	Jami soat	Maksvellga tayanadigan	Ulush, %	Baho
Ma’ruza mashg‘uloti	20	16	80,0	yuqori
Amaliy mashg‘ulot	20	12	60,0	o‘rtacha
Seminar mashg‘uloti	20	18	90,0	juda yuqori
Mustaqil ta’lim	60	44	73,3	yuqori
Jami	120	90	75,0	–



1-rasm. Mashg‘ulot shakllari bo‘yicha Maksvell tenglamalariga tayanadigan soatlar

Demak, bo‘limning 120 soatidan 90 soati, ya’ni 75 foizi Maksvell tenglamalariga tayanadi. Bu ko‘rsatkich Maksvell tenglamalarini mavzulardan biri emas, tizim hosil qiluvchi yadro deb belgilashga asos beradi.

Miqdoriy ko‘rsatkichdan tashqari, bu fikrni to‘rtta sifat asosi bilan keltirish mumkin. Birinchidan, deduktiv birlashtiruvchi vazifa: elektrostatika, magnitostatika va elektromagnit induksiya qonunlari sistemaning xususiy hollari sifatida keltirib chiqariladi - buni yuqorida ma’ruza mashg‘uloti misolida ko‘rsatildi. Ikkinchidan, bashorat qiluvchi vazifa: siljish toki tushunchasi va elektromagnit maydonning mavjudligi haqidagi bashorat nazariyaning tajribadan oldinda borish qobiliyatini ko‘rsatadigan klassik namunadir; buni ma’ruza mashg‘ulotining markaziy g‘oyasi deb hisoblash mumkin.

Uchinchidan, metodologik vazifa: sistemaning Lorens almashtirishlariga nisbatan kovariantligi maxsus nisbiylik nazariyasining yuzaga kelishiga olib kelgan; shuning uchun “Elektrodinamikaning relyativistik ifodasi” nomli seminar mashg‘uloti va uchta relyativistik amaliy mavzu elektrodinamika bilan uzviy bog‘langan. To‘rtinchidan, kasbiy-pedagogik vazifa: pedagogika oliy ta’lim muassasalarini bitiruvchilari maktabda elektr va magnit hodisalarini o‘qitadi, u yerda bu aloqa faqat sifat darajasida beriladi. O‘qituvchining o‘zida shu aloqaning yagona nazariy asosi shakllangan bo‘lishini maktab fizika kursi ilmiy izchilligining sharti bo‘lib hisoblanadi.

Xulosa sifatida quyidagilarni keltirish mumkin:

- elektrodinamika bo‘limi soatlari mashg‘ulot shakllari bo‘yicha muvozanatli taqsimlangan (auditoriya 50 %, mustaqil ta’lim 50 %), bo‘lim yuklamasining 75 foizi esa Maksvell tenglamalari sistemasiga tayanadi;

- Maksvell tenglamalarining yadroviy maqomi ma’ruza (80 %) va seminar (90 %) mashg‘ulotlarida to‘liq aks etgan; mustaqil ta’limda esa ular asosan tatbiq darajasida (73,3 %) namoyon bo‘ladi;

- aniqlagan asosiy nomutanosiblik - amaliy mashg‘ulotlar orasida tenglamalar sistemasi bilan bevosita ishlashga qaratilgan mavzuning yo‘qligi; shu sababli bu blokda tayanish ulushi eng past (60 %);

Taklif sifatida shuni keltirib o‘tish mumkin: amaliy mashg‘ulotlarga ikkita yangi mavzu kiritish - “Maksvell tenglamalari sistemasi bilan ishlash: differensial va integral shakllar o‘rtasidagi o‘tish” hamda “Maksvell tenglamalaridan to‘lqin tenglamasini keltirib chiqarish va kalibrovkani qo‘llash”; buning uchun relyativistik mavzularga ajratilgan 6 soatning bir qismidan foydalanish mumkin. Shuningdek, mustaqil ta’limdagi “Maksvell tenglamalari” mavzusi tatbiqiy mavzulardan oldinga ko‘chirilishi maqsadga muvofiq. Bu takliflar formal yodlashdan Maksvell tenglamalari bilan erkin ishlash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Мултановский, В. В. Курс теоретической физики: классическая электродинамика : учеб. пособие для студ. пед. ин-тов / В. В. Мултановский, А. С. Василевский. – М. : Просвещение, 1990. – 272 с.

2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : в 10 т. Т. 2. Теория поля / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – 8-е изд. – М. : Физматлит, 2003. – 536 с.

3. Chabay, R. Restructuring the introductory electricity and magnetism course / R. Chabay, B. Sherwood // American Journal of Physics. – 2006. – Vol. 74, No. 4. – P. 329–336.

SUN’IY INTELLEKT ASOSIDA FIZIK HODISALARNI PROGNOZLASH VA TAHLIL QILISH

Ibragimov Berdimurat[1]

[1]Nizomiy nomidagi O‘zbekiston milliy pedagogika universiteti Fizika kafedrasi dotsenti, f.-m.f.n., dotsent.

Annotatsiya. Mazkur maqolada sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanib fizik hodisalarni tahlil qilish, modellashtirish va prognozlash imkoniyatlari yoritilgan va sun’iy intellektning mexanika, issiqlik fizikasi, elektr va magnit hodisalar, optika hamda astronomik jarayonlarni o‘rganishdagi imkoniyatlari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, mashinaviy o‘qitish, neyron tarmoq, fizik hodisa, prognozlash, raqamli modellashtirish, eksperimental ma’lumotlar, fizik modellashtirish.

Kirish

Bugungi kunda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi fizik tadqiqotlarning mazmuni va metodologiyasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda.

Zamonaviy fizik tajribalarda katta hajmdagi ma’lumotlar hosil bo‘lishi, ularni tezkor qayta ishlash va murakkab bog‘lanishlarni aniqlash yangi hisoblash yondashuvlarini talab etmoqda. Sun’iy intellekt (SI) texnologiyalari ana shunday imkoniyatlarni taqdim etuvchi istiqbolli vositalardan biridir. Mashinaviy o‘qitish algoritmlari tajriba natijalaridan foydalanib, fizik jarayonlar o‘rtasidagi murakkab bog‘lanishlarni aniqlashi va yangi ma’lumotlar uchun prognozlar hosil qilishi mumkin. An’anaviy fizik modellashtirishda hodisa matematik tenglamalar va nazariy qonuniyatlar asosida tavsiflanadi. Sun’iy intellekt yondashuvida esa mavjud eksperimental yoki hisoblash ma’lumotlari asosida model shakllantiriladi. Shu sababli ushbu ikki yondashuvni qarama-qarshi qo‘yish emas, balki ularni o‘zaro to‘ldiruvchi vositalar sifatida qarash muhimdir.

Fizik hodisalarni prognozlash jarayonida sun’iy intellektning asosiy vazifasi mavjud ma’lumotlar asosida jarayonning kelajakdagi holatini aniqlashdan iborat. Bunda dastlab tajriba yoki kompyuter simulyatsiyasi orqali ma’lumotlar to‘planadi. Keyinchalik ma’lumotlar tozalanadi, muhim parametrlar ajratiladi va mashinaviy o‘qitish algoritmiga uzatiladi.

Umumiy holda ushbu jarayonni quyidagicha ifodalash mumkin:

Eksperimental ma’lumotlar → Ma’lumotlarni qayta ishlash → Modelni o‘qitish → Natijani tekshirish → Prognozlash

Sun’iy intellekt modelining umumiy matematik ifodasi:

$$\mathbf{y = f(x_1, x_2, ..., x_n)}$$

bu yerda:

- $\mathbf{x_1, x_2, ..., x_n}$ –fizik jarayonning kirish parametrlari;
- **y** – prognoz qilinadigan fizik kattalik;
- **f** – sun’iy intellekt tomonidan aniqlanadigan bog‘lanish.

Masalan, mexanik tizimda kuch, massa va tezlanish haqidagi ma’lumotlar asosida jismning keyingi harakat parametrlarini prognozlash mumkin. Issiqlik jarayonlarida esa vaqt, temperatura, bosim va boshqa parametrlar asosida tizimning kelajakdagi holatini aniqlash imkoniyati mavjud.

Mashinaviy o‘qitish sun’iy intellektning muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, u kompyuterga ma’lumotlardan qonuniyatlarni mustaqil ravishda aniqlash imkonini beradi. Fizik tadqiqotlarda quyidagi mashinaviy o‘qitish yondashuvlaridan foydalanish mumkin:

1. Supervised learning – ma’lum natijalarga ega ma’lumotlar asosida modelni o‘qitish;
2. Unsupervised learning – ma’lumotlardagi yashirin guruhlar va qonuniyatlarni aniqlash;
3. Reinforcement learning – tizimning muhit bilan o‘zaro ta’siri asosida optimal qarorlarni izlash;
4. Deep learning – murakkab va katta hajmdagi ma’lumotlarni ko‘p qatlamli neyron tarmoqlar orqali tahlil qilish.

Masalan, eksperimental ma’lumotlarda fizik kattaliklarning o‘zaro bog‘liqligi murakkab bo‘lsa, neyron tarmoq ushbu bog‘lanishni matematik model shaklida aniqlashi mumkin.

Sun’iy intellekt texnologiyalari fizikaning turli yo‘nalishlarida fizik jarayonlarni modellashtirish, eksperimental ma’lumotlarni qayta ishlash, mavjud qonuniyatlarni aniqlash hamda fizik hodisalarning rivojlanish tendensiyalarini prognozlash imkonini beruvchi zamonaviy ilmiy vosita sifatida tobora keng qo‘llanilmoqda. Mazkur texnologiyalardan mexanika, molekulyar fizika va termodinamika, elektr va magnetizm, optika, atom va yadro fizikasi, shuningdek, astronomiyada foydalanish ilmiy tadqiqotlarning samaradorligi, aniqligi va tezkorligini oshirishga xizmat qilmoqda.

Mexanikada sun’iy intellekt va mashinaviy o‘qitish algoritmlari jismlarning harakat trayektoriyasi, koordinatasi, tezligi, tezlanishi hamda boshqa kinematik va dinamik parametrlarini tahlil qilish va prognozlash imkonini beradi. Xususan, jismning turli vaqt momentlaridagi koordinatalari asosida uning keyingi harakat holatini aniqlash, harakat trayektoriyasini modellashtirish va eksperimental natijalarni nazariy hisoblashlar bilan taqqoslash mumkin.

Molekulyar fizika va termodinamikada sun’iy intellekt texnologiyalaridan temperatura, bosim, hajm va boshqa termodinamik parametrlarning vaqt davomida o‘zgarishini tahlil qilishda foydalanish mumkin. Shuningdek, issiqlik almashinuvi jarayonlarini modellashtirish, tizimning muvozanat holatiga erishish jarayonini baholash va tegishli fizik parametrlarning kelajakdagi qiymatlarini prognozlash imkoniyati mavjud.

Elektr va magnetizm sohasida sun’iy intellekt elektr zanjirlaridagi tok kuchi, kuchlanish, qarshilik va boshqa parametrlarning o‘zgarish qonuniyatlarini aniqlashda samarali vosita bo‘la oladi. Bundan tashqari, murakkab elektr tizimlarida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan anomal holatlarni aniqlash, texnik nosozliklarni diagnostika qilish va fizik parametrlarning o‘zgarishini oldindan baholash imkonini beradi.

Optikada sun’iy intellekt algoritmlari optik tasvirlarni qayta ishlash, obyektlarni avtomatik aniqlash va tasniflash, yorug‘lik intensivligining o‘zgarishini tahlil qilish hamda eksperimental natijalarni qayta ishlashda qo‘llanilishi mumkin. Ayniqsa, kompyuter ko‘rishi texnologiyalari asosida olingan optik tasvirlardan fizik parametrlarni ajratib olish va ularni avtomatik tahlil qilish tadqiqot jarayonlarini avtomatlashtirish imkonini beradi.

Astronomiyada esa sun’iy intellekt texnologiyalarining ahamiyati katta hajmdagi kuzatuv ma’lumotlarini qayta ishlash va tahlil qilish bilan bog‘liq. Jumladan, osmon jismlarini avtomatik tasniflash, astronomik tasvirlarni qayta ishlash, yulduz va galaktikalarni aniqlash, kuzatuv ma’lumotlaridagi qonuniyatlarni ajratib ko‘rsatish hamda ayrim astronomik jarayonlarning rivojlanish xususiyatlarini prognozlashda sun’iy intellektdan foydalanish mumkin.

Eksperimental fizikada tajriba natijalarini qayta ishlash katta vaqt va hisoblash resurslarini talab qilishi mumkin. Sun’iy intellekt ushbu jarayonning ayrim bosqichlarini avtomatlashtirish imkonini beradi.

Masalan, tajriba natijalari quyidagi ko‘rinishda berilgan bo‘lishi mumkin:

$$x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n \rightarrow y$$

Bu yerda kirish parametrlarining o‘zgarishi natijasida fizik tizimning chiqish parametri aniqlanadi.

Sun’iy intellekt modeli ushbu ma’lumotlar asosida umumiy bog‘lanishni o‘rganadi. Keyinchalik yangi tajriba natijalari uchun **y** qiymatini prognoz qilishi mumkin. Bunday yondashuv eksperimental ma’lumotlarni tezkor tahlil qilish, tajribalarni optimallashtirish va fizik jarayonlarning muhim parametrlarini aniqlashga yordam beradi.

Sun’iy intellekt texnologiyalaridan nafaqat ilmiy tadqiqotlarda, balki fizika ta’limida ham foydalanish mumkin. O‘quvchilarga fizik hodisani faqat tayyor formula orqali tushuntirish o‘rniga, real yoki modellashtirilgan ma’lumotlar asosida prognoz qilish topshirig‘ini berish ularning tadqiqotchilik kompetensiyasini rivojlantiradi.

Masalan, o‘quvchilarga quyidagi topshiriq berilishi mumkin:

“Jismning dastlabki harakat parametrlari berilgan. Tajriba ma’lumotlaridan foydalanib, sun’iy intellekt modeli yordamida jismning keyingi holatini prognoz qiling va natijani nazariy hisoblash bilan taqqoslang.”

Bunday topshiriq o‘quvchida:

- ma’lumotlarni tahlil qilish;
- gipoteza ilgari surish;
- matematik modellashtirish;
- tajriba natijalarini taqqoslash;
- xulosa chiqarish;
- raqamli texnologiyalardan foydalanish ko‘nikmalarini shakllantiradi.

Fizik hodisalarni tahlil qilish va prognozlashda sun’iy intellektdan foydalanish quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

- katta hajmdagi ma’lumotlarni tezkor qayta ishlash;
- murakkab bog‘lanishlarni aniqlash;
- fizik jarayonlarni prognozlash;
- eksperimental ma’lumotlarni avtomatik tahlil qilish;
- modellashtirish jarayonini avtomatlashtirish;
- fizik tizimlarda anomal holatlarni aniqlash;
- tajriba natijalarining aniqligini oshirish;
- ilmiy tadqiqot samaradorligini oshirish.

Shu bilan birga, sun’iy intellekt modeli tomonidan olingan natijalarni fizik qonuniyatlar bilan tekshirish zarur. Modelning prognozi har doim ham fizik jihatdan to‘g‘ri bo‘lavermaydi. Shu sababli “sun’iy intellekt natijasi + fizik nazariya + eksperimental tekshiruv” tamoyili muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa

Sun’iy intellekt texnologiyalari fizik hodisalarni o‘rganish, tahlil qilish va prognozlashning yangi imkoniyatlarini yaratmoqda. Mashinaviy o‘qitish va neyron tarmoqlar yordamida katta hajmdagi eksperimental ma’lumotlarni qayta ishlash, murakkab bog‘lanishlarni aniqlash hamda fizik jarayonlarning kelajakdagi holatini prognozlash mumkin.

Sun’iy intellektni an’anaviy fizik modellashtirish bilan integratsiyalash ilmiy tadqiqotlarning samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, eksperimental fizika, astronomiya, raqamli modellashtirish va fizik ta’limda ushbu texnologiyalardan foydalanish istiqbolli yo‘nalishlardan hisoblanadi.

Shuningdek, fizik ta’limda sun’iy intellektdan foydalanish o‘quvchilarning ma’lumotlar bilan ishlash, modellashtirish, tahlil qilish, prognozlash va tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirishga imkon beradi. Bunda sun’iy intellekt fizik qonuniyatlarning o‘rnini bosuvchi vosita emas, balki ularni chuqurroq o‘rganish va amaliy tadqiq qilishni qo‘llab-quvvatlovchi zamonaviy raqamli vosita sifatida qaralishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – Cambridge: MIT Press, 2016. – 800 p.
2. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning. – New York: Springer, 2006. – 738 p.
3. Murphy K.P. Probabilistic Machine Learning: An Introduction. – Cambridge: MIT Press, 2022. – 864 p.
4. Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G.E. Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations. Journal of Computational Physics, 2019, Vol. 378, 686–707 pp.

SCALING RELATIONS BETWEEN THE CENTRAL SUPERMASSIVE BLACK HOLE MASS AND HOST GALAXY PROPERTIES IN A SAMPLE OF 119 ELLIPTICAL GALAXIES

Ismatova L. I.[1], **Botirov F. U.**[2]
[1]Master’s student, National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
[2]PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Faculty of Physics, National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. The paper presents a statistical analysis of the relationship between the mass of the central supermassive black hole and the main physical parameters of elliptical galaxies. A combined catalog of 119 elliptical galaxies was compiled from observational data published in 2009–2025. The distributions of the central black hole mass ($log\ M_{BH}$), total stellar mass ($log\ M_{*}$), bulge mass ($log\ M_{bulge}$), bulge luminosity ($log\ L_{bulge}$), stellar velocity dispersion (σ) and apparent diameter ($log\ D$) were examined, and the correlations between these parameters were calculated. The black hole mass shows a strong positive

correlation with the stellar velocity dispersion ($r \approx 0.82$) and the bulge mass ($r \approx 0.82$), a significant correlation with the bulge luminosity ($r \approx 0.73$) and a moderate correlation with the total stellar mass ($r \approx 0.54$). The results contribute to a better understanding of the co-evolution of elliptical galaxies and their central supermassive black holes.

Keywords: elliptical galaxies, supermassive black holes, black hole mass, stellar velocity dispersion, bulge mass, correlation analysis.

Introduction. The relationship between the masses of supermassive black holes and the physical parameters of their host galaxies is one of the key problems of modern extragalactic astrophysics. Kormendy and Ho [1] summarised the evidence for the co-evolution of black holes and galaxies. Graham [3] and Tremaine et al. [10] investigated the relation between black hole mass and stellar velocity dispersion, while Hu [5] examined the black hole mass – bulge mass correlation. Beifiori et al. [6] estimated black hole masses from archival Hubble Space Telescope data, Dullo et al. [2] studied the relation between black hole mass and the structural properties of galaxies, and Dominiak et al. [8] measured black hole masses in elliptical galaxies using molecular gas kinematics. Farrah et al. [9] analysed the growth of supermassive black holes in elliptical galaxies, and Khonji et al. [7] proposed a mechanism for the formation of nuclear star clusters in giant ellipticals. Scaling relations for spiral galaxies and their bulges were considered in [4, 11].

Most previous studies addressed the relation between black hole mass and individual galaxy parameters. The aim of this work is to analyse jointly, on a single catalog of 119 elliptical galaxies, the relations between the central black hole mass and the stellar velocity dispersion, total stellar mass, bulge mass and bulge luminosity.

Research methodology. The sample includes 119 elliptical galaxies with observational data published between 2009 and 2025. For each galaxy the following parameters were collected: the central black hole mass ($log\ M_{BH}$), stellar mass ($log\ M_*$), bulge mass ($log\ M_{bulge}$), bulge luminosity ($log\ L_{bulge}$), stellar velocity dispersion (σ) and apparent diameter ($log\ D$). Masses and luminosities are given in solar units ($M_\odot$, $L_\odot$). The distributions of the parameters were studied using histograms, the strength of the relations was quantified with linear correlation coefficients r, and the dependences were approximated by linear regression.

Analysis and results. The distributions of the main parameters are shown in Figures 1–4. Elliptical galaxies with total stellar mass $log\ M_* \approx 11.8$ constitute the largest fraction of the sample, whereas galaxies with $log\ M_* \approx 10.0$ and 12.4 are rare (Fig. 1). The most common velocity dispersion is $\sigma \approx 295$ km s^{-1}, while galaxies with $\sigma \approx 65$ km s^{-1} are few (Fig. 2). The black hole mass distribution peaks at $log\ M_{BH} \approx 8.5$, with the lowest-mass objects ($log\ M_{BH} \approx 6.4$) being the least common (Fig. 3). The apparent diameters are most frequently $log\ D \approx 1.6 \pm 0.1$ arcmin, and galaxies with $log\ D \approx 2.41$ are rare (Fig. 4).

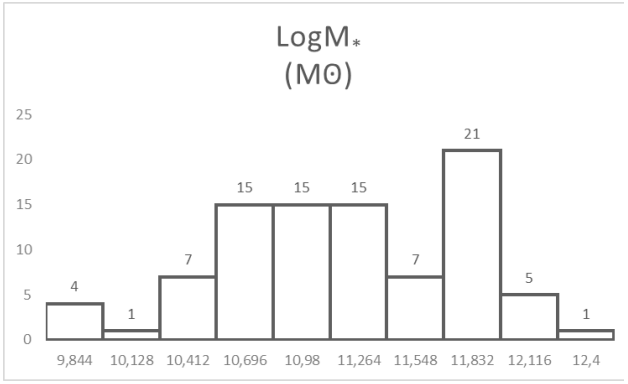


Figure 1. Distribution of the total stellar mass

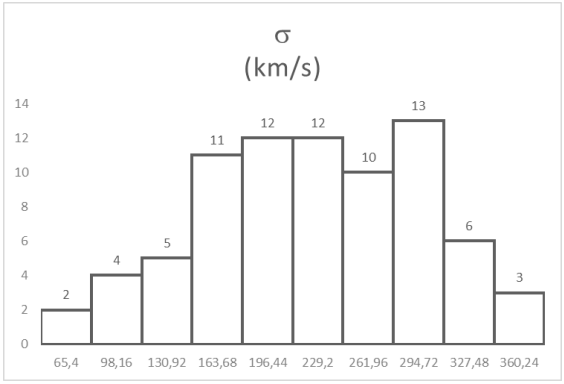


Figure 2. Distribution of the stellar velocity dispersion

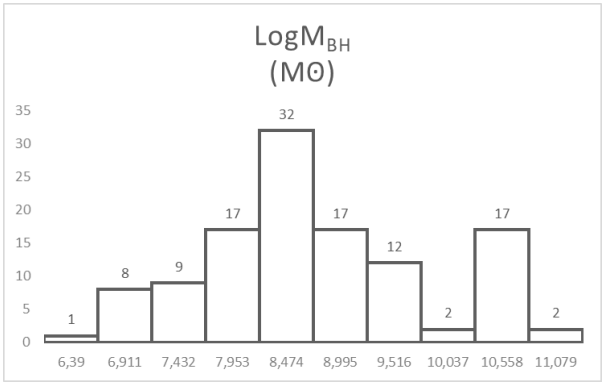


Figure 3. Distribution of the central black hole mass

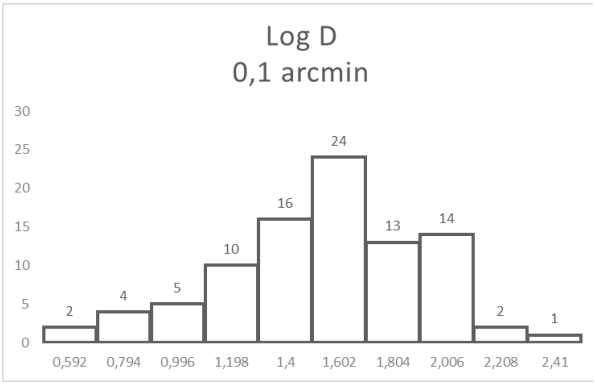


Figure 4. Distribution of the apparent diameter

The correlation coefficients between the central black hole mass and the physical parameters of the galaxies are listed in Table 1.

Table 1. Correlation coefficients between the central black hole mass and the physical parameters of elliptical galaxies

Parameter	σ	$log\ M_*$	$log\ M_{bulge}$	$log\ L_{bulge}$
$log\ M_{BH}$	0.82	0.54	0.82	0.73

The dependences of the black hole mass on σ, L_{bulge}, M_* and M_{bulge} are shown in Figures 5–8. They are well described by the linear relations (1)–(4):

$$log\ M_{BH} = 0.0102\sigma + 6.2705, \quad (1)$$

$$log\ M_{BH} = 0.9143\ log\ L_{bulge} - 1.4862, \quad (2)$$

$$log\ M_{BH} = 0.29\ log\ M_* + 8.4195, \quad (3)$$

$$log\ M_{BH} = 1.2164\ log\ M_{bulge} - 4.7856. \quad (4)$$

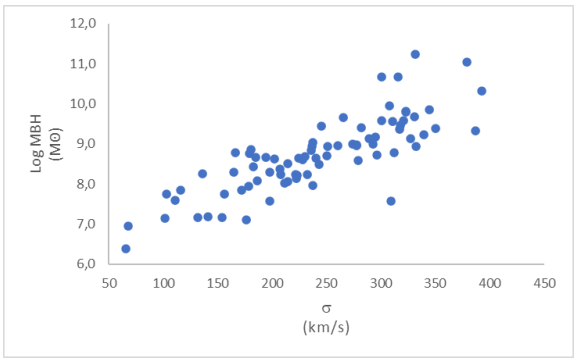


Figure 5. $log\ M_{BH}$ versus velocity dispersion σ

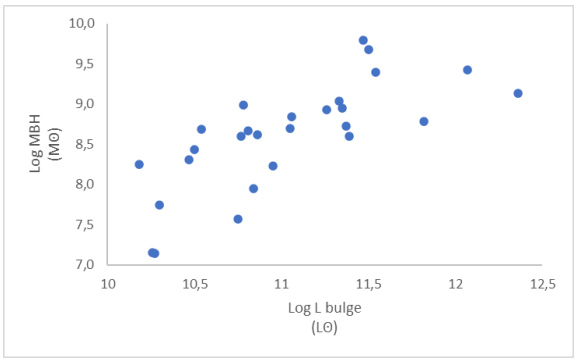


Figure 6. $log\ M_{BH}$ versus bulge luminosity $log\ L_{bulge}$

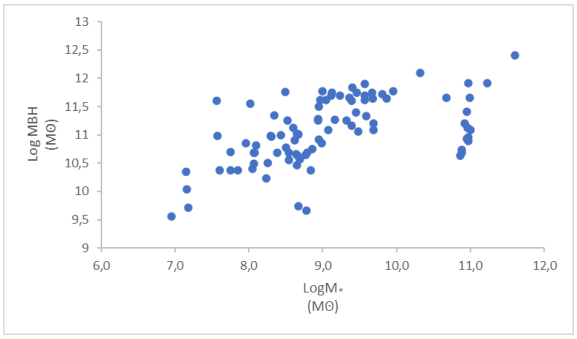


Figure 7. $log\ M_{BH}$ versus total stellar mass $log\ M_*$

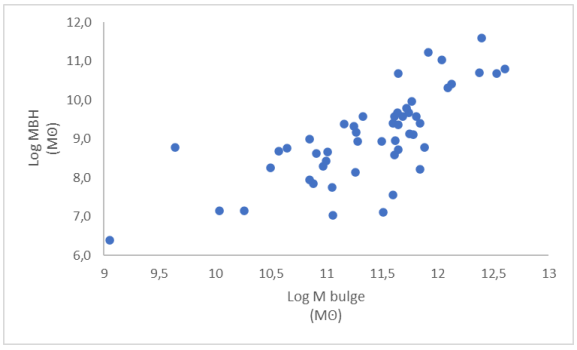


Figure 8. $log\ M_{BH}$ versus bulge mass $log\ M_{bulge}$

As the central black hole mass increases, the velocity dispersion, bulge luminosity, total stellar mass and bulge mass of elliptical galaxies increase in an approximately linear manner. The tightest relations are observed with σ and M_{bulge}, in agreement with earlier results [1, 3, 5, 10].

Conclusions

A combined catalog of 119 elliptical galaxies was compiled from observational data published in 2009–2025, and the relations between the central black hole mass and the main physical parameters of the host galaxies were analysed statistically.

1. The black hole mass correlates most strongly with the stellar velocity dispersion and the bulge mass ($r \approx 0.82$), significantly with the bulge luminosity ($r \approx 0.73$) and moderately with the total stellar mass ($r \approx 0.54$) (Table 1).

2. The most frequent values in the sample are $log\ M_* \approx 11.8$, $\sigma \approx 295$ km s^{-1}, $log\ D \approx 1.6 \pm 0.1$ arcmin and $log\ M_{BH} \approx 8.5$. Such high black hole masses indicate that elliptical galaxies are, in general, systems at an advanced stage of evolution.

3. The relations between the physical parameters of elliptical galaxies are tight and well ordered, whereas in spiral galaxies they are more scattered and complex [4, 11]. The central black hole may act as a quenching agent that suppresses or regulates star formation and thereby affects the further evolution of the host galaxy.

References

1. Kormendy J., Ho L. C. Coevolution (or not) of supermassive black holes and host galaxies // Annual Review of Astronomy and Astrophysics. – 2013. – Vol. 51. – P. 511–653.

2. Dullo B. T., Bouquin A. Y. K., Gil de Paz A., Knapen J. H., Gorgas J. The most massive galaxies with large depleted cores: structural parameter relations and black hole masses // The Astrophysical Journal. – 2019. – Vol. 886, No. 2. – DOI: 10.3847/1538-4357/ab4d4f.

3. Graham A. W. Populating the galaxy velocity dispersion – supermassive black hole mass diagram: a catalogue of (M_{BH}, σ) values // Publications of the Astronomical Society of Australia. – 2008. – Vol. 25. – P. 167–175.

4. Botirov F., Nuritdinov S. Problems of formation and evolution of bulges of spiral galaxies. – 2022.

5. Hu J. The black hole mass – bulge mass correlation: bulges versus pseudo-bulges // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2008. – Vol. 386, No. 4. – P. 2242–2252.

6. Beifiori A., Sarzi M., Corsini E. M., Dalla Bontà E., Pizzella A., Coccato L., Bertola F. Upper limits on the masses of 105 supermassive black holes from Hubble Space Telescope/Space Telescope Imaging Spectrograph archival data // The Astrophysical Journal. – 2009. – Vol. 692. – P. 856–868.

7. Khonji N., Gualandris A., Read J. I., Dehnen W. Black hole dragging: a new mechanism for forming nuclear star clusters in giant elliptical galaxies // The Astrophysical Journal. – 2025. – Vol. 994. – P. 177.

8. Dominiak P., Bureau M., Davis T. A., Ma C.-P., Greene J. E., Gu M. The MASSIVE survey – XIX. Molecular gas measurements of the supermassive black hole masses in the elliptical galaxies NGC 1684 and NGC 0997 // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2024. – Vol. 529. – P. 1597–1616.

9. Farrah D., Petty S., Croker K. S. et al. A preferential growth channel for supermassive black holes in elliptical galaxies at $z \lesssim 2$ // The Astrophysical Journal. – 2023. – Vol. 943, No. 2. – P. 133.

10. Tremaine S., Gebhardt K., Bender R. et al. The slope of the black-hole mass versus velocity dispersion correlation // The Astrophysical Journal. – 2002. – Vol. 574, No. 2. – P. 740–753.

11. Davis B. L., Jin Z. Discovery of a planar black hole mass scaling relation for spiral galaxies // The Astrophysical Journal Letters. – 2023. – Vol. 956, No. 1. – P. L22.

S va S0 GALAKTIKALAR DISKIDAGI WARP DEFORMATSIYASINI MIQDORIY BAHOLASH

Xudayberganov Sh.R.[1], **Botirov F.O‘.**[2]

[1]O‘zbekiston Milliy universiteti Astronomiya yo‘nalishi 2-kurs magistranti, Toshkent, O‘zbekiston

[2]O‘zbekiston Milliy universiteti Yadro fiizkasi va astronomiya kafedrasi dotsenti, f.-m.f.f.d.(PhD), dotsent, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya. Ishda spiral galaktikalar disklarida kuzatiladigan warp deformatsiyasini miqdoriy tavsiflash masalasi ko‘rib chiqiladi. Warpni tavsiflash uchun odatda warp amplitudasi, warp boshlanish radiusi va diskning radial masshtabi kabi alohida parametrlar ishlatiladi. Ushbu parametrlarni yagona o‘lchovsiz songa birlashtiruvchi Warp Morfologik Indeksi (WMI) taklif etiladi. Indeks warp amplitudasining radial taqsimotini diskning xarakterli o‘lchamiga nisbatan normallashtirgan holda hisobga oladi. Warp amplitudasi radius bo‘yicha chiziqli o‘sadigan model uchun WMI ning analitik ifodasi olindi va indeksni kuzatuv ma’lumotlariga qo‘llash tartibi bayon qilindi.

Kalit so‘zlar: spiral galaktika, galaktik disk, warp, warp amplitudasi, warp boshlanish radiusi, morfologik indeks, raqamli tahlil.

Kirish

Galaktikalar tuzilishini o‘rganishda diskning geometrik shakli muhim morfologik ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi. Ko‘plab spiral galaktikalarning tashqi qismlarida disk ideal tekislikdan chetlashib, o‘rta tekislikka nisbatan vertikal og‘ishlar hosil qiladi; bunday deformatsiya astronomik adabiyotlarda “warp” deb ataladi [1]. Warp parametrlari turli kuzatuv va modellashtirish ishlarida alohida-alohida o‘rganilgan bo‘lsa-da, turli o‘lchamdagi galaktikalardagi warplarni yagona miqdoriy mezon asosida taqqoslash imkonini beruvchi ko‘rsatkich hozircha keng qo‘llanilmaydi. Ushbu ishning maqsadi – warp geometriyasini bitta o‘lchovsiz son bilan ifodalovchi morfologik indeksni taklif qilish va uning xossalarini tahlil qilishdan iborat.

Adabiyotlar tahlili

Briggs 12 ta galaktikaning yuqori sifatli HI kuzatuvlarini tahlil qilib, warpning ichki tekis diskdan tashqi qismga o‘tishi va tugunlar chizig‘ining shaklini tavsiflovchi empirik qonuniyatlarni ishlab chiqqan [1]. Saha, de Jong va Holwerda Spitzer ma’lumotlari asosida edge-on spiral galaktikalarda warpning boshlanish joyini tekshirgan va optik hamda infraqizil warplar amplitudasi HI warplarinikidan kichikroq ekanini ko‘rsatgan [2]. Reshetnikov va hammualliflar 13 ta edge-on galaktikada optik warplarni o‘rganib, maksimal warp burchagi taxminan 20° ga yetishini va warplar odatda diskning 2–3 eksponensial masshtab uzunligi atrofida boshlanishini aniqlagan [3].

Jiang va Binney N-jism modellashtirish orqali tashqi halo yo‘nalishining sekin o‘zgarishi o‘z-o‘zini tortuvchi diskda integral shaklidagi warpni hosil qilishini ko‘rsatgan [4]. Demak, warp faqat geometrik emas, balki galaktikaning

dinamik holati bilan bog‘liq deformatsiya hamdir. Semczuk va hammualliflar IllustrisTNG simulyatsiyalarida tidal warplarni o‘rganib, warp geometriyasini quyidagi parametrik funksiya bilan ifodalagan [5]:

$$z(R,\varphi) = a_w(R - R_w)^b \, sin(\varphi - \varphi_w) \quad (1)$$

bu yerda R_w – warp boshlanish radiusi, a_w – amplituda masshtabi, b – radial o‘sish xarakteri, φ_w – warp yo‘nalishi (tugunlar chizig‘i). Somon Yo‘li uchun Skowron va hammualliflar klassik sefeidlar yordamida Galaktikaning uch o‘lchamli xaritasini tuzib, tashqi diskning warp shaklini kuzatgan [6], Cabrera-Gadea va hammualliflar esa warpning tuzilishi, kinematikasi va vaqt bo‘yicha evolyutsiyasini tahlil qilgan [7].

Tadqiqot metodologiyasi

Yuqorida ko‘rib chiqilgan ishlarda warpning boshlanish radiusi, amplitudasi va radial rivojlanishi alohida parametrlar orqali ifodalanadi [1–7]. Ushbu parametrlarni yagona o‘lchovsiz ko‘rsatkichga birlashtirish uchun mualliflar tomonidan Warp Morfologik Indeksi (Warp Morphological Index, WMI) taklif etiladi:

$$WMI = \frac{1}{R_{max} - R_w} \int_{R_w}^{R_{max}} \frac{h_w(R)}{R_d} dR \quad (2)$$

bu yerda $h_w(R)$ – R radiusdagi warpning maksimal vertikal amplitudasi, R_w – warp boshlanish radiusi, R_{max} – kuzatilayotgan diskning maksimal radiusi, R_d – diskning radial masshtab uzunligi.

$h_w(R)/R_d$ nisbati warp deformatsiyasini diskning xarakterli o‘lchamiga nisbatan normallashtiradi. R_w dan R_{max} gacha integrallash esa deformatsiyaning faqat bir nuqtadagi maksimal og‘ishini emas, balki uning radial davomiyligini ham hisobga oladi, $(R_{max} - R_w)$ ga bo‘lish esa indeksni o‘rtacha qiymat ma’nosiga keltiradi. Natijada WMI o‘lchovsiz kattalik bo‘lib, turli o‘lchamdagi galaktikalarni yagona mezon asosida taqqoslash imkonini beradi.

Natijalar va muhokama

Indeks xossalarini ko‘rsatish uchun warp amplitudasi radius bo‘yicha chiziqli ortadi deb faraz qilamiz, bu (1) modelda $b = 1$ holiga mos keladi:

$$h_w(R) = a_w(R - R_w) \quad (3)$$

U holda (2) ifodadan quyidagini olamiz:

$$WMI = \frac{a_w}{(R_{max} - R_w)R_d} \int_{R_w}^{R_{max}} (R - R_w) dR = \frac{a_w}{(R_{max} - R_w)R_d} \cdot \frac{(R_{max} - R_w)^2}{2} \quad (4)$$

ya’ni

$$WMI = \frac{a_w(R_{max} - R_w)}{2R_d} \quad (5)$$

(5) ifodaga ko‘ra, WMI warpning radial o‘sish koeffitsiyenti a_w va warp mavjud bo‘lgan radial masofa $R_{max} - R_w$ ortishi bilan chiziqli ortadi hamda diskning masshtab uzunligi R_d ga teskari proporsional. Shunday qilib, kichik diskdagi kuchli warp va katta diskdagi xuddi shunday absolyut amplitudali warp turli WMI qiymatlariga ega bo‘ladi, bu esa indeksning morfologik ma’nosini ta’minlaydi.

Indeksni kuzatuv ma’lumotlariga qo‘llash quyidagi bosqichlardan iborat. Avval galaktikaning markaziy tekisligi aniqlanadi, so‘ngra diskning vertikal profili $z(R,\varphi)$ va undan warp amplitudasi $h_w(R)$ baholanadi. Warp boshlanish radiusi R_w HI va optik kuzatuvlarga asoslangan empirik mezonlar [1–3] yoki (1) ko‘rinishdagi parametrik modellar [5] yordamida aniqlanadi. Shundan so‘ng kuzatilgan $h_w(R)$ funksiyasi (2) formulaga kiritilib, har bir galaktika uchun bitta o‘lchovsiz WMI qiymati hisoblanadi. Uch o‘lchamli yulduz koordinatalari va kinematik ma’lumotlar mavjud bo‘lganda vertikal profilni aniqlash aniqligi oshadi [6, 7].

Xulosa

Ishda galaktik disklarning warp deformatsiyasini miqdoriy tavsiflash uchun Warp Morfologik Indeksi (WMI) taklif qilindi. Indeks warp amplitudasining radial taqsimoti, warp boshlanish radiusi va diskning radial masshtabini yagona o‘lchovsiz ko‘rsatkichga birlashtiradi. Chiziqli warp modeli uchun WMI ning analitik ifodasi (5) olindi. Real galaktikalar uchun WMI ni hisoblashda kuzatuv ma’lumotlari asosida $h_w(R)$, R_w, R_{max} va R_d parametrlarini aniqlash zarur. Keyingi bosqichda indeksni real galaktikalar namunasida sinash, kuzatuv xatoliklarining ta’sirini baholash va uni raqamli morfologik tahlil algoritmlariga tatbiq etish rejalashtirilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Briggs F. H. Rules of behavior for galactic warps // The Astrophysical Journal. – 1990. – Vol. 352. – P. 15–29.
2. Saha K., de Jong R. S., Holwerda B. The onset of warps in Spitzer observations of edge-on spiral galaxies // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2009. – Vol. 396, No. 1. – P. 409–422.
3. Reshetnikov V. P., Mosenkov A. V., Moiseev A. V., Kotov S. S., Savchenko S. S. Galaxies with conspicuous optical warps // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2016. – Vol. 461, No. 4. – P. 4233–4245.
4. Jiang I.-G., Binney J. Warps and cosmic infall // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 1999. – Vol. 303, No. 1. – P. L7–L10.
5. Semczuk M., Łokas E. L., D’Onghia E., Athanassoula E., Debattista V. P., Hernquist L. Tidally induced warps of spiral galaxies in IllustrisTNG // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2020. – Vol. 498, No. 3. – P. 3535–3548.
6. Skowron D. M., Skowron J., Mróz P. et al. A three-dimensional map of the Milky Way using classical Cepheid variable stars // Science. – 2019. – Vol. 365, No. 6452. – P. 478–482.
7. Cabrera-Gadea M., Mateu C., Ramos P., Romero-Gómez M., Antoja T., Aguilar L. Structure, kinematics, and time evolution of the Galactic warp from Classical Cepheids // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2024. – Vol. 528, No. 3. – P. 4409–4431.

ASTRONOMIK KATTA MA’LUMOTLARNI TAHLIL QILISHDA MASHINAVIY O‘QITISH: EKZOSAYYORALAR, GALAKTIKALAR VA GRAVITATSION TO‘LQINLAR MISOLIDA

Meliyeva Zulayho Botirjon qizi
Nizomiy nomidagi O‘zbekiston milliy pedagogika universiteti,
Fizika va astronomiya yo‘nalishi talabasi, Toshkent

Annotatsiya. Maqolada astronomik kuzatuvlardan olinadigan katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilishda mashinaviy o‘qitish usullarining ilmiy-metodik imkoniyatlari adabiyotlar asosida o‘rganilgan. Ekzosayyoralarni tranzit fotometriyasi yordamida aniqlash, galaktikalarni morfologik tasniflash va gravitatsion to‘lqin detektorlaridagi instrumental shovqinlarni ajratish misollarida chuqur o‘qitish yondashuvlari taqqoslangan. Fizik cheklovlarni modellashtirish, baholash metrikalari, natijalarni talqin qilish hamda ochiq astronomik arxivlardan ta’limda foydalanishning bosqichma-bosqich metodik sxemasi taklif etilgan. Maqola mustaqil eksperiment emas, ilmiy manbalar tahlili va metodik umumlashtirishga asoslanadi.

Kalit so‘zlar: astronomik katta ma’lumotlar, mashinaviy o‘qitish, ekzosayyora, tranzit fotometriyasi, konvolyutsion neyron tarmoq, galaktika morfologiyasi, gravitatsion to‘lqin, FAIR.

Kirish

Kosmik teleskoplar va yirik osmon kuzatuvlari astronomik tasvirlar, fotometrik vaqt qatorlari va spektrlarning katta hajmini hosil qilmoqda. Kepler missiyasi yulduzlarning yorqinlik egri chiziqlarini qayd etgan; Gaia missiyasi esa astrometrik o‘lchovlarning yirik majmuasini shakllantirgan [1, 2]. Vera C. Rubin observatoriyasining osmon kuzatuvlari ham katta hajmli vaqtga bog‘liq ma’lumotlarni tahlil qilish masalasini dolzarblashtiradi [3]. Shu sababli astronomiyada mashinaviy o‘qitish kuzatuvlarni almashtiruvchi emas, balki nomzodlarni saralash, tasniflash va keyingi fizik tekshiruvni yo‘naltirish vositasi sifatida muhimdir [4, 5].

Tadqiqot maqsadi – astronomik katta ma’lumotlar uchun qo‘llaniladigan mashinaviy o‘qitish yondashuvlarini uch amaliy vazifa misolida tahlil qilish va fizika hamda astronomiya ta’limida ularni o‘rgatishning izchil metodik ketma-ketligini asoslash. Tadqiqot usullari: ilmiy adabiyotlarni qiyosiy tahlil qilish, fizik-matematik modellarni umumlashtirish va algoritmik jarayonlarni metodik loyihalash.

1. Astronomik ma’lumotlarning xususiyatlari va ishlov berish bosqichlari

Astronomik ma’lumotlarni qayta ishlashda hajm, kelib tushish tezligi, formatlar xilma-xilligi va o‘lchash sifati birgalikda hisobga olinadi [4]. Turli teleskoplardan olingan kuzatuvlarda instrumental artefaktlar, yo‘qolgan qiymatlar hamda sinflar nomutanosibligi uchraydi. Shuning uchun avtomatlashtirilgan tasniflashdan oldin kalibrlash, sifat nazorati, normalashtirish va ma’lumotlarni o‘qitish, validatsiya hamda mustaqil sinov to‘plamlariga ajratish zarur. Bir

astronomik obyektning bir-biriga bog‘liq kuzatuvlari turli to‘plamlarga ajratilsa, natijalar asossiz yuqori ko‘rinishi mumkin [5].

2. Ekzosayyoralarni tranzit fotometriyasi va mashinaviy o‘qitish orqali aniqlash

Tranzit fotometriyasida sayyora yulduz diski oldidan o‘tganda kuzatiladigan yorqinlikning qisqa muddatli kamayishi tahlil qilinadi. Tranzit chuqurligi kuzatilayotgan oqim orqali aniqlanadi:

$$\delta = \frac{F_{tt} - F_{tv}}{F_{tt}} \tag{1}$$

bu yerda F_{tt} – tranzitdan tashqaridagi, F_{tv} – tranzit vaqtida kuzatilgan yorug‘lik oqimi; δ – nisbiy tranzit chuqurligi. Yulduz yuzasining bir tekis yorqinligi va sayyora to‘liq tranziti kabi soddalashtirilgan shartlarda:

$$\delta = \left(\frac{R_p}{F_*} \right)^2 ; \qquad R_p = R_* \cdot \sqrt{\delta} \tag{2}$$

bu yerda R_p va R_* – mos ravishda sayyora va yulduz radiuslari. Real kuzatuvlarda yulduz diskining chetga tomon qorayishi, yulduz faolligi va fon yorug‘ligi qo‘shimcha modellashtiriladi. Mashinaviy o‘qitish bunday fizik model o‘rnini to‘liq bosmaydi: u signalni nomzod sifatida ajratadi va keyingi mustaqil tasdiqlashga yordam beradi.

Shallue va Vanderburg faza bo‘yicha yig‘ilgan fotometrik egri chiziqlar uchun bir o‘lchamli chuqur konvolyutsion model yaratib, Kepler ma’lumotlari yordamida ilgari ajratilmagan sayyora signallarini aniqlagan [6]. Modelning sinovdagi tartiblash natijasini astronomik obyektni to‘liq tasdiqlash bilan tenglashtirish mumkin emas. Ta’limiy mashg‘ulotda o‘quvchi yorqinlik egri chizig‘ini normallashtiradi, tranzitga o‘xshash pasayishni kuzatadi, (1)–(2) formulalarini qo‘llaydi va soxta musbat holatlarning sabablarini izohlaydi.

3. Galaktikalarni morfologik tasniflash

Galaktikalarni spiral, elliptik, linzasimon va boshqa morfologik turkumlarga ajratishda tasvirdagi yorqinlik taqsimoti, markaziy bo‘rtma hamda spiral qo‘llar kabi belgilar o‘rganiladi. Dieleman va hammualliflar galaktika tasvirlarining aylantirilishi va aks ettirilishiga nisbatan barqaror ishlovchi konvolyutsion arxitekturani taklif etgan [7]. Bunday yondashuv tasvirning yo‘nalishi o‘zgarganda galaktikaning fizik turi o‘zgarmasligini hisobga oladi.

Ko‘p sinfli tasniflashda neyron tarmoqning k-sinfga tegishli chiqish ehtimoli Softmax orqali baholanishi mumkin:

$$P(y = k \mid x) = \frac{e^{z_k}}{\sum_{j=1}^{K} e^{z_j}} \tag{3}$$

bu yerda P(y=k|x) – obyektning k-sinfga mansublik ehtimoli; x – kirish tasviri yoki uning belgilari; z_k – k-sinf uchun modelning chiqish qiymati; K – sinflar soni. Hisoblangan ehtimollar model bashoratini bildiradi, fizik xulosaning mustaqil kafolati emas. Dars jarayonida ayni galaktika suratini turli burchaklarga aylantirib model bashoratini solishtirish tasvirlarni o‘zgartirish va invariantlik tushunchalarini birgalikda o‘rgatadi.

4. Gravitatsion to‘lqinlar va instrumental shovqinlarni ajratish

Birinchi bevosita gravitatsion to‘lqin signali LIGO tomonidan moslashtirilgan filtrlash kabi fizik shablonlarga asoslangan usullar bilan aniqlangan [8]. Shu sababli ushbu tarixiy kashfiyotni mashinaviy o‘qitish natijasi sifatida ta’riflash noto‘g‘ri. Biroq detektorlar qayd etadigan qisqa instrumental shovqinlarni (glitch) guruhlarga ajratishda mashinaviy o‘qitish amaliy ahamiyatga ega. Gravity Spy loyihasida detektor shovqinlarini tasniflash uchun algoritmlar va ko‘ngilli kuzatuvchilar belgilari uyg‘unlashtirilgan [9]. Bu misol o‘quvchilarga «signal – shovqin – klassifikatsiya» munosabatini astronomik kontekstda tushuntirishga xizmat qiladi.

5. Natijalarni baholash va fizik talqin

Ekzosayyora nomzodlarini yoki detektor shovqinlarini ikkilik tasniflashda precision (P), recall (R) hamda ularning garmonik o‘rtachasi F_1 qo‘llaniladi:

$$P = \frac{TP}{TP + FP}; \qquad R = \frac{TP}{TP + FN} \tag{4}$$

F_1 ko‘rsatkichi:

$$F_1 = \frac{2PR}{P + R} \tag{5}$$

bu yerda TP – to‘g‘ri musbat, FP – noto‘g‘ri musbat, FN – noto‘g‘ri manfiy natijalar soni. Maxraj nol bo‘lgan holatlar uchun hisoblash qoidasi oldindan belgilanadi. Bir nechta morfologik sinf mavjud bo‘lsa, har bir sinf bo‘yicha natijalar va makro yoki vaznlangan umumlashtirilgan metrikalar ham keltirilishi kerak.

Neyron tarmoqlarni fizik qonunlar bilan uyg‘unlashtirish uchun yo‘qotish funksiyasiga tegishli tenglamalarning qoldiq hadlarini kiritish mumkin. Bunday yondashuv fizikaga asoslangan neyron tarmoqlar (PINN) doirasida ishlab chiqilgan [10]. Ammo har qanday astronomik tasniflash vazifasi uchun PINN avtomatik ravishda an’anaviy modellardan samaraliroq degan xulosa chiqarib bo‘lmaydi. Tanlangan fizik cheklovning qo‘llanish sohasi va kuzatuv ma’lumotlarining sifati alohida tekshirilishi lozim.

6. Fizika va astronomiya ta’limi uchun metodik tavsiyalar

Nazariy tahlil asosida talabalarning raqamli va predmetga oid ko‘nikmalarini uyg‘un shakllantirish uchun quyidagi ketma-ketlik taklif etiladi: (1) tranzit, galaktika morfologiyasi yoki detektor signali bo‘yicha fizik muammoni ifodalash; (2) ochiq arxivdan ma’lumot olish hamda uning kelib

chiqishini qayd etish; (3) Python yordamida vizuallashtirish va dastlabki tozalash; (4) sodda bazaviy algoritm bilan mashinaviy o‘qitish modelini qiyoslash; (5) mustaqil sinov to‘plamida baholash; (6) noaniqliklar va noto‘g‘ri natijalarni fizik jihatdan sharhlash. Bu ketma-ketlik mustaqil pedagogik eksperimentdan o‘tgan metodika emas, mazkur adabiyotlar tahlili asosida ilgari surilgan tavsiyadir.

Ma’lumotlardan foydalanishda FAIR – topiluvchanlik (Findable), foydalanish imkoniyati (Accessible), o‘zaro ishlashga moslik (Interoperable) va qayta foydalanish mumkinligi (Reusable) – tamoyillariga rioya qilish tavsiya etiladi [11]. FAIR ma’lumotlarning mutlaqo cheklovsiz yoki majburiy ravishda ochiq bo‘lishini anglatmaydi; u ma’lumot va metama’lumotlarni izchil boshqarishga qaratilgan. Talabalar ishida ma’lumotning manbasi, qayta ishlash amallari va dastur kodi qayd etilishi natijalarni takror tekshirishga yordam beradi.

Xulosa

Ilmiy manbalarni qiyosiy tahlil qilish astronomik katta ma’lumotlarni tahlil qilishda mashinaviy o‘qitish turli vazifalarni bajarishini ko‘rsatadi: ekzosayyoralar bo‘yicha tranzit nomzodlarini saralash, galaktikalar uchun tasvirga asoslangan morfologik tasniflash va gravitatsion to‘lqin detektorlarida instrumental shovqinlarni guruhlash. Ushbu vazifalar turli ma’lumot turlari va turli fizik tekshiruv mezonlariga ega. Shu bois bir modelning yuqori natijalarini boshqa vazifaga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘chirish ilmiy jihatdan asoslanmagan.

Oliy ta’limda real astronomik ma’lumotlardan foydalangan holda fizik model, dasturlash, statistik baholash va natijalarni talqin qilish bosqichlarini bog‘lash maqsadga muvofiq. Mazkur maqoladagi metodik takliflarni kelgusida talabalar bilan nazoratli pedagogik tajriba asosida tekshirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Borucki W. J. et al. Kepler Planet-Detection Mission: Introduction and First Results // Science. – 2010. – Vol. 327. – P. 977–980.

2. Gaia Collaboration, Prusti T. et al. The Gaia mission // Astronomy & Astrophysics. – 2016. – Vol. 595. – Art. A1.

3. Ivezić Ž. et al. LSST: From Science Drivers to Reference Design and Anticipated Data Products // The Astrophysical Journal. – 2019. – Vol. 873. – Art. 111.

4. Ball N. M., Brunner R. J. Data mining and machine learning in astronomy // International Journal of Modern Physics D. – 2010. – Vol. 19. – P. 1049–1106.

5. Baron D. Machine Learning in Astronomy: a practical overview // arXiv. – 2019. – arXiv:1904.07248.

6. Shallue C. J., Vanderburg A. Identifying Exoplanets with Deep Learning: A Five-Planet Resonant Chain around Kepler-80 and an Eighth Planet around Kepler-90 // The Astronomical Journal. – 2018. – Vol. 155. – Art. 94.

7. Dieleman S., Willett K. W., Dambre J. Rotation-invariant convolutional neural networks for galaxy morphology prediction // Monthly Notices of the

Royal Astronomical Society. – 2015. – Vol. 450. – P. 1441–1459. – DOI: 10.1093/mnras/stv632.

8. Abbott B. P. et al. Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger // Physical Review Letters. – 2016. – Vol. 116. – Art. 061102.

9. Zevin M. et al. Gravity Spy: integrating advanced LIGO detector characterization, machine learning, and citizen science // Classical and Quantum Gravity. – 2017. – Vol. 34. – Art. 064003. – DOI: 10.1088/1361-6382/aa5cea.

10. Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G. E. Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations // Journal of Computational Physics. – 2019. – Vol. 378. – P. 686–707. – DOI: 10.1016/j.jcp.2018.10.045.

11. Wilkinson M. D. et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship // Scientific Data. – 2016. – Vol. 3. – Art. 160018. – DOI: 10.1038/sdata.2016.18.

FRAKSIONAL REAKSIYA-DIFFUZIYA TENGLAMASI YECHIMINING FRAKSIONAL TARTIBGA BOG‘LIQLIGINI TADQIQ ETISH

Narzullayeva Niluzar Raxmatullo qizi

niluzarraxmatulloyevna@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezisda vaqt bo‘yicha fraksional reaksiya-diffuziya tenglamasi yechimining fraksional tartib parametriga bog‘liqligi tadqiq etiladi. Modelda vaqt bo‘yicha hosila Kaputo ma’nosidagi $0 < \alpha \leq 1$ tartibli fraksional hosila orqali ifodalanadi. Turli α qiymatlarida yechimning o‘zgarishi tahlil qilinib, fraksional va klassik modellar orasidagi farq o‘rganiladi. Sonli hisoblashda L1 yaqinlashuvi va markaziy chekli ayirmalar usulidan foydalaniladi. Fraksional tartibning kamayishi modeldagi xotira effektining kuchayishiga olib kelishi mumkinligi ko‘rsatiladi.

Kalit so‘zlar: fraksional hosila, reaksiya-diffuziya tenglamasi, Kaputo hosilasi, fraksional tartib, xotira effekti, anomal diffuziya, sonli usul.

Kirish

Reaksiya-diffuziya tenglamalari fizik, kimyoviy va biologik jarayonlarni matematik modellashtirishda keng qo‘llaniladi. Klassik modellarda vaqt bo‘yicha birinchi tartibli hosila ishlatiladi. Biroq ayrim jarayonlarda tizimning hozirgi holati uning oldingi holatlariga ham bog‘liq bo‘ladi. Bunday xususiyatni ifodalash uchun fraksional hosilalardan foydalanish mumkin [2].

Fraksional modellar anomal diffuziya va xotira effektiga ega jarayonlarni tavsiflash imkonini beradi. Bunday modellar uchun fraksional tartib α muhim parametr hisoblanadi. Ushbu ishning maqsadi α ning turli qiymatlarida reaksiya-diffuziya tenglamasi yechimining o‘zgarishini o‘rganishdan iborat [7].

1. Matematik model

Quyidagi vaqt bo‘yicha fraksional reaksiya-diffuziya tenglamasini qaraymiz:

$$^{C}D_t^{\alpha}u(x,t) = Du_{xx}(x,t) + R(u(x,t)),$$
$$0 < x < L, \quad 0 < t < T, \quad 0 < \alpha < 1.$$

bu yerda

$u(x,t)$ −noma’lum funksiya, $D > 0$ − diffuziya koeffitsiyenti, $R(u)$ − reaksiya hadi, α − fraksional tartib.

Chegaraviy va boshlang‘ich shartlar quyidagicha olinadi:

$$u(0,t) = u(L,t) = 0,$$
$$u(x,0) = u_0(x).$$

Kaputo fraksional hosilasi

$$^{C}D_t^{\alpha}u(x,t) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)}\int_0^t \frac{\frac{\partial u(x,\tau)}{\partial \tau}}{(t-\tau)^{\alpha}}\,d\tau.$$

ko‘rinishda aniqlanadi.

Mazkur ifodada oldingi vaqt momentlaridagi qiymatlar ham hisobga olinadi. Shu sababli fraksional hosila jarayonning xotira xususiyatini modellashtirish imkonini beradi. $\alpha = 1$ bo‘lganda esa klassik reaksiya-diffuziya tenglamasi hosil bo‘ladi.

2. Fraksional tartibning yechimga ta’siri

Fraksional tartib α o‘zgarganda tenglama yechimining vaqt bo‘yicha ortishi ham o‘zgaradi. Masalan,

$$\alpha = 0.5, \quad \alpha = 0.7 \quad \alpha = 0.9 \quad \alpha = 1$$

qiymatlari qaralishi mumkin.

Har bir α qiymatiga mos yechimni $u_{\alpha}(x,t)$ bilan belgilaymiz. Turli tartibdagi yechimlar orasidagi farq

$$E_{\alpha,\beta} = \|u_{\alpha} - u_{\beta}\|$$

orqali baholanadi.

Fraksional modelning klassik modeldan farqini esa

$$E_{\alpha,1} = \|u_{\alpha} - u_1\|$$

formula yordamida aniqlash mumkin.

Bu ko‘rsatkichlar yordamida fraksional tartib o‘zgarishining yechimga ta’sirini miqdoriy baholash mumkin. α ning 1 ga yaqin qiymatlarida fraksional model klassik modelga yaqinlashadi. α kamayganda esa xotira effektining roli ortadi.

3. Sonli yechim

Fraksional hosilani sonli hisoblash uchun vaqt oralig‘i

$$0 = t_0 < t_1 < \ldots < t_N = T$$

ko‘rinishida diskretlashtriladi. Bunda $\tau = \frac{T}{N}$ deb olinadi.

Kaputo hosilasining L1 yaqinlashuvi quyidagicha yoziladi.

$$^{C}D_t^{\alpha}u(t_n) \approx \frac{1}{\Gamma(2-\alpha)\tau^{\alpha}}\sum_{k=0}^{n-1} a_k\,(u_{n-k} - u_{n-k-1}),$$

bu yerda

$$a_k = (k+1)^{1-\alpha} - k^{1-\alpha}.$$

Fazo bo‘yicha ikkinchi hosila markaziy chekli ayirmalar orqali

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(x_i, t_n \approx \frac{u_{i+1}^n - 2u_i^n + u_{i-1}^n}{h^2}$$

Formula bilan yaqinlashtiriladi.

Shunday qilib, har bir α qiymati uchun tenglamaning sonli yechimi olinadi va natijalar o‘zaro taqqoslanadi.

Natijada teskari masalani diskretlashtirish orqali chekli o‘lchamli minimallashtirish masalasiga keltirish mumkin.

4. Natijalarni tahlil qilish

Fraksional tartibning ta’sirini baholash uchun yakuniy vaqt momentidagi farqi

$$\Delta_\alpha = \max_i |u_\alpha(x_i, T) - u_1(x_i, T)|$$

orqali aniqlanishi mumkin.

Bu yerda u_1 klassik modelning yechimidir. Ushbu ko‘rsatkich α ning klassik holatdan farqlanishi natijasida yechim qanchalik o‘zgarishini ko‘rsatadi.

Fraksional tartibning kamayishi bilan vaqt bo‘yicha oldingi holatlarning ta’siri kuchayadi. Natijada tizimning rivojlanish tezligi va yechimning vaqt bo‘yicha xatti-harakati klassik modeldan farq qilishi mumkin.

Shunday qilib, (alpha) nafaqat matematik parametr, balki modellashtirilayotgan jarayonning xotira xususiyatini ifodalovchi muhim ko‘rsatkich sifatida qaraladi.

Xulosa

Ushbu tezisda vaqt bo‘yicha fraksional reaksiya-diffuziya tenglamasi yechimining fraksional tartibga bog‘liqligi o‘rganildi. Caputo hosilasi yordamida modelga xotira effekti kiritilishi ko‘rsatildi. $\alpha = 1$ klassik reaksiya-diffuziya modeliga mos kelishi,$0 < \alpha < 1$ qiymatlarida esa fraksional model hosil bo‘lishi aniqlandi.

Turli α qiymatlarida olingan yechimlarni taqqoslash orqali fraksional tartibning model dinamikasiga ta’sirini baholash mumkin. L1 sxemasi va markaziy chekli ayirmalar usuli ushbu masalani sonli tadqiq qilish imkonini beradi.

Olingan natijalar kelgusida kuzatuv ma’lumotlari asosida noma’lum fraksional tartibni aniqlashga qaratilgan teskari masalalarni tadqiq qilish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Podlubny I. *Fractional Differential Equations*. San Diego: Academic Press, 1999.

2. N.R.Narzullayeva. Ta’lim jarayonining dinamikasini matematik modellashtirish va o‘quvchilarning bilim o‘zlashtirish ko‘rsatkichlari asosida noma’lum parametrlarni aniqlash.Ilm-fan va texnologiyalar. Ilmiy-uslubiy jurnal. 2026 No9(1).

3. Latipova Sh.S. C**aputo ma’nosidagi kasr tartibli tenglamalarda manba funksiyani aniqlash bo‘yicha to‘g‘ri masalalar.** *Golden Brain*. – 2024. – T. 2, №1. – B. 394–401. – DOI: 10.5281 / zenodo.10465571.

4. Diethelm K. *The Analysis of Fractional Differential Equations*. Berlin: Springer, 2010.

5. Mainardi F. *Fractional Calculus and Waves in Linear Viscoelasticity*. London: Imperial College Press, 2010.

6. Wang J.-G., Zhou Y.-B., Wei T. Two regularization methods to identify a space-dependent source for the time-fractional diffusion equation // *Applied Numerical Mathematics*. 2013. Vol. 68. P. 39–57.

7. N.R.Narzullayeva. Differensial tenglamalar va integrallarni yechishda AKTdan foydalanish va kompyuter algebra tizimlari (CAS). Ta’lim va taraqqiyot. Ilmiy-uslubiy jurnal. UDK:37. 2026-yil. 2-son. -2026. 1231 b.

8. Ashurov R., Fayziev Yu. Uniqueness and existence for inverse problem of determining an order of time-fractional derivative of subdiffusion equation. *Lobachevskii Journal of Mathematics*. – 2021. – Vol. 42, №3. – P. 508–516.

FORMATION MECHANISMS OF LOPSIDED STRUCTURES IN DISK GALAXIES

A.U. Omonov[1] and K.T. Mirtadjieva[2]

[1]National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan

[2]Ulugh Beg Astronomical Institute, Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan

abbosomonov998@gmail.com

Abstract: Lopsidedness, a global m=1 asymmetry in the distribution of stars and gas, is found in a large fraction of disk galaxies. In this work we review the three main mechanisms proposed for its origin: tidal interactions with companions and satellites, asymmetric accretion of gas from the intergalactic medium, and internal gravitational m=1 instabilities. Tidal effects dominate in galaxy groups, where lopsidedness amplitudes are systematically higher, while asymmetric gas accretion offers a natural explanation for lopsided isolated galaxies and can keep the disk asymmetric for about 3 Gyr after accretion stops. Global m=1 modes, in turn, can produce long-lived lopsidedness without any external trigger, with the asymmetry growing toward the outer disk. We argue that in most galaxies these processes act together, so the observed m=1 amplitude reflects both the environment and the internal state of the disk.

Keywords: lopsidedness, disk galaxies, tidal interaction, gas accretion, gravitational instability, m=1 mode, galaxy evolution.

1. Introduction

Lopsidedness – that is, the asymmetric structure of galaxies that are tilted to one side or displaced from the center – is a common phenomenon observed in spiral and disk galaxies. This asymmetry is manifested in the uneven distribution of stars, gas, dust, and even gravitational potential within the galaxy [1, 2]. Studies

have shown that at least 30–50% of nearby spiral galaxies exhibit some degree of lopsidedness [3, 4]. Such structures not only affect the visual appearance of galaxies but also have a significant impact on stellar dynamics, gas rotation, star formation rates, and the evolution of central black holes [5, 6]. Lopsidedness can form through several physical processes. The main mechanisms include: (1) Tidal interactions – distortions caused by the gravitational influence of other galaxies or satellite galaxies [7], (2) Asymmetric gas accretion – asymmetry arising from the uneven inflow of gas from the intergalactic medium [8], (3) Gravitational m=1 instabilities – naturally occurring gravitational instabilities within the galaxy itself [9, 10]. This introduction discusses the key features of these mechanisms and how they influence the structure and evolution of galaxies. A deeper understanding of the factors that cause lopsidedness is essential for identifying the major stages in galaxy formation and development [11].

2. Tidal interactions.

Tidal interactions caused by the gravitational forces of nearby galaxies or satellite companions are fundamental drivers of lopsidedness in disk galaxies, inducing asymmetries that influence the distribution of stars and gas and play a significant role in the galaxies’ dynamical evolution. Such interactions occur more frequently in galaxy groups, which is consistent with the higher lopsidedness amplitudes found for galaxies in the Eridanus group [12] and, to a lesser extent, in the Ursa Major group [13]. In isolated field galaxies, where close encounters are rare, other mechanisms such as gas accretion may be more important. Brainerd and Samuels [14] examined the spatial distribution of satellite galaxies around bright, isolated host galaxies and found that satellites tend to cluster on one side of their hosts, producing a lopsided distribution.

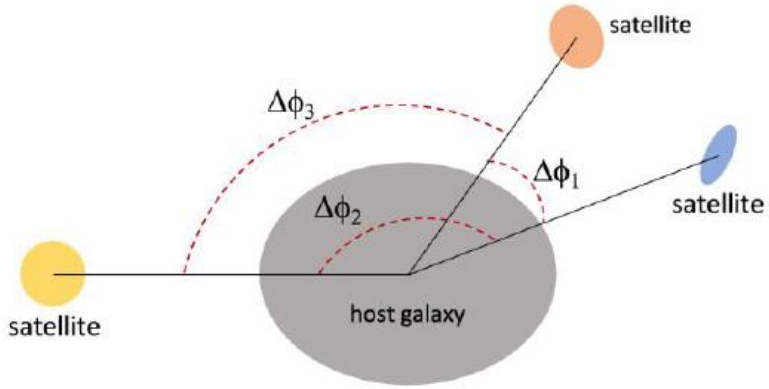


Fig. 1. Visualization of the difference in polar angles between pairs of satellites, $\Delta\varphi$.

The study showed that the lopsidedness effect is more pronounced for satellites of blue host galaxies. Blue galaxies are generally younger and more active in star formation, which may indicate that their satellite distribution is more susceptible to recent or ongoing interactions. Fig.1 illustrates how the effect of satellite pairs on a host galaxy can cause one-sidedness. Odd-numbered satellites

at $\Delta\varphi = 0$ are located on one side of their host galaxy, while even-numbered satellites at $\Delta\varphi = 180$ are on the opposite side of the host galaxy.

3. Asymmetric Gas Accretion.

Asymmetric accretion of gas from the intergalactic medium onto a galaxy leads to uneven mass buildup and gravitational potential distortions, which contribute significantly to the development and maintenance of lopsided structures in disk galaxies. Another mechanism involves gas accretion from cosmic filaments. As galaxies accrete gas, their mass distribution becomes lopsided. Bournaud et al. (2005) showed in their simulations that asymmetric gas accretion can create asymmetries in the stellar component even after star formation has occurred [15] (see Fig. 2). The degree of lopsidedness decreases over a few billion years, even if accretion continues, as gravitational interactions and torques in the disk over time can cause reorientation, weakening the lopsidedness. However, the lopsidedness remains significant and can reach A1 values greater than 0.10.

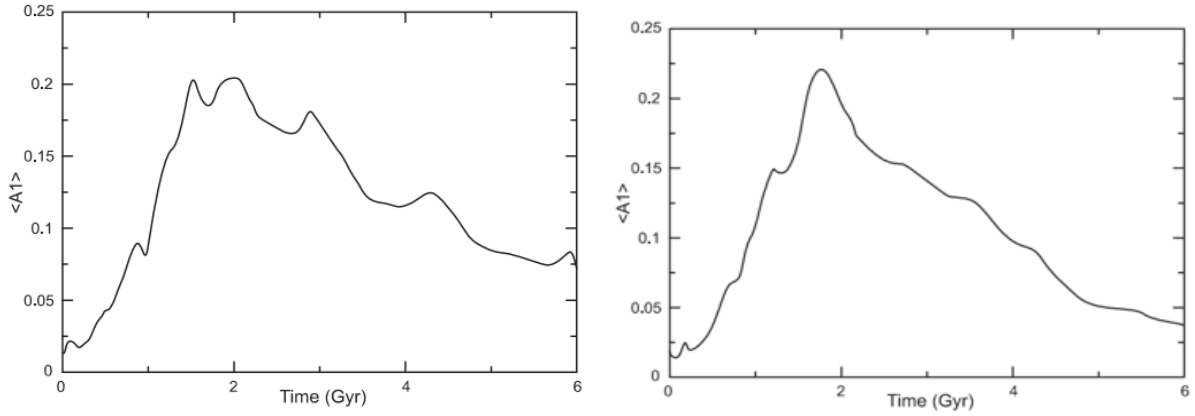


Fig. 2. Left panel: In the simulation with gas accretion, strong lopsidedness arises, affecting both the stellar component (through star formation) and the gas distribution. **Right panel:** Shows the same simulations, but with gas accretion turned off after t = 2 billion years

When gas accretion stops in the simulation, lopsidedness (asymmetry) in the galaxy typically has a lifetime of about 3 billion years. This duration suggests that lopsided features can persist for quite a long time. The lifetime of lopsidedness appears to be longer in minor mergers (when small galaxies merge) and distant interactions.

4. Gravitational m=1 Instabilities.

Gravitational m=1 instabilities, intrinsic dynamical modes within a galaxy’s disk, naturally generate large-scale asymmetric density distributions that result in persistent lopsidedness, influencing the galaxy’s internal dynamics and long-term evolution. While gravitational instability and perturbations from satellites can explain some lopsided features, other factors, such as gas accretion and tidal interactions, may also play a role in the formation of the observed lopsidedness. The study by Masset and Tagger (1997) explores how nonlinear interactions between different modes in galaxies can lead to lopsided structures

[16]. They specifically examine the relationship between modes, such as (m=2) (which can be bars or spiral arms), and modes (m=3) and (m=1). Their research suggests that these interactions can excite (m=1) modes in the central regions of galaxies, leading to asymmetries. This mechanism provides an internal explanation for the lopsidedness observed in some galaxies, particularly in their central regions, without the need for external perturbations. Several researchers have studied the phenomenon of lopsided instabilities in galaxies, particularly focusing on counter-rotating stellar disks that contain a significant number of retrograde orbits [17]. Saha et al. [10] showed that even a purely stellar exponential disk can support a slowly rotating global m=1 mode. The isodensity contours of this mode, shown in Fig.3, have centers that are progressively more displaced in the outer regions.

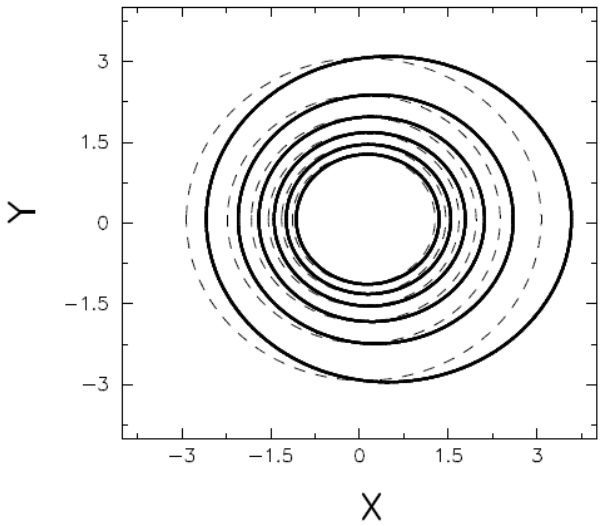


Fig. 3. Contours of constant surface density for the global m=1 mode, based on the study by Saha et al. (2007) [10]. In this context, the x and y axes are expressed in units of the disk scale length, with the maximum surface density located at the origin (0,0).

This is the typical signature of a global lopsided mode: the m=1 amplitude A1 increases with radius, so the asymmetry is weak near the center and becomes more pronounced in the outer disk [10]. Because the self-gravity of the mode slows down its differential winding, such lopsidedness can persist without any external perturbation. Lopsided disks are also common in cosmological simulations: a substantial fraction of disk galaxies in IllustrisTNG show significant m=1 asymmetry [18].

5. Discussion and conclusions

Taken together, the three mechanisms reviewed here are less competing explanations than different routes to the same result. Tidal encounters and minor mergers work best in groups, which agrees with the stronger lopsidedness found among members of the Eridanus and Ursa Major groups [12, 13]. In isolated field galaxies, where close companions are rare, asymmetric gas inflow from cosmic filaments looks like the more natural candidate, and simulations show that the

asymmetry it creates can survive for about 3 Gyr after accretion stops [15]. Internal m=1 modes, on the other hand, can make a disk lopsided without any external trigger, mostly in the central regions and in disks with a large share of retrograde orbits [10, 16, 17]. In a real galaxy these processes most likely act together, so the observed A1 amplitude is better read as the combined outcome of environment and internal disk state than as the signature of a single cause.

In short, lopsidedness is too common to be treated as a curiosity: it carries information about a galaxy’s interaction history, its gas supply and the stability of its disk. Separating these contributions for individual galaxies is still difficult, because different mechanisms can produce similar A1 values. We believe the most promising way forward is to combine Fourier analysis of observed disks with cosmological simulations such as IllustrisTNG [18] and with analytical models of disk instability. This is the direction we intend to follow in our further work.

References

1. Rix, H.-W and Zaritsky, D., “Nonaxisymmetric Structures in the Stellar Disks of Galaxies,” The Astrophysical Journal, vol. 447, p. 82, 1995.
2. Jog, C. J., “Dynamics of Orbits and Local Gas Stability in a Lopsided Galaxy,” The Astrophysical Journal, vol. 488, pp. 642–651, 1997. doi:10.1086/304721.
3. Zaritsky, D and Rix, H.-W., “Lopsided Spiral Galaxies and a Limit on the Galaxy Accretion Rate,” The Astrophysical Journal, vol. 477, p. 118, 1997.
4. Richter, O.-G and Sancisi, R., “Asymmetries in disk galaxies. How often? How strong?,” Astronomy and Astrophysics, vol. 290, p. L9, 1994.
5. Mapelli, M, Moore, B and Bland-Hawthorn, J., “Lopsided galaxies: the case of NGC 891,” MNRAS, vol. 388, no. 2, p. 697, 2008.
6. Jog, C. J and Combes, F., “Lopsided spiral galaxies,” Physics Reports, vol. 471, pp. 75–111, 2009. doi:10.1016/j.physrep.2008.12.002.
7. Weinberg, M. D., “Weakly damped modes in star clusters and galaxies,” The Astrophysical Journal, vol. 421, pp. 481–490, 1994. doi:10.1086/173665.
8. Bournaud, F and Combes, F., “Gas accretion on spiral galaxies: Bar formation and renewal,” Astronomy and Astrophysics, vol. 392, p. 83, 2002.
9. Saha, K and Jog, C. J., “Angular momentum transport and evolution of lopsided galaxies,” MNRAS, vol. 444, no. 1, p. 352, 2014.
10. Saha, K, Combes, F and Jog, C. J., “Global lopsided instability in a purely stellar galactic disc,” MNRAS, vol. 382, no. 1, pp. 419–432, 2007. doi:10.1111/j.1365-2966.2007.12382.x.
11. Jog, C. J., “Large-scale asymmetry of rotation curves in lopsided spiral galaxies,” Astronomy and Astrophysics, vol. 391, pp. 471–479, 2002. doi:10.1051/0004-6361:20020832.

12. Angiras, R. A, Jog, C. J, Omar, A and Dwarakanath, K. S., “Origin of disc lopsidedness in the Eridanus group of galaxies,” MNRAS, vol. 369, no. 4, pp. 1849–1857, 2006. doi:10.1111/j.1365-2966.2006.10418.x.

13. Angiras, R. A, Jog, C. J, Dwarakanath, K. S and Verheijen, M. A. W, “Spatial and kinematical lopsidedness of atomic hydrogen in the Ursa Major group of galaxies,” MNRAS, vol. 378, no. 1, pp. 276–284, 2007. doi:10.1111/j.1365-2966.2007.11779.x.

14. Brainerd, T. G and Samuels, A., “Lopsided Satellite Distributions around Isolated Host Galaxies,” The Astrophysical Journal Letters, vol. 898, no. 1, p. L15, 2020. doi:10.3847/2041-8213/aba194.

15. Bournaud, F, Combes, F, Jog, C. J and Puerari, I., “Lopsided spiral galaxies: evidence for gas accretion,” Astronomy and Astrophysics, vol. 438, no. 2, pp. 507–520, 2005. doi:10.1051/0004-6361:20052631.

16. Masset, F and Tagger, M., “Non-linear coupling of spiral waves in disk galaxies: a numerical study,” Astronomy and Astrophysics, vol. 322, pp. 442–454, 1997. doi: 10.48550/arXiv.astro-ph/9902125.

17. Hozumi, S and Fujiwara, T., “One-Armed Instabilities of Flat Stellar Disks with a Different Amount of Retrograde Stars,” Publications of the Astronomical Society of Japan, vol. 41, no. 4, p. 841, 1989.

18. Łokas, E. L., “Lopsided galactic disks in IllustrisTNG,” Astronomy and Astrophysics, vol. 662, pp. A53, 2022. doi:10.1051/0004-6361/202142845.

ORGANIK SUYUQLIKLARDA NOCHIZIQLI OPTIK HODISALAR VA ULARNING FIZIK ASOSLARI

Xudoyberdiyeva Dilafruz Boykulovna[1],

To‘rayeva Dilnoza Maxmudjonovna[2]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi dotsenti v.b.,f.-m.f.f.d. (PhD),
[2]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika va astronomiya yo‘nalishi 4-kurs talabasi

Annotatsiya. Maqolada organik suyuqliklarda uchinchi tartibli nochiziqli optik javobning fizik asoslari tahlil qilinadi. Nochiziqli qutblanish $\chi^{(3)}$ ning molekulyar xossalar bilan bog‘liqligi, nochiziqli sinish, ikki fotonli yutilish mexanizmlari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: nochiziqli optika, organik suyuqliklar, Kerr effekti, ikki fotonli yutilish.

Nochiziqli optika yorug‘lik maydoni kuchlanganligi ortganda muhitning optik javobi maydonga chiziqli bog‘liq bo‘lmay qoladigan jarayonlarni o‘rganadi va lazerlar paydo bo‘lgach mustaqil yo‘nalish sifatida shakllandi [1]. Organik suyuqliklar bu sohada ikki jihatdan muhim. Birinchidan, ular optik jihatdan bir jinsli, ularni tozalash oson va nochiziqli o‘lchashlarda tayanch muhit sifatida qo‘llanadi. Ikkinchidan, ularda nochiziqli javobning tez elektron hissasini sekinroq molekulyar hissasidan impuls davomiyligi bo‘yicha ajratib o‘rganish mumkin [2,3]. Biroq bir xil suyuqlik uchun nochiziqli sinish ko‘rsatkichining adabiyotdagi qiymatlari impuls davomiyligiga bog‘liqlik va o‘lchash noaniqliklari sababli bir necha tartibgacha farq qilgan [3]. Ma’lumotlarni tizimlashtirish va o‘lchashlarni to‘g‘ri bajarish bo‘yicha tavsiyalar [4] da keltirilgan.

Kuchsiz maydonda muhit qutblanishi P maydon kuchlanganligi E ga proporsional bo‘ladi. Maydon ortgan sari qutblanishni E ning darajalari bo‘yicha qatorga yoyish zarur bo‘ladi [1]:

$$P = \varepsilon_0\left(\chi^{(1)}E + \chi^{(2)}E^2 + \chi^{(3)}E^3 + \cdots\right) \quad (1)$$

bu yerda P – qutblanish, ε_0 – vakuumning elektr doimiysi, E – elektr maydon kuchlanganligi, $\chi^{(1)}$, $\chi^{(2)}$, $\chi^{(3)}$ – mos ravishda birinchi, ikkinchi va uchinchi tartibli elektr sezgirliklar. Skalyar yaqinlashish qo‘llanilgan; umumiy holda $\chi^{(n)}$ – (n+1)-rangli tenzor. Birinchi had chiziqli sinish va yutilishni, ikkinchisi ikkinchi tartibli jarayonlarni, uchinchisi esa Kerr effekti, ikki fotonli yutilish va uchinchi garmonika kabi hodisalarni belgilaydi. $\chi^{(3)}$ kompleks kattalik: uning haqiqiy qismi nochiziqli sinishni, mavhum qismi nochiziqli yutilishni tavsiflaydi.

Izotrop suyuqlik inversiya markaziga ega. Elektr dipol yaqinlashuvida bunday muhitda $\chi^{(2)} = 0$ bo‘ladi: $E \to -E$ almashtirilganda $P^{(2)}$ ishorasini o‘zgartirishi kerak, E^2 esa o‘zgarmaydi, bu faqat $\chi^{(2)} = 0$ bo‘lganda bajariladi [1]. Shuning uchun suyuqlik hajmida ikkinchi garmonika generatsiyasi dipol yaqinlashuvda yo‘q; u faqat inversiya simmetriyasi buziladigan chegara sirtlarda yoki dipol yaqinlashuvdan yuqori (magnit-dipol, elektr-kvadrupol) hissalar hisobiga juda kuchsiz kuzatilishi mumkin. Demak, organik suyuqliklarda asosiy nochiziqli javobni $\chi^{(3)}$ belgilaydi.

Makroskopik $\chi^{(3)}$ molekulyar xossalar bilan bog‘liq: u molekulalar konsentratsiyasi N, yo‘nalish bo‘yicha o‘rtachalashtirilgan ikkinchi giperqutblanuvchanlik $\langle\gamma\rangle$ va lokal maydon omili $f = \frac{(n_0^2+2)}{3}$ ga bog‘liq: $\chi^{(3)} \propto Nf^4\langle\gamma\rangle$ [1,3]. Aromatik suyuqliklar (benzol, toluol, xlorbenzol) delokallashgan π-elektronlar tufayli yuqori va anizotrop qutblanuvchanlikka ega. Fizik nuqtai nazardan bu elektron hissa bilan bir qatorda molekulalarning maydon bo‘ylab burilishiga bog‘liq orientatsion hissa ham paydo bo‘lishini anglatadi. Ishda [3] 24 ta keng qo‘llanadigan erituvchi uchun nochiziqli javob vaqt va qutblanish bo‘yicha ajratib o‘lchangan: qutblanuvchanlik anizotropiyasi kichik, konjugatsiyalanmagan molekulalarda reorientatsion javob juda kichik bo‘lgani uchun ularning nochiziqli sinishi impuls davomiyligiga deyarli bog‘liq emas. Molekulalararo ta’sirlar (dipol–dipol, dispersion, π–π) molekulalarning erkin aylanishini cheklab, yadro javobining vaqt shkalasini belgilaydi. Aniq son qiymatlar har bir modda va to‘lqin uzunligi uchun manbalarda alohida keltirilgani sababli, bu yerda ular umumlashtirilmaydi.

Chastotasi ω bo‘lgan $E(t) = E_0\cos\omega t$ maydon uchun $E^3 = \frac{E_0^3}{4}(3\cos\omega t + \cos 3\omega t)$, shuning uchun uchinchi tartibli qutblanish ikki tarkibiy qismdan iborat:

$$P^{(3)}(t) = \frac{\varepsilon_0\chi^{(3)}E_0^3}{4}(3\cos\omega t + \cos 3\omega t) \quad (2)$$

Birinchi had ω chastotada qutblanishga qo‘shimcha beradi va intensivlikka bog‘liq sinish ko‘rsatkichini yuzaga keltiradi, ikkinchisi esa uchinchi garmonikani. Intensivligi $I = \frac{n_0\varepsilon_0 cE_0^2}{2}$ bo‘lgan chiziqli qutblangan nur uchun [1]:

$$n = n_0 + n_2 I, \quad n_2 = \frac{3\mathrm{Re}\chi^{(3)}}{4\varepsilon_0 c n_0^2} \quad (3)$$

bu yerda n_0 – chiziqli, n_2 – nochiziqli sinish ko‘rsatkichi, I – intensivlik, c – vakuumdagi yorug‘lik tezligi. Optik Kerr effekti – kuchli nur ta’sirida sinish ko‘rsatkichining o‘zgarishi; $n_2 > 0$ bo‘lsa sinish ortadi. Suyuqliklarda n_2 bir necha mexanizmdan iborat bo‘lib, vaqt bo‘yicha javob funksiyasi $R(t)$ bilan ifodalanadi:

$$\Delta n(t) = \int_{-\infty}^{t} R(t-t')I(t')dt' \quad (4)$$

bunda $R(t)$ tez elektron (femtosekund) va sekinroq yadro (molekulalar reorientatsiyasi, libratsiya, molekulalararo harakatlar) hissalaridan iborat [2,3]. Nanosekund impulslarda issiqlik mexanizmi (dn/dT orqali) va elektrostriksiya (akustik komponenta) qo‘shiladi; issiqlik

hissasining ishorasi dn/dT va takrorlanish chastotasiga bog‘liq, akustik komponenta esa manfiy nochiziqli sinishga olib keladi [5]. Masalan, molekulyar suyuqlik CS_2 uchun n_2 ga mos kattalik (manbada γ bilan belgilangan) 110 fs da $(3\pm0{,}6)\cdot10^{-15}$ cm²/W dan 75 ns da $(3{,}5\pm0{,}7)\cdot10^{-14}$ cm²/W gacha ortgani va bu orientatsion nochiziqlik bilan bog‘langani ko‘rsatilgan [5].

$\chi^{(3)}$ ning mavhum qismi intensivlikka bog‘liq yutilishni beradi:

$$\alpha = \alpha_0 + \beta I, \quad \beta = \frac{3\omega \mathrm{Im}\chi^{(3)}}{2\varepsilon_0 c^2 n_0^2} \tag{5}$$

bu yerda α – yutilish koeffitsienti, α_0 – chiziqli yutilish, β – ikki fotonli yutilish koeffitsienti, ħ – keltirilgan Plank doimiysi. Ikki fotonli yutilishda ikki foton bir vaqtda yutilib elektron o‘tishni qo‘zg‘atadi; bu $2\hbar\omega$ energiya molekulaning mos elektron o‘tish energiyasiga yetganda mumkin. Jarayon ehtimoli I^2 ga proporsional bo‘lgani uchun u yuqori intensivlikda sezilarli bo‘ladi. $\alpha_0 \approx 0$ bo‘lganda $\frac{dI}{dz} = -\beta I^2$ tenglamadan

$$I(z) = \frac{I_0}{1+\beta I_0 z} \tag{6}$$

kelib chiqadi, z – namuna ichidagi masofa. CS_2 uchun ikki va uch fotonli yutilish koeffitsientlari [5] da mos ravishda $(5\pm1{,}5)\cdot10^{-11}$ cm/W va $(2{,}8\pm0{,}8)\cdot10^{-23}$ cm³/W² deb aniqlangan; uch fotonli yutilish yuqoriroq intensivlikda ahamiyat kasb etadi va $\chi^{(3)}$ bilan cheklangan tavsifning qo‘llanish chegarasini ko‘rsatadi.

Optik cheklagichlarda ikki fotonli yutilish va nochiziqli sinish yuqori intensivlikda o‘tkazishni kamaytirish uchun ishlatilishi mumkin. Suyuq o‘zakli optik tolalar nochiziqli suyuqliklarning yana bir qo‘llanish sohasi [2]. Erituvchilar javob funksiyalarini bilish ularning eritmalarida nochiziqli sinishni boshqarish, masalan, samarali nol nochiziqli sinishli materiallar yaratish imkonini beradi [3].

Xulosa. Organik suyuqliklarda nochiziqli javobni markaziy simmetriya tufayli uchinchi tartibli sezgirlik $\chi^{(3)}$ belgilaydi; uning haqiqiy va mavhum qismlari mos ravishda n_2 va β ni beradi. Nochiziqli sinishning elektron, molekulyar, issiqlik va akustik hissalari turli vaqt shkalalarida namoyon bo‘ladi, shu sababli o‘lchangan n_2 impuls davomiyligi, intensivlik va to‘lqin uzunligini ko‘rsatmay turib to‘liq ma’noga ega emas. Istiqbolda aromatik suyuqliklar uchun javob funksiyalarini yagona protokolda o‘lchash, natijalarni [4] dagi tavsiyalarga muvofiq taqdim etish va molekulyar tuzilishni nochiziqli javob bilan bog‘lash dolzarb yo‘nalishlar bo‘lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Boyd R.W. Nonlinear Optics. 4th ed. London: Academic Press, 2020. ISBN 978-0-12-811002-7.

2. Reichert M., Hu H., Ferdinandus M.R., Seidel M., Zhao P., Ensley T.R., Peceli D., Reed J.M., Fishman D.A., Webster S., Hagan D.J., Van Stryland E.W. Temporal, spectral, and polarization dependence of the nonlinear optical response of carbon disulfide // Optica. 2014. Vol. 1, No. 6. P. 436–445. https://doi.org/10.1364/OPTICA.1.000436

3. Zhao P., Reichert M., Benis S., Hagan D.J., Van Stryland E.W. Temporal and polarization dependence of the nonlinear optical response of solvents // Optica. 2018. Vol. 5, No. 5. P. 583–594.
https://doi.org/10.1364/OPTICA.5.000583

4. Vermeulen N., Espinosa D., Ball A., et al. Post-2000 nonlinear optical materials and measurements: data tables and best practices // J. Phys. Photonics. 2023. Vol. 5, No. 3. Art. 035001.

5. Ganeev R.A., Ryasnyansky A.I., Kuroda H. Nonlinear optical characteristics of carbon disulfide // Opt. Spectrosc. 2006. Vol. 100, No. 1. P. 108–118. https://doi.org/10.1134/S0030400X0601019X

MEDITSINADA FOTONLAR QO‘LLANILISHI

[1]Qurbonov Anvar Razzaqovich (PhD)
Jizzax Davlat pedagogika instituti, Jizzax sh.
E-mail: anvar.fizik@mail.ru

Annotatsiya. Fotonli davolash bu nurlanish manbasining samarali energiyasiga bog‘liq holda turli kasalliklarga tashxis qo‘yish va davolashda keng qo‘llaniladi. Hozirgi vaqtda tibbiyotda ishlaydigan qurilmalarning 99% tashxis qo‘yish yoki davolash uchun fotonlardan foydalanadi. Tashxis qo‘yishda ishlayotgan tibbiy asbob-uskunalar soni bo‘yicha radiatsiya orqali tashxis qo‘yish eng samarali bo‘ldi. U radionuklid va rentgen tashxis qoyishini o‘z ichiga oladi. Davolashda radionuklidli gamma davolash va rentgen davolash qo‘llaniladi. Davolashda γ--nurlanish manbalari sifatida ^{226}Ra, ^{137}Cs, ^{60}Co radionuklidlari sinab ko‘rilgan.

Kalit so‘zlar: foton nurlanishi, florografiya, kompyuter tomografiyasi, rentgenoskopiya, radionuklid, γ-davolash, radioterapiya, tashxis qo‘yish, inson tanasi.

Foton nurlari biologik to‘qimalardan o‘tganda modda bilan o‘zaro ta’sirlashuvi elastik sochilish, fotoelektr effekti, Kompton effekti, elektron-pozitron juftlik hosil bo‘lishi va fotoyadro reaksiyalari natijasida sodir bo‘ladi. Ushbu mexanizmlarning ulushlardagi nisbati turli energiyali fotonlarda sezilarli darajada o‘zgaradi.

Fotonlarning biologik muhit bilan o‘zaro ta'sirlashuvi natijasida turli ikkilamchi zarralar (fotonlar, elektronlar, pozitronlar, protonlar, neytronlar va ionlar) oqimlari paydo bo‘ladi. Bu zarralar turli harakatlanish masofalariga, energiyaga va fazoviy taqsimotga ega bo‘ladi. Ikkilamchi fotonlar, elektronlar va pozitronlar oqimlari elektron-foton oqimlarini hosil qiladi.

Eksperimental va nazariy tadqiqotlar ma'lumotlaridan foydalanish ionlashtiruvchi nurlanishni tibbiyotda qo‘llash uchun asos bo‘ladi. Tibbiyotda yadro fizikasi usullaridan foydalanishning turli yo‘nalishlari, masalan, foton nurlari yordamida tashxis qo‘yish va davolashda rivojlana boshladi. Biroz vaqt o‘tgach, radiatsiyaning modda bilan o‘zaro ta'siri qonunlari radiatsiya bilan davolashni rejalashtirish tizimlarini yaratish va rivojlantirishda boshlang‘ich nuqtaga aylandi. Hozirgi vaqtda tibbiyotda ishlaydigan qurilmalarning 99% tashxis qo‘yish yoki davolash uchun fotonlardan foydalanadi. Tashxis qo‘yishda ishlayotgan tibbiy asbob-uskunalar soni bo‘yicha radiatsiya orqali tashxis qo‘yish eng samarali bo‘ldi. U radionuklid va rentgen tashxis qoyishini o‘z ichiga oladi.

Bularga har xil turdagi tomograflar (Bitta fotonli emissiya kompyuter tomografiyasi (Bfekt), kompyuter tomografiyasi (KT), pozitron emissiya tomografiyasi (PET)) va gamma kameralar kiradi. Hozirgi vaqtda rentgen nurlari (rentgen tashxis qo‘yish) yordamida bir nechta tashxis qo‘yish usullari qo‘llaniladi. Bularga floroskopiya, florografiya, rentgenografiya va kompyuter rentgen tomografiyasi kiradi.

Rentgen apparatining fizik printsipi rentgen nurlanishining inson tanasiga kirib borish qobiliyatiga asoslangan. Rentgen apparati ikki turli bo‘ladi: florografiya va rentgenoskopiya. Ftorografiya uchun ishlatiladigan eng oddiy rentgen apparatida tasvir faqat bitta yo‘nalishdan olinadi. Rentgenoskopiya - bemorning ko‘krak qafasi yoki qorin bo‘shlig‘ini to‘g‘ridan-to‘g‘ri lyuminestsent rentgen ekrani orqasida transilluminatsiya qilinadi.

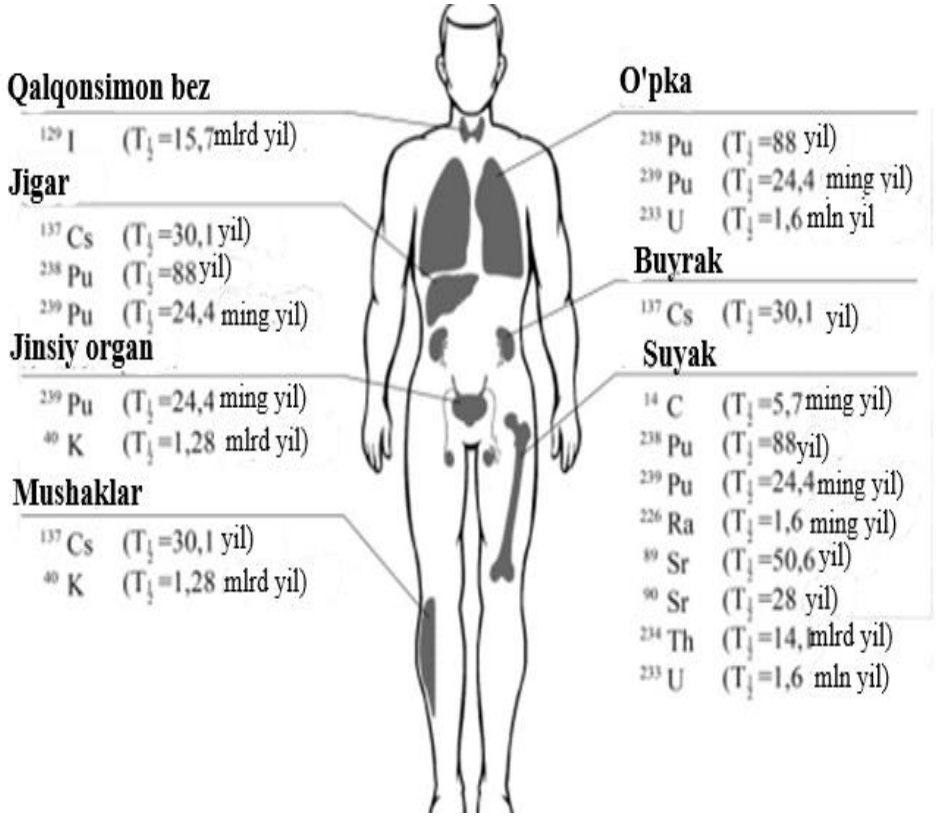
Radiografiya (rentgen nurlanishi rentgenografiyasi) -bu rentgen nurlari yordamida tadqiqot usuli bo‘lib, uning davomida tasvir fotografik plyonkaga yozib olinadi. Zamonaviy rentgenografiya raqamli hisoblanadi. Qurilmada analog tasvirni raqamli tasvirga aylantirish uchun qurilma mavjud. Tasvir displey ekranida ko‘rsatiladi. Bu turli darajadagi qorayish zichligini baholash va ular orasidagi chegarani aniqlash imkonini beradi, ya‘ni tasvirni tahlil qilishda aniqlikni yaxshilaydi.

Kontrastli rentgenografiya - bu maxsus kontrast moddalarni kiritishga asoslangan usul hisoblanadi. Kontrasli rengenografiya alohida organlarni batafsilroq o‘rganish uchun mo‘ljallangan. Ushbu usul rentgen diagnostikasining oddiy usullari yordamida zarur tashxis qo‘yish natijalarini bermasa qo‘llaniladi.

Rentgenokontrast usullariga misollar sifatida angiografiya va urografiyalar xizmat qiladi. Kompyuter tomografiyasi ionlashtiruvchi nurlanishning eksponensial susayish qonuniga asoslanadi. Kompyuter tomografiyasi (KT) ning asosiy ma‘nosi manba ob‘ekt atrofida harakat qilganda ko‘p sonli rentgen tasvirlarini tezda amalga oshirishdir (1 soniyada 30 dan ortiq tasvirlar qayta ishlanadi). Usul turli xil zichlikdagi to‘qimalarning rentgen nurlanishining zaiflashuvidagi farqni o‘lchash va kompyuterda kompleks qayta ishlashga asoslangan (rentgen diapazonidagi chiziqli yutilish koeffitsienti μ- moddaning tarkibi va zichligiga bog‘liqligi) [1] .

Radionuklidli tashxis qo‘yish. Tashxis qo‘yishda radionuklidlardan foydalanishning jismoniy ma‘nosi shundaki, ularning har xil turlari organlar va to‘qimalar tomonidan turlicha so‘riladi. Tananing turli qismlarida va inson tanasining organlarida radionuklidlarning to‘planishiga misol 1-rasmda ko‘rsatilgan. Izotoplar shunday tanlanadiki, ularning vaqti 1ga teng.

Fluorografiya - ekrandan rentgen tasvirini suratga olish, maxsus qurilmalar yordamida amalga oshiriladi. U turli organlarni - ko‘pincha o‘pkalarni ommaviy tekshirish uchun ishlatiladi. Rentgenoskopiya - bu shifokorga o‘z ish jarayonida organlarni - diafragmaning nafas olish harakatlarini, yurakning qisqarishini, oshqozon ishini va boshqalarni tekshirishga imkon beruvchi ekrandagi rentgen tasviri. Radiografiya - bu nozik materialda rentgen nurlari yordamida tananing istalgan qismining tayyor tasvirini olish uchun ishlatiladigan usul.



1-rasm. Tananing turli qismlarida va inson tanasining organlarida radionuklidlarning to‘planishi.

Inson tanasida radionuklidlarning to‘planish joylari, lu-parchalanish ko‘proq vaqtga ega bo‘lib, ular ma'lum bir organ yoki to‘qima hududida taqsimlanadi va shifokor tadqiqot o‘tkazish uchun vaqt topadi. Bundan tashqari, o‘simtadagi kontsentratsiyasi sog‘lom to‘qimalarga qaraganda yuqori bo‘lgan radionuklidni tanlash kerak. Keyin tashxislash qurilmasida siz patologiyaning hajmi va shaklini ko‘rishingiz mumkin. Agar radionuklidning parchalanish vaqti juda uzoq bo‘lsa, bemorning sog‘lom to‘qimalari ortiqcha doza yukini boshdan kechiradi. Shuning uchun radionuklidning tez parchalanishi va tanadan osongina va to‘liq chiqarilishi muhimdir. Bunday holda, sog‘lom to‘qimalarning doza yukini kamaytirish uchun radionuklidlarning aktivligi past bo‘lishi kerak.

Bugungi kunga kelib, gamma-kamera sintigrafik tasvirlarni olish uchun asosiy qurilmalardan biri hisoblanadi. Kompyuter bilan birgalikda gamma-kamera radionuklidlarni tadqiq qilishning barcha asosiy turlarini amalga oshirishga imkon beradi. Gamma kamera - radiofarmatsevtikaning bir qismi sifatida inson tanasiga kiritilgan gamma-radioaktiv izotopning inson tanasining turli qismlari va a'zolaridan tarqalishini qayd qiluvchi qurilma hisoblanadi.

Yagona fotonli emissiya kompyuter tomografiyasi (YFEKT). An'anaviy gamma kameralar uch o‘lchamli ob'ektlarning ikki o‘lchovli tekis tasvirini yaratadi. Uchinchi o‘lchovdagi strukturaviy ma'lumotlar, chuqurlik, ushbu yo‘nalish bo‘yicha barcha ma'lumotlarning superpozitsiyasi bilan yashiringan. Ob'ektning turli proyeksiyalardagi tasviri (oldingi, orqa, lateral va qiya) o‘rganilayotgan strukturaning chuqurligi haqida bir oz ma'lumot bersa-da,

ob'ektning chuqurligini aniq aniqlash tomografik skanerlar yordamida amalga oshiriladi. Shuning uchun kompyuter texnologiyalarining paydo bo‘lishi bilan asosiy vazifalardan biri uch o‘lchovli diagnostika tasvirlarini olish edi.

YFEKT -da gamma-kameradan farqli o‘laroq, ko‘plab suratlar olinadi, ulardan ob'ektning uch o‘lchovli tasviri quriladi. YFEKT tizimlarida harakatlanuvchi gantry ishlatiladi. Unga detektor va kollimatorlar o‘rnatilgan bo‘lib, ular tananing konturi bo‘yicha aylana, elliptik yoki traektoriya bo‘ylab aylanadi. Doiraviy bo‘lmagan traektoriyalar detektorni bemorning tanasiga yaqinroq bo‘lishiga imkon beradi, shuning uchun fazoviy ruxsatni oshiradi. O‘rganilayotgan hududning YFEKT tasvirlari tekis tasvirlar seriyasidan (odatda 64 ta) qurilgan. Kompyuter ulardan ob'ektning uch o‘lchovli tasvirlarini yaratishga imkon beradi.

YFEKT ning asosiy afzalligi - inson tanasiga kiritilgan radiofarmatsevtikaning planar bo‘limlar ko‘rinishida tarqalishini tasavvur qilish qobiliyati. Gamma-kamerada o‘tkazilgan tadqiqotlar bilan solishtirganda, qayta tiklangan YFEKT tasviri qo‘shni organlarning tekshirilgan organida bir-biriga yopishmaydi, bu tashxis uchun juda muhimdir. Foton nurlari terapiyasi masofadan turib (elektron tezlatgichlardan elektronlar va fotonlar nurlari, kobalt qurilmalaridan fotonlar) yoki kontaktli (braxiterapiya) amalga oshiriladi.

So‘nggi o‘n yil ichida texnologiyalarni rivojlantirishning yangi yo‘nalishi asta-sekin radiatsiya terapiyasidan - gamma va kiber pichoqlar kabi noyob qurilmalardan, shuningdek, ushbu maqsadlar uchun o‘zgartirilgan chiziqli tezlatgichlardan foydalangan holda stereotaksik radioxirurgiya paydo bo‘ldi [1,3,4]. Fotonlar tibbiyotda ionlashtiruvchi nurlanishning asosiy manbai hisoblanadi, shuning uchun har qanday tibbiyot muassasasini kamida bir nechta rentgen apparatlari, tezlatgichlar yoki gamma-mashinalarsiz tasavvur qilish qiyin. Masalan, rentgen apparatlari nafaqat diagnostikada, balki terapiyada ham faol qo‘llaniladi.

Rentgen tekshiruvi organlarning shaklini, ularning holatini, ohangini, peristaltikasini, shilliq qavatning relyef holatini aniqlashga, shuningdek, terapevtik davolanishni amalga oshirishga va hatto operatsiyani bajarishga imkon beradi. Rentgen apparatlari dunyoning ko‘plab mamlakatlarida yuzga yaqin kompaniyalar tomonidan ishlab chiqariladi. Rentgen terapiyasi. 1950 yilgacha an'anaviy radioterapiyada asosan maksimal energiya 200 keV bo‘lgan rentgen nurlari ishlatilgan. Bunda maksimal doz teri yuzasiga yaqin joylashgan bo‘lib, 90% dozasi taxminan 2 sm chuqurlikda bo‘ladi.

Shunday qilib, teri nishon bo‘lmagan hollarda ham eng kuchli nurlanish ta'siriga duchor bo‘ladi [1.]. Shu bilan birga, u boshqa davolash usullariga nisbatan bir qator afzalliklarga ega, masalan, yuzaki joylashgan o‘smalarni nurlantirish uchun. Birinchidan, elektron tezlatgichlar bilan solishtirganda rentgen terapiyasidan foydalanishni rejalashtirish va davolashni amalga oshirish osonroq ekanligi va ikkinchidan, bu usul arzonroq bo‘ladi. Shuning uchun teri neoplazmalarini davolashda 80% hollarda rentgen terapiyasi qo‘llaniladi. O‘tgan

asrning elliginchi va oltmishinchi yillarining oxirlarida tibbiyotga yuqori nurli energiyaga ega ^{60}Co kobalt qurilmalarining kiritilishi odatiy past energiyali kilovoltli qurilmalardan asta-sekin voz kechishga olib keldi, garchi ular butunlay yo‘q bo‘lib ketmasa ham [1, 3].

Radionuklidli γ-terapiya. Bugungi kunda γ--manbalardan foydalanish radiatsiya terapiyasida (masofaviy va kontaktli) juda keng tarqalgan. Rossiyada 200 ga yaqin, dunyoda esa 2000 dan ortiq bunday qurilmalar mavjud masofaviy terapiyada γ--nurlanish manbalari sifatida ^{226}Ra, ^{137}Cs, ^{60}Co radionuklidlari sinab ko‘rilgan. Lekin hozirda asosan ^{60}Co ishlatiladi, uning parchalanishida energiyalari 1,17 va 1,33 MeV bo‘lgan γ--kvantlar hosil bo‘ladi. Hozirgi vaqtda ^{60}Co li g-terapevtik asboblar juda ko‘p o‘zgargan. Turli shakldagi maydonlarni yaratish uchun ular ko‘p bargli kollimator bilan jihozlangan. Manbalarning faolligi bugungi kunda taxminan 7000–9000 Ci ga etadi (2-rasm). Dozani teriga kamaytirish uchun bemorlarni turli yo‘nalishlardan nurlantirish texnikasi ham qo‘llaniladi.

Meditsinada foton nurlanishi qo‘llanilshi turli tashxis qo‘yish va davolash ishlarida keng qo‘llaniladi. Tashxis qo‘yishda bir fotonli tomografiya, kompyuter tomografiyasi, florografiya, rengenokopiya, radiografiya va ultrazvuk tekshiruvi kabilar qo‘llaniladi. Davolashda foton nurlaridan gamma nur, rentgen nurlari, radionuklidlar va ultrabinafsha nurlar qo‘llaniladi. Bu nurlanishlar inson organizmidagi turli kasallaklar va o‘simtalarni davolashda keng qo‘llaniladi. Shu maqsadda turli foton nurlanishi manbalaridan foydalaniladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Qurbonov A., Qurbonova B., Abdurashidova D. Inson tanasidagi radioaktivlik //Физико-технологического образование. – 2021. – Т. 5. – №. 5.
2. Razzoqovich Q. A. et al. YADRO FIZIKASI NURLANISHLARINING MEDITSINADA QO ‘LLANILISHI //E Conference Zone. – 2022. – С. 25-26.
3. Qurbonov A., Qurbonova B. INSON VA UNING HAYOTIDA RADIATSIYANING TUTGAN O‘RNI //Физико-технологического образование. – 2021. – Т. 4. – №. 4.
4. Qurbonov A., Qurbonova B. RADIATSIYANING ODAMLARGA TA’SIRI //Физико-технологического образование. – 2022. – №. 5.
5. Qurbonov A.R. Xoshimova S.J. Qurbanova B.Q. NEYTRON VA NEYTRON TUTIB OLISH TERAPIYASINING UMUMIY JIHATLARI //Физико-технологического образование. – 2022. – №. 5.
6. Qurbonov A., Qurbonova B. Tabiiy radiatsiya manbalari //Физико-технологического образование. – 2022. – №. 2.
7. Qurbonov A.R. Xoshimova S.J. Qurbanova B.Q. Davolashda proton va ionlarning qo‘llanilishi //Физико-технологического образование. – 2023. – №. 1.

S0 VA SB TIPDAGI GALAKTIKALARDA BALJ SHAKLLANISHINING STATISTIK TAHLILI

Abdusattarov Ma’rufjon 2-kurs magistr
Xudayberganov Shoxrux 2-kurs magistr
O‘zbekiston Milliy Universiteti

Ushbu tezisda linzasimon (S0) va barsimon spiral (SB) galaktikalarda balj shakllanishini o‘rganishning statistik yondashuvlari ko‘rib chiqiladi. Balj parametrlarining taqsimoti, bar mavjudligi bilan bog‘liqlik, klassik balj va psevdobaljni ajratish mezonlari hamda bu tahlilda qo‘llaniladigan asosiy statistik testlar tavsiflanadi.

Balj shakllanishi galaktika evolyutsiyasidagi asosiy muammolardan biridir. Klassik balj asosan galaktikalar qo‘shilishi va tez qulash natijasida, psevdobalj esa diskdagi sekulyar jarayonlar, xususan, bar orqali gaz ko‘chishi natijasida hosil bo‘ladi [1]. Har ikki mexanizm ham S0 va SB galaktikalarda ishtirok etishi mumkin, shuning uchun yakka obyektlarni o‘rganish yetarli emas: mexanizmlarning nisbiy hissasini faqat katta tanlanmalar statistikasi orqali baholash mumkin. Maqsad – balj xususiyatlarini statistik tahlil qilishning zamonaviy usullari va ularning natijalarini umumlashtirishdir.

Tahlil uchun odatda SDSS kabi yirik fotometrik va spektroskopik so‘rovlar ishlatiladi. Galaktikalarning ikki o‘lchamli katalogi bunday tanlanmalar uchun asos bo‘ladi [2, 3]. S0 va SB galaktikalar morfologik tasnif orqali ajratiladi [4].

Balj yorqinligi profili Sersic qonuni bilan ifodalanadi [5]:

$$I(r) = I_e \, exp\left(-b_n\left[\left(\frac{r}{r_e}\right)^{1/n} - 1\right]\right)$$

bunda n – Sersic indeksi, r_e – effektiv radius. Balj va umumiy yorqinlik nisbati (B/T) morfologik turni belgilovchi asosiy miqdor hisoblanadi. Ko‘pincha $n \approx 2$ qiymati klassik balj va psevdobaljni ajratuvchi taxminiy chegara sifatida qabul qilinadi [1, 6] (1-jadval).

1-jadval. Balj turlarining ajratuvchi belgilari [1, 6]

№	Galaxiya	Tip	Bulge n	Bulge turi	Disk n	B/T	Bulge Re (kpk)	Bar	Bar uzunligi (kpk)	Yulduz hosil bo'lishi	Rang (g–r)
1	**NGC 3115**	S0	~4.0	Klassik	~1	~0.5	~2	Yo'q	—	Deyarli yo'q	~0.75 (qizil)
2	**NGC 1316**	S0 (pec.)	~4.5	Klassik	aniqlanmagan*	~0.7	~5–8	Yo'q	—	Kam (chang chiziqlari)	~0.7 (qizil)
3	**NGC 4111**	S0	~2.8	Klassik	~1	~0.4	~1	Yo'q	—	Deyarli yo'q	~0.7 (qizil)
4	**NGC 5866**	S0	~2.5	Klassik	~1	~0.35	~1.5	Yo'q	—	Juda kam	~0.7 (qizil)
5	**NGC 2787**	SB0	~2.0	Chegaraviy	~1	~0.3	~0.4	Bor	~3	Deyarli yo'q	~0.7 (qizil)
6	**NGC 1097**	SBb	~2.4	Klassik/aralash	~1	~0.2	~1	Bor	~10–15	Faol (yadro halqasi)	~0.55
7	**NGC 1365**	SBb	~1.8	Psevdobulge	~1	~0.1	~1	Bor	~15	Juda faol	~0.5 (ko'k)
8	**NGC**	SBa	~1.6	Psevdobulge	~1	~0.2	~0.7	Bor	~4–5	Yadro	~0.6

№	Galaxiya	Tip	Bulge n	Bulge turi	Disk n	B/T	Bulge Re (kpk)	Bar	Bar uzunligi (kpk)	Yulduz hosil bo'lishi	Rang (g–r)
1	**NGC 3115**	S0	~4.0	Klassik	~1	~0.5	~2	Yo'q	—	Deyarli yo'q	~0.75 (qizil)
2	**NGC 1316**	S0 (pec.)	~4.5	Klassik	aniqlanmagan*	~0.7	~5–8	Yo'q	—	Kam (chang chiziqlari)	~0.7 (qizil)
3	**NGC 4111**	S0	~2.8	Klassik	~1	~0.4	~1	Yo'q	—	Deyarli yo'q	~0.7 (qizil)
4	**NGC 5866**	S0	~2.5	Klassik	~1	~0.35	~1.5	Yo'q	—	Juda kam	~0.7 (qizil)
5	**NGC 2787**	SB0	~2.0	Chegaraviy	~1	~0.3	~0.4	Bor	~3	Deyarli yo'q	~0.7 (qizil)
6	**NGC 1097**	SBb	~2.4	Klassik/aralash	~1	~0.2	~1	Bor	~10–15	Faol (yadro halqasi)	~0.55
7	**NGC 1365**	SBb	~1.8	Psevdobulge	~1	~0.1	~1	Bor	~15	Juda faol	~0.5 (ko'k)
8	**NGC 4314**	SBa	~1.6	Psevdobulge	~1	~0.2	~0.7	Bor	~4–5	Yadro halqasida	~0.6
9	**NGC 3351**	SBb	~1.5	Psevdobulge	~1	~0.1	~0.4	Bor	~3	Halqalarda faol	~0.55
10	**NGC 1300**	SBbc	~1.3	Psevdobulge	~1	~0.07	~0.4	Bor	~8	Spiral tarmoqlarda	~0.5 (ko'k)

Ikki tanlanma (masalan, S0 va SB) taqsimotlarini solishtirishda ikki tanlanmali Kolmogorov–Smirnov testi ishlatiladi. Parametrlar (n, B/T, σ, to‘sin uzunligi) orasidagi monoton bog‘liqlik Spirmen rang korrelyatsiyasi bilan

baholanadi, chunki u taqsimot shakliga sezgir emas. Sersic indeksi taqsimotining ikki modalligini tekshirish uchun Gauss aralash modellari (GMM) qo‘llanadi, modellarni tanlashda Bayes axborot mezoni (BIC) ishlatiladi. Noaniqliklarni baholash uchun bootstrap qayta tanlash usuli qo‘llanadi, kategorik belgilar (masalan, to‘sin bor/yo‘q) uchun χ^2-test yoki Fisher aniq testi ishlatiladi.

Adabiyotdagi natijalar quyidagi umumiy xulosalarni ko‘rsatadi. Birinchidan, yaqin infraqizil diapazonda disk galaktikalarning taxminan yarmidan ko‘pida bar aniqlanadi, optik diapazonda bu ulush ancha past bo‘ladi, ya’ni bar chastotasi o‘lchash to‘lqin uzunligiga bog‘liq [7]. Ikkinchidan, to‘sinli galaktikalar ko‘proq qizil va gazga kambag‘al bo‘ladi, bu esa ularda yulduz shakllanishi so‘nishi bar bilan bog‘liqligini ko‘rsatadi [4]. Uchinchidan, SDSS galaktikalarining ko‘plab diskli galaktikalarda $n < 2$ bo‘lgan psevdobaljlar mavjudligini, S0 galaktikalarda esa klassik balj ulushi yuqori ekanini ko‘rsatadi [3, 6]. Bunda S0 galaktikalarning kelib chiqishi yagona emas: ba’zilari spirallardan gaz yo‘qotilishi bilan, boshqalari qo‘shilishlar orqali hosil bo‘lgan bo‘lishi mumkin.

Statistik tahlilning asosiy cheklovlari: (a) morfologik tasnifdagi sub’ektivlik va barni aniqlashdagi moyillik(b) nomukamalligi chunki n ning qiymati diskning yorqinligi va pastki fazoviy ajratish sifatiga bog‘liq; (c) tanlanma effektlari, ya’ni yorqin va massiv galaktikalar afzal tanlanadi. Shu sababli natijalarni talqin qilishda tanlanma to‘liqligini nazorat qilish va bir necha mezonni birga ishlatish tavsiya etiladi.

S0 va SB galaktikalarda balj shakllanishini statistik o‘rganish klassik balj va psevdobaljning nisbiy hissasini aniqlashga imkon beradi. Sersic indeksi, B/T va kinematik parametrlarni birga tahlil qilish, shuningdek, KS-test, Spirmen korrelyatsiyasi, GMM va bootstrap kabi usullarni qo‘llash ishonchli xulosalar beradi. Kelgusida yirik integral-maydon spektroskopiyasi (MaNGA, MUSE) ma’lumotlari statistik tahlil aniqligini oshiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Kormendy J., Kennicutt R.C. Secular evolution and the formation of pseudobulges in disk galaxies // Annu. Rev. Astron. Astrophys. – 2004. – Vol. 42. – P. 603–683.

2. Simard L. et al. A catalog of bulge+disk decompositions and updated photometry for 1.12 million galaxies in the SDSS // Astrophys. J. Suppl. Ser. – 2011. – Vol. 196. – Art. 11.

3. Gadotti D.A. Structural properties of pseudo-bulges, classical bulges and elliptical galaxies: a SDSS perspective // Mon. Not. R. Astron. Soc. – 2009. – Vol. 393. – P. 1531–1552.

4. Masters K.L. et al. Galaxy Zoo: bars in disc galaxies // Mon. Not. R. Astron. Soc. – 2011. – Vol. 411. – P. 2026–2034.

5. Sersic J.L. Influence of the atmospheric and instrumental dispersion on the brightness distribution in a galaxy // Bol. Asoc. Argent. Astron. – 1963. – Vol. 6. – P. 41–43.

6. Fisher D.B., Drory N. Structure of classical bulges and pseudobulges: the link between pseudobulges and Sersic index // Astron. J. – 2008. – Vol. 136. – P. 773–839.

7. Eskridge P.B. et al. The frequency of barred spiral galaxies in the near-infrared // Astron. J. – 2000. – Vol. 119. – P. 536–544.

UCH ELEMENTLI NEODIM-SILIKAT QOTISHMASI SIRTIDA HOSIL QILINGAN PLAZMANING TEMPERATURASINI ANIQLASH

A.I Japaqov*, M.E Vapayev, I.Y. Davletov, M.Q.Sotimova

Urganch davlat universiteti. 220100. Urganch sh. X.Olimjon, 14 uy.

*azamat@urdu.uz

Bugungi kunda ikki va ko‘p elementli qotishmalarni elementar spektrokimyoviy tahlil usuli sifatida, lazer spektroskopiyasi (LIBS) keng qo‘llanilmoqda. LIBS usuli yordamida moddani har qanday agregat holatida, ya’ni gaz, suyuq yoki qattiq holatida bo‘lishidan qat’iy nazar tahlil qilish imkoniyati mavjud[1]. Lazer impulslari mikroplazma hosil bo‘lishiga olib keladigan, oz miqdordagi materialni atomizatsiya qilish uchun namunaga yo‘naltiriladi. Lazer nurlanishlarining atomlar va elektronlar bilan o‘zaro ta’sirlashuvi natijasida yuqori temperaturada plazma hosil bo‘ladi va plazma turli spektrlarda o‘zidan yorug‘lik chiqaradi. Plazma yorug‘ligi spektral ravishda aniqlanadi va har bir elementning noyob emissiya spektri asosida namunaning elementar tarkibini aniqlash imkonini beradi. Plazmaning elektron temperaturasini aniqlash uchun Boltsman taqsimotiga asoslangan spektroskopik usullar ham keng qo‘llaniladi. Bir nechta emissiya chiziqlarining intensivligi va energetik sathlari orasidagi bog‘lanishdan foydalanish orqali plazmaning temperaturaviy holatini baholash mumkin. Ushbu yondashuv lazer-induksiyalangan plazmalarni diagnostika qilishda samarali usullardan biri sifatida qaraladi.Hozirgi kunda neodim silikat qotishmalari yadro energetikasi, optika, materialshunoslik va radiatsiyani aniqlash kabi sohalarda turli maqsadlarda qo‘llanilib, ushbu metallarni qayta ishlash va qayta tiklashga ehtiyoj juda katta.

Neodim (Nd) kumushsimon-oq rangli, havoda tez oksidlanuvchan metall bo‘lib, erish temperaturasi 1016°C, qaynash temperaturasi esa 3074°C ni tashkil etadi. Neodim asosan Nd-Fe-B tarkibli kuchli doimiy magnitlar ishlab chiqarishda, Nd:YAG lazerlarining faol muhitini hosil qilishda, shuningdek shisha va keramika sanoatida rang beruvchi qo‘shimcha sifatida keng qo‘llaniladi. Uning o‘ziga xos spektral xususiyatlari va yuqori magnit xossalari neodimni optika, materialshunoslik hamda yadro energetikasi sohalarida muhim tadqiqot obyektiga aylantirgan.

Ushbu ishda qattiq agregat holatdagi neodim-silikat ($NdSiO_2$) qotishmasi sirtiga vakuum 10^{-2} Torr bosimda to‘lqin uzunligi 1064 nm, impuls davomiyligi 20 ns bo‘lgan Nd: YAG lazer nurlanishi ta’sirida hosil bo‘lgan plazma spektroskopik usul yordamida o‘rganildi. Neodim-silikat qotishmasi hosil qilingan plazmaning asosiy parametri temperaturasi aniqlandi. Temperaturasining

o‘lchangan qiymatlari (T_e) boshqa muhim plazma parametrlarini hisoblash imkoniyatini berdi.

Agarda plazma sohasida termodinamik muvozanat mavjud bo‘lsa, u holda energiya darajasining nisbiy sathlari va zarrachalarning tezligini taqsimlash kabi plazma xususiyatlarini temperatura tushunchasi orqali tasvirlash mumkin. Aslida, termodinamik muvozanat kamdan-kam hollarda to‘liq bajariladi, shuning uchun foydali yaqinlashuvga, lokal termodinamik muvozanat (LTE) shartini qabul qilindi. Odatda og‘ir zarralar (atomlar va ionlar) va yengil zarralar (elektronlar) alohida, tezroq, keyin esa bir-biri bilan vaqt o‘tishi bilan muvozanatlashadi. Asosiy sabab shundaki, to‘qnashayotgan zarrachalarning massalari qanchalik yaqin bo‘lsa zarralar o‘rtasidagi energiya teng ravishda taqsimlanadi[2].

Lokal termodinamik muvozanatdagi plazma uchun zarrachalar guruhining (uyg‘ongan holatlar) energetik sathi Boltsmanning taqsimot qonuni bilan ifodalanadi [3]:

$$\frac{n_{k,Z}}{n_Z} = \frac{g_{k,Z}}{P_Z}\exp\left(-\frac{E_{k,Z}}{k_B T}\right) \qquad (1)$$

Bu yerda Z ionlanish bosqichidagi zarrachalar soni (ionlar soni) (Z = 0 va 1 mos ravishda neytral va yakka ionlangan atomlarga mos keladi), k_B - Boltsman doimiysi, T - plazma temperaturai, $n_{k,\,Z}$, $E_{k,\,Z}$ va $g_{k,Z}$ - mos ravishda zarrachalarning soni, Energiya va bir xil yuqori energiyali sathning darajasi k, n_Z - elektron zichligi va P_Z - Z ionlanish bosqichidagi zarrachaning termodinamik funktsiyasi. Optik jihatdan yupqa plazma, ya’ni juda kam nurlanish yutiladigan plazmadagi ionlanish darajasi Z bo‘lgan zarrachalarning yuqori energetik va quyi energetik sathlari orasida hosil bo‘lgan spektral chiziqning to‘la intensivligi I_z quyidagicha ifodalanadi.

$$I_Z = \frac{hc}{4\pi\lambda_{ki,Z}} A_{ki,Z} L \frac{n_Z}{P_Z} g_{k,Z} \exp\left(-\frac{E_{k,Z}}{k_B T}\right) \qquad (2)$$

Bu yerda h - Plank doimiysi, c – yorug‘lik tezligi, L - plazmaning xarakteristik uzunligi, $A_{ki,Z}$ – o‘tish ehtimoli va $\lambda_{ki,Z}$ – o‘tish chizig‘i to‘lqin uzunligi. Yuqoridagi tenglamadan natural logorifim olsak

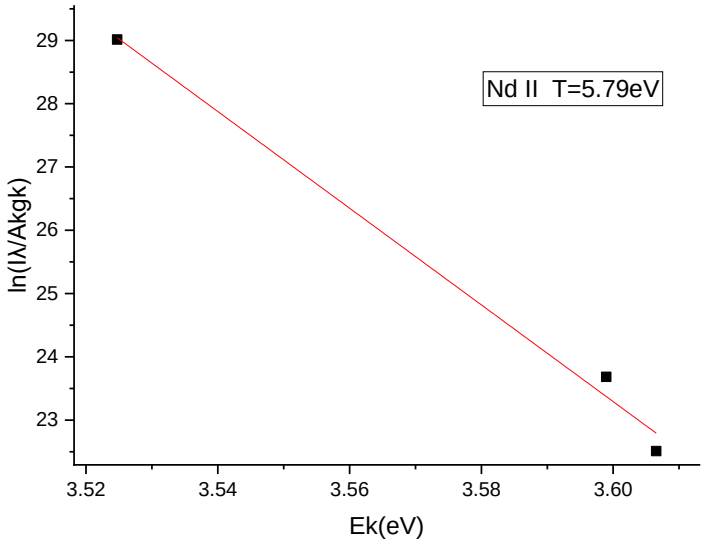
$$\ln\left(\frac{I_Z \lambda_{ki,Z}}{g_{k,Z} A_{ki,Z}}\right) = -\frac{1}{k_B T} E_{k,Z} + \ln\left(\frac{hcL n_Z}{4\pi P_Z}\right) \qquad (3)$$

Agar bu chiziqli tenglamaning (Boltsman tenglamasi deb ataladi) chap tomoni $\ln\left(\frac{I_Z \lambda_{ki,Z}}{g_{k,Z} A_{ki,Z}}\right)$ yuqori sathda bir necha qayta o‘tishlar uchun Z ionlanish bosqichidagi zarrachalarning energiyasini ifodalasa u holda o‘rnatilgan qiyalik $-\frac{1}{k_B T}$ ga teng bo‘ladi, bu esa temperaturani aniqlaydi. T ning qiymati Boltsman tenglamasining darajalovchisi o‘zgaruvchisi deb xulosa qilinadi[4-6]. Termodinamik muvozanat holatida va plazma optik jihatdan yupqa deb faraz qilinganda (3)-tenglamaga ega bo‘linadi

(1-jadval)

Atom/ion	**To‘lqin uzunligi $\lambda_{ki,Z}$, (nm)**	**Yuqori sath energiyasi E_k,(sm^{-1})**	**Quyi sath energiyasi E_i,(sm^{-1})**	**Yuqori sath energiya darajasi g_k**	**O‘tish ehtimoligi A_{ki}, (s^{-1})**
Nd II	393.02	28429	2585.460	12	$1.37*10^7$
Nd II	395.352	29088.724	3801.930	14	$1.25*10^7$
Nd II	503.3517	29027.535	9166.210	18	$4.9*10^6$

Bir nechta emissiya liniyalarini hisobga olgan holda Boltsman usuli neodimiy plazma elektron temperaturasini, aniqroq o‘lchash imkoniyatini yaratadi. Bir xil ion o‘tishli emissiya liniyalari qancha ko‘p bo‘lsa elektron temperaturasini o‘lchash aniqligi ortadi. Bunda biz Nd plazma elektron temperaturasini aniqroq o‘lchash uchun (3) tenglamadan foydalanib Nd uchun 3 ta ion o‘tish emissiya liniyalaridan (Na I [393.02 nm], [395.352 nm], [503.3517 nm]) foydalangan holda Boltsman chiziqli grafigi hosil qilindi (1-rasm).



1-rasm. Nd ion o‘tish emissiya spektr chiziqlarini Bolsman taqsimot grafigi. Qiyalik T=5.79 eV plazma elektron temperaturasini bildiradi.

Bunda qiyalik plazma elektron temperaturasini bildirib qiymati Nd ion o‘tishlar uchun T=5.79 eV ga teng ekanligi aniqlandi. Plazma sohasidagi elektronlar temperaturasini aniqlashda 1-jadvaldagi optik kattaliklardan foydalanildi.

Xulosa qilib aytadigan bo‘lsak neodim-silikat qotishmasi hosil qilingan plazmaning asosiy parametri temperaturasi aniqlandi. Temperaturasining o‘lchangan qiymatlari (T_e) boshqa muhim plazma parametrlarini hisoblash imkoniyatini berdi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. A.I. Japakov, M. E. Vapaev, R. M. Bedilov, Z. T. Azamatov, and I. Y.

Davletov, “Spectra of Multiply Charged Ions in Laser Plasma Formed from Gas-Containing Targets,” East Eur. J. Phys., no. 3, pp. 490–494, Sep. 2023, doi: 10.26565/2312-4334-2023-3-55.

2. R.T.Khaydarov, H.B. Beisinbaeva, M.M. Sabitov, Milan Kalal and G.R. Berdiyorov. Effect of light gas atom inclusions on thecharacteristics of laser- produced plasma ions Nuclear. Fusion 51 (2011) 103041 (3pp)doi 10888/00295515/51/10/103041

3. David A. Cremers, Leon J. Radziemski, Basics of the LIBS Plasma. “Handbook of Laser-Induced Breakdown Spectroscopy” 2013// DOI:10.1002/9781118567371

4. H R Griem, Principles of plasma spectroscopy (Cambridge University Press, Cambridge, 1997)

5. NIST Atomic Spectra Database, http://physics.nist.gov

6. J. A. A. C. Aragón, “Characterization of laser induced plasmas by optical emission spectroscopy: A review of experiments and methods,” Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, vol. 63, pp. 893–916, 2008.

TESTING THE HOLMBERG EFFECT IN GALAXY PAIRS USING THE MONTE CARLO METHOD

Polatova Madina Ulugbek qizi[1]

[1] PhD student, Department of Nuclear Physics and Astronomy, National University of Uzbekistan.

ORCID: 0009-0006-1034-7683

Abstract. This study re-examines the Holmberg effect in galaxy pairs, i.e., the similarity of pair members in morphology, luminosity and size. For this purpose, a distance-controlled Monte Carlo model and the bootstrap method were employed. Pairs composed of early-type galaxies were found to occur 1.64 times more frequently than expected, and pairs composed of late-type spirals 1.46 times more frequently. The closer the galaxies are to each other, the stronger their morphological similarity: $\rho = 0.47$ for $R_\perp < 30$ kpc, whereas $\rho = 0.15$ for $R_\perp > 120$ kpc.

Keywords: galaxy pairs, Holmberg effect, Monte Carlo method.

Introduction. In 1937, E. Holmberg noticed that the members of double galaxies are more similar to each other in type and color than the members of randomly formed pairs [1]. This phenomenon later became known as the “Holmberg effect” and was investigated in numerous studies devoted to double galaxies [2]. In current research on galaxy groups, an analogous phenomenon is referred to as “galactic conformity” [3, 4]. The origin of this similarity is still a matter of debate: whether the galaxies are similar because they formed together within the same dark matter halo or because of their mutual gravitational interaction remains an open question [5].

The main difficulty in testing the Holmberg effect is associated with selection effects. Both galaxies of a pair are located at the same distance.

Consequently, in samples limited by brightness and angular size, a spurious correlation arises between them. Numerical techniques such as Monte Carlo modeling and resampling have proven effective in addressing this problem. In the present work, we tested the Holmberg effect using a distance-controlled Monte Carlo model, divided the galaxies into three classes, and demonstrated for the first time how the effect depends on the separation between pair members.

Data and Methods. The analysis was based on 990 pairs compiled from several catalogs ([1, 6–8] and others). The morphological type codes and diameters of the galaxies were taken from the HyperLEDA database [10], and the K-band luminosities from 2MASS photometry [9]. The galaxies were divided into three morphological classes: early-type (E, S0; $T < -0.5$), early spirals (S0a–Sb; $-0.5 \leq T < 4$) and late spirals (Sbc–Irr; $T \geq 4$). If the pairs were formed at random, the expected number of pairs consisting of classes i and j would be given by:

$$N_{ij}^{exp} = N \cdot f_i \cdot f_j \cdot (2 - \delta_{ij}) \quad (1)$$

where N is the number of pairs, f_i is the fraction of class-i galaxies in the entire sample, and δ_{ij} is the Kronecker delta.

To account for selection effects, we constructed a distance-matched Monte Carlo model. The pairs were divided into ten distance bins (each containing the same number of pairs), and the second members of the pairs were then randomly shuffled within each bin. By repeating this procedure 2000 times, we obtained the random (null) distribution of the Spearman correlation coefficient. The significance of the observed correlation was assessed using the following statistic:

$$z = \frac{\rho_{obs} - \langle \rho_{null} \rangle}{\sigma_{null}} \quad (2)$$

To determine the 95% confidence limits of the coefficients, resampling with replacement was performed 1000 times within each bin (bootstrap [11]). All calculations were carried out using Python scripts based on the NumPy/SciPy libraries [12].

Results and Discussion. Figure 1 shows, for each combination of morphological classes, the ratio of the observed number of pairs to the number expected from Eq. (1). The diagonal cells (pairs of the same class) contain more pairs than expected, whereas the off-diagonal cells contain fewer. Pairs of early-type galaxies are 1.64 times more numerous than expected, while pairs consisting of an early-type and a late spiral galaxy are the rarest (0.60). For the six-cell table, $\chi^2 = 85.1$ ($p = 2 \cdot 10^{-18}$). Hence, the hypothesis that the pairs were formed at random can be confidently rejected. The fraction of same-class pairs is 46.1%, whereas in 10,000 Monte Carlo realizations this fraction amounted to $34.1 \pm 1.5\%$ ($p < 10^{-4}$).

The typical difference between the luminosities of pair members (the median of $|\Delta \log L_K|$) is 0.28 dex. If the galaxies were paired randomly with galaxies located at the same distance, the expected difference would be 0.325 ± 0.011 dex. Although this difference is not large, it is significant. In 51% of the pairs, the luminosities of the members differ by less than a factor of two. For the

429 pairs with measured V_{max}, the rotation velocities also proved to be correlated ($\rho = 0.37$; $p = 10^{-15}$).

The dependence of the Holmberg effect on projected separation is shown in Figure 2. As the separation between the galaxies increases, the morphological similarity decreases sharply: for 254 pairs with $R_\perp < 30$ kpc, $\rho = 0.47$ (95% confidence interval 0.36–0.58), whereas for 319 pairs with $R_\perp > 120$ kpc, $\rho = 0.15$ (0.05–0.26). In contrast, the similarity in luminosity depends only weakly on separation, varying from 0.70 to 0.56. The median distances of the pairs in these separation bins are almost identical (70–82 Mpc); therefore, this difference cannot be explained by a selection effect.

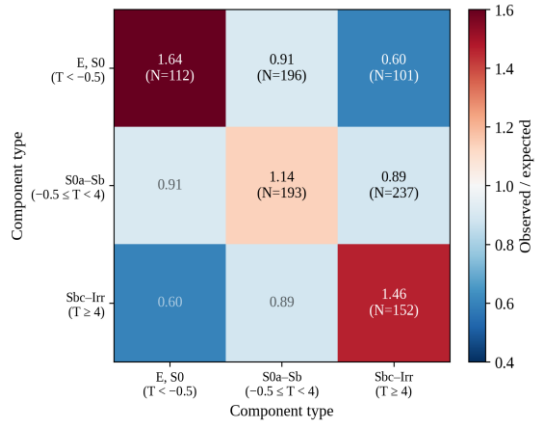


Figure 1. Ratio of the observed number of pairs to the number expected under random pairing, by morphological class.

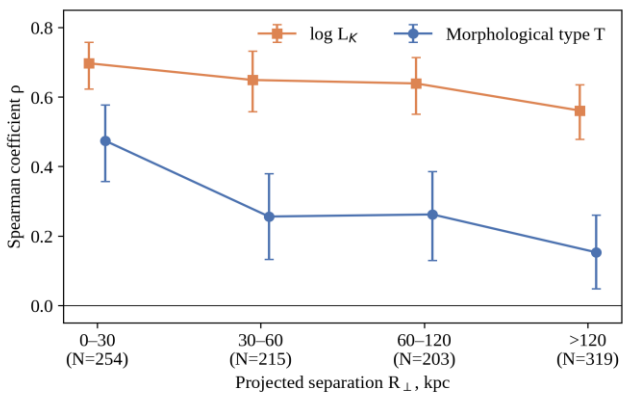


Figure 2. Dependence of the Spearman correlation between pair members in morphological type and luminosity on projected separation (vertical bars show the 95% confidence limits obtained with the bootstrap method).

The results obtained indicate that the Holmberg effect has a twofold nature. The similarity in luminosity depends only weakly on separation, which suggests that the pair members formed together in a common environment. The sharp increase in morphological similarity in close pairs, in turn, indicates that mutual gravitational interaction, correlated changes in star formation and morphological transformation processes play an important role here.

Conclusion. The distance-matched Monte Carlo test showed that the Holmberg effect is not an artifact of selection effects. As the separation between pair members decreases, the morphological similarity increases more than threefold, whereas the similarity in luminosity persists at all separations. The resampling methods applied in this work provide a convenient numerical tool for controlling selection effects in astronomical catalogs and can also be used in the educational process.

References:

1. Holmberg E. A study of double and multiple galaxies // Annals of the Observatory of Lund. – 1937. – Vol. 6. – P. 1–173.

2. Karachentsev I.D. Double Galaxies. – Moscow: Nauka, 1987. (in Russian)

3. Weinmann S.M., van den Bosch F.C., Yang X., Mo H.J. Properties of galaxy groups in the Sloan Digital Sky Survey – I. The dependence of colour, star formation and morphology on halo mass // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2006. – Vol. 366. – P. 2–28.

4. Kauffmann G., Li C., Zhang W., Weinmann S. A re-examination of galactic conformity and a comparison with semi-analytic models of galaxy formation // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2013. – Vol. 430. – P. 1447–1464.

5. Ellison S.L., Patton D.R., Simard L., McConnachie A.W. Galaxy pairs in the Sloan Digital Sky Survey. I. Star formation, active galactic nucleus fraction, and the luminosity/mass-metallicity relation // Astronomical Journal. – 2008. – Vol. 135. – P. 1877–1899.

6. Karachentsev I.D. Catalogue of isolated pairs of galaxies in the northern sky // Soobshcheniya Spetsial’noy astrofizicheskoy observatorii. – 1972. – Vol. 7. – P. 3. (in Russian)

7. Turner E.L. Binary galaxies. I. A well-defined statistical sample // Astrophysical Journal. – 1976. – Vol. 208. – P. 20.

8. Peterson S.D. Double galaxies. I. The sample // Astrophysical Journal Supplement Series. – 1979. – Vol. 40. – P. 527.

9. Skrutskie M.F., Cutri R.M., Stiening R. et al. The Two Micron All Sky Survey (2MASS) // Astronomical Journal. – 2006. – Vol. 131. – P. 1163–1183.

10. Makarov D., Prugniel P., Terekhova N., Courtois H., Vauglin I. HyperLEDA. III. The catalogue of extragalactic distances // Astronomy & Astrophysics. – 2014. – Vol. 570. – A13.

11. Efron B., Tibshirani R.J. An Introduction to the Bootstrap. – New York: Chapman & Hall, 1993.

12. Virtanen P., Gommers R., Oliphant T.E. et al. SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python // Nature Methods. – 2020. – Vol. 17. – P. 261–272.

SPINNING TEST PARTICLE DYNAMICS AND INNERMOST STABLE CIRCULAR ORBITS AROUND A CHARGED BLACK HOLE IN BUMBLEBEE GRAVITY

Abdujalil Gulomov[1], Dilafruz Yusupova[2], Shakhlo Jabbarova[2]

Tashkent State Technical University named after Islom Karimov[1]

Institute of Fundamental and Applied Research, National Research University[2] TIIAME

abdujalilgulomov6676@gmail.com

1992dilafruz9092@gmail.com

jabbarovashahlo43@gmail.com

Abstract. We study the dynamics of spinning test particles in the spacetime of a static, spherically symmetric charged black hole in Bumblebee gravity, where spontaneous Lorentz symmetry breaking is encoded in the Lorentz-violating parameter L. The particle motion is described by the Mathisson–Papapetrou–Dixon equations closed with the Tulczyjew spin supplementary condition. For equatorial motion, we derive the effective potential from the conserved energy and total angular momentum and locate the innermost stable circular orbit (ISCO) numerically, imposing the timelike condition on the four-velocity. Within the range $-0.5 \le s \le 0.5$ of the dimensionless spin parameter, the ISCO specific energy decreases monotonically with increasing s, and it is further lowered by increasing either the charge Q or the Lorentz-violating parameter L. The energy–angular momentum curves show that the spin–orbit coupling shifts both the energy and the position of the circular-orbit points. These results indicate that the ISCO characteristics of spinning particles are sensitive to the charge and to Lorentz symmetry breaking, which may help distinguish Bumblebee black holes from their Reissner–Nordström and Schwarzschild limits.

Keywords: Bumblebee gravity, Lorentz symmetry breaking, charged black hole, spinning test particles, Mathisson–Papapetrou–Dixon equations, innermost stable circular orbit, specific energy.

The Bumblebee gravity action includes a vector field B_μ with a potential V that triggers spontaneous Lorentz symmetry breaking. Introducing an electromagnetic field non-minimally coupled to the Bumblebee field, a charged black hole solution was obtained in. The line element is

$$ds^2 = -f(r)dt^2 + \frac{1+L}{f(r)}dr^2 + r^2(d\theta^2 + sin^2\theta\, d\phi^2), \quad (1)$$

with the lapse function

$$f(r) = 1 - \frac{2M}{r} + \frac{2(1+L)q^2}{(2+L)r^2}. \quad (2)$$

Here M is the black hole mass, q the electric charge, and $L = \xi\overleftarrow{b}^2$ the Lorentz-violating (LV) parameter. When $L = 0$, the metric reduces to the Reissner–Nordström black hole; when both $L = 0$ and $q = 0$, it reduces to Schwarzschild.

The motion of a spinning test particle is governed by the Mathisson–Papapetrou–Dixon (MPD) equations:

$$\frac{Dp^\mu}{D\tau} = -\frac{1}{2}R^\mu{}_{\nu\alpha\beta}v^\nu S^{\alpha\beta}, \quad (3)$$

$$\frac{DS^{\mu\nu}}{D\tau} = p^\mu v^\nu - p^\nu v^\mu, \quad (4)$$

where p^μ is the four-momentum, $v^\mu = dx^\mu/d\tau$ the four-velocity, and $S^{\mu\nu}$ the antisymmetric spin tensor. We adopt the Tulczyjew spin supplementary condition

$$p_\mu S^{\mu\nu} = 0, \quad (5)$$

which fixes the center-of-mass frame. The spin magnitude is defined via

$$S^2 = \frac{1}{2}S^{\mu\nu}S_{\mu\nu}, \quad (6)$$

and we introduce the dimensionless spin parameter $s = S/m$ where m is the particle’s rest mass.

For equatorial motion ($\theta = \pi/2$), the nonvanishing spin tensor components are given in terms of the conserved quantities. The timelike Killing vector ∂_t and spacelike Killing vector ∂_ϕ yield the conserved energy E and total angular momentum J:

$$E = -p_t - \frac{1}{2}\frac{Sp_\phi}{m}\frac{g_{tt,r}}{\sqrt{-g_{tt}g_{rr}g_{\phi\phi}}}, \qquad (7)$$

$$J = p_\phi - \frac{1}{2}\frac{Sp_t}{m}\frac{g_{\phi\phi,r}}{\sqrt{-g_{tt}g_{rr}g_{\phi\phi}}}. \qquad (8)$$

Solving for p_t and p_ϕ and using the mass-shell condition $p^\mu p_\mu = -m^2$ leads to the radial equation

$$(p^r)^2 = \frac{\beta}{\alpha}\left(e - V_{eff}^{+}\right)\left(e - V_{eff}^{-}\right), \qquad (9)$$

where $e = E/m$, $j = J/m$, and the effective potential V_{eff}^{+} (the physically relevant branch for future-directed motion) is given by

$$V_{eff}^{+} = -\frac{\delta j}{2\beta} + \sqrt{\left(\frac{\delta j}{2\beta}\right)^2 + \left(\frac{\rho}{\beta} - \frac{\sigma j^2}{\beta}\right)}. \qquad (10)$$

The innermost stable circular orbit is defined by

$$\frac{dV_{eff}}{dr} = 0, \qquad \frac{d^2V_{eff}}{dr^2} = 0. \qquad (11)$$

We solve these equations numerically for given s, q, L, also imposing the timelike condition $v^\mu v_\mu < 0$ to avoid superluminal motion.

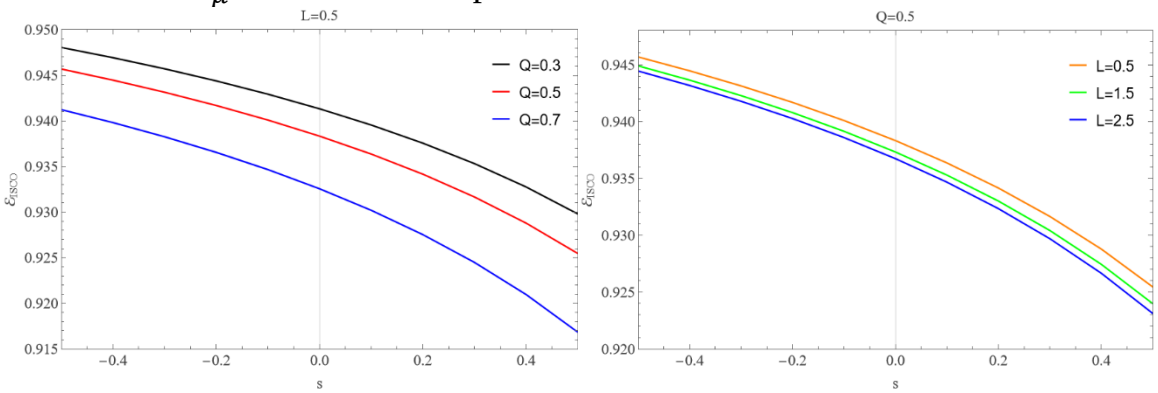


Figure1. ISCO energy $\mathcal{E}_{ISCO}$ vs. spin s for fixed L = 0.5 with varying Q and fixed Q = 0.5 with varying L.

The figure illustrates the dependence of the specific energy at the innermost stable circular orbit, $\mathcal{E}_{ISCO}$, on the dimensionless spin parameter s. The left panel is obtained for a fixed deformation parameter L = 0.5 and compares three values of the charge parameter, Q = 0.3, 0.5, and 0.7. The right panel fixes Q = 0.5 and shows the effect of L for L = 0.5, 1.5, and 2.5. In both panels, $\mathcal{E}_{ISCO}$ decreases smoothly as s increases over the displayed interval (approximately $-0.5 \le s \le 0.5$). Thus, within the parameter range considered, increasing the spin parameter is

associated with a lower specific energy of the ISCO. The dependence is nonlinear, with the decrease becoming more pronounced toward positive values of s. For fixed L = 0.5, increasing Q shifts the $\mathcal{E}_{ISCO}$ curve downward. The Q = 0.3 curve remains above the Q = 0.5 curve, while Q = 0.7 gives the lowest values throughout the plotted spin range. This indicates that the charge parameter has a noticeable influence on the energy associated with the ISCO. For fixed Q = 0.5, the curves in the right panel are also ordered systematically with L. The L = 0.5 curve has the largest $\mathcal{E}_{ISCO}$, whereas increasing L to 1.5 and 2.5 progressively lowers $\mathcal{E}_{ISCO}$. The separation between the curves is relatively small near negative spin and becomes more evident toward positive spin.

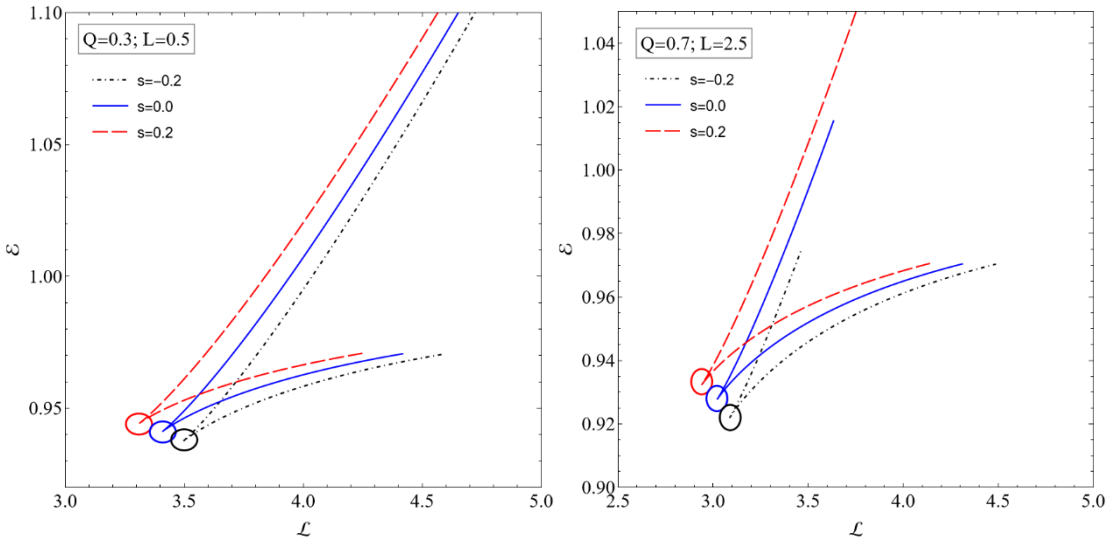


Figure2. Energy $\mathcal{E}$ versus angular momentum $\mathcal{L}$ curves for spinning particles (s = -0.2, 0.0, 0.2) at Q = 0.3, L = 0.5 and Q = 0.7, L = 2.5.

The figure presents the dependence of the specific energy, $\mathcal{E}$, on the orbital angular momentum, $\mathcal{L}$, for spinning test particles in the considered black-hole spacetime. Two representative parameter configurations are shown. The left panel corresponds to Q = 0.3 and L = 0.5, whereas the right panel corresponds to Q = 0.7 and L = 2.5. In each panel, three spin values are compared: s = −0.2 (black dash-dotted curve), s = 0 (blue solid curve), and s = 0.2 (red dashed curve). The open circles indicate the characteristic circular-orbit points associated with the different spin configurations. For Q = 0.3 and L = 0.5, the three curves are clearly separated near their minimum-energy points. The s = −0.2 configuration has the lowest characteristic energy, while the s = 0.2 configuration has the highest one. The corresponding characteristic points are shifted in orbital angular momentum as the particle spin changes. At larger $\mathcal{L}$, the upper branches also separate, with the positive-spin configuration lying above the nonspinning and negative-spin cases. For Q = 0.7 and L = 2.5, the same qualitative dependence is observed. The s = −0.2 curve again corresponds to the lowest characteristic energy, followed by the s = 0 and s = 0.2 cases. The separation between the upper branches is particularly evident: the positive-spin case reaches larger values of $\mathcal{E}$ at the same

orbital angular momentum. This demonstrates that the coupling between the particle spin and the orbital motion modifies both the energy and the location of the characteristic circular-orbit configurations.

Conclusion

We have investigated the motion of spinning test particles around a static, spherically symmetric charged black hole in Bumblebee gravity, using the Mathisson–Papapetrou–Dixon equations with the Tulczyjew spin supplementary condition. For equatorial orbits, the conserved energy and total angular momentum lead to an effective potential from which the ISCO was determined numerically, subject to the timelike condition $v^{\mu}v_{\mu} < 0$.

Our main results are as follows. First, within the considered range of the spin parameter, the specific energy at the ISCO decreases smoothly and nonlinearly with increasing s, with the decrease more pronounced for positive s. Second, increasing the charge parameter Q (for fixed L = 0.5) and the Lorentz-violating parameter L (for fixed Q = 0.5) systematically shifts the ISCO energy downward, and the separation between the curves grows toward positive spin. Third, the energy–angular momentum curves for s = −0.2, 0, 0.2 show that particle spin modifies both the energy and the angular momentum of the characteristic circular-orbit points, with positive spin corresponding to higher characteristic energy for the parameter sets Q = 0.3, L = 0.5 and Q = 0.7, L = 2.5.

References

[1] V. A. Kostelecký and S. Samuel, Spontaneous breaking of Lorentz symmetry in string theory, Phys. Rev. D 39, 683 (1989).

[2] R. Casana, A. Cavalcante, F. P. Poulis, and E. B. Santos, Exact Schwarzschild-like solution in a bumblebee gravity model, Phys. Rev. D 97, 104001 (2018).

[3] J.-Z. Liu, W.-D. Guo, S.-W. Wei, and Y.-X. Liu, Charged spherically symmetric and slowly rotating charged black hole solutions in bumblebee gravity, Eur. Phys. J. C 85, 145 (2025).

[4] M. Mathisson, Neue Mechanik materieller Systeme, Acta Phys. Polon. 6, 163 (1937).

[5] A. Papapetrou, Spinning test-particles in general relativity. I, Proc. R. Soc. Lond. A 209, 248 (1951).

[6] W. G. Dixon, Dynamics of extended bodies in general relativity. I. Momentum and angular momentum, Proc. R. Soc. Lond. A 314, 499 (1970).

[7] W. Tulczyjew, Motion of multipole particles in general relativity theory, Acta Phys. Polon. 18, 393 (1959).

“NORMAL ZEEMAN EFFEKTI VA UNING SODIR BO‘LISHI MEXANIZMI” MAVZUSI NAZARIY ASOSLARI VA ZAMONAVIY TAHLILI

Odilov Shoxzodjon Adxam o‘g‘li
Chirchiq davrat pedagogika universiteti 1-bosqich magistr talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada atom fizikasining fundamental hodisalaridan biri bo‘lgan Normal Zeeman effekti, uning yuzaga kelish mexanizmi hamda spektral chiziqlarning magnit maydonida ajralish qonuniyatlari tahlil qilingan. Tashqi magnit maydonining atom energetik sathlariga ta’siri, fazoviy kvantlanish va tanlov qoidalari nazariy jihatdan yoritilgan. Shuningdek, zamonaviy raqamli transformatsiya sharoitida Zeeman effektini kompyuter simulyatsiyalari va virtual laboratoriyalar yordamida o‘rganishning ahamiyati ko‘rsatib o‘tilgan.

Kalit so‘zlar: Normal Zeeman effekti, spektral chiziqlar, magnit maydoni, Bor magnetoni, orbital moment, fazoviy kvantlanish, raqamli simulyatsiya.

Kirish

Atom fizikasining eng muhim kashfiyotlaridan biri bo‘lgan Zeeman effekti yorug‘lik manbai kuchli tashqi magnit maydoniga joylashtirilganda spektral chiziqlarning bir nechta tashkil etuvchilarga ajralish hodisasidir. Bu hodisa 1896-yilda niderlandiyalik fizika olimi Pieter Zeeman tomonidan tajribada kashf etilgan bo‘lib, atomlarning ichki tuzilishini, elektronlarning energetik sathlarini va ularning magnit xossalarini o‘rganishda ulkan ahamiyat kasb etdi. Fizika va astronomiyada Zeeman effektini o‘rganish nafaqat laboratoriya sharoitida, balki yulduzlar va Quyosh atmosferasidagi magnit maydonlarini aniqlashda ham asosiy usullardan biri hisoblanadi. Shu bois, ushbu murakkab fizik hodisaning sodir bo‘lish mexanizmini talabalar va tadqiqotchilarga chuqur tushuntirish, shuningdek, uni raqamli texnologiyalar yordamida vizuallashtirish dolzarb ilmiy-uslubiy vazifalardan biridir.

Normal Zeeman effektining fizik mohiyati. Oddiy (normal) Zeeman effekti deb, spektral chiziqning magnit maydon ta’sirida uchta tashkil etuvchiga (tripletga) ajralishiga aytiladi. Bu hodisa asosan singelet holatlar uchun kuzatiladi. Agar atom tashqi magnit maydoniga kiritilmasa, uning energetik sathi ma'lum bir o‘zgarmas qiymatga ega bo‘ladi. Biroq, tashqi bir jinsli magnit maydoni ta’sirida atomdagi elektronning orbital harakati tufayli yuzaga keladigan magnit momenti bilan tashqi maydon o‘zaro ta'sirlashadi. Natijada energiyaning qo‘shimcha o‘zgarishi yuzaga keladi va bitta energetik sath magnit kvant soniga bog‘liq holda bir nechta quyi sathlarga ajralib ketadi. Hodisaning sodir bo‘lish mexanizmi bu klassik va kvant-mexanik nuqtai nazardan, Zeeman effektining mexanizmi elektronning o‘ziga xos magnit momentiga asoslanadi. Elektron yadro atrofida harakatlanganda uning mexanik momenti bilan birga o‘zining orbital magnit momenti ham hosil bo‘ladi. Tashqi magnit maydoni ta'sir etilganda, bu magnit momentning maydon yo‘nalishidagi potensial energiyasi o‘zgaradi.

Kvant mexanikasiga koʻra, orbital momentning magnit maydon yoʻnalishidagi proyeksiyasi fazoda qat'iy kvantlanadi (ma'lum diskret qiymatlarni qabul qiladi). Shuning uchun yagona energetik sath tashqi maydon ta'sirida bir nechta alohida sathlarga parchalanadi. Buning natijasida nurlanish chastotasida ham oʻzgarishlar yuzaga keladi. Asl spektral chiziq chastotasidan tashqari, uning atrofida qoʻshimcha chastotali chiziqlar ham paydo boʻladi. Bu holat spektrda uchta alohida tashkil etuvchidan iborat triplet tizimi hosil boʻlishini toʻliq tushuntiradi.

Tanlov qoidalari va polyarizatsiyalanish Zeeman effektida spektral chiziqlarning ajralishi qat'iy tanlov qoidalari asosida yuz beradi. Markaziy tashkil etuvchi chastotaning oʻzgarmasligini ta'minlaydi va u magnit maydon chiziqlariga parallel holda polyarizatsiyalashgan boʻladi. Yon tashkil etuvchilar chastotaning ma'lum qiymatga ortishi yoki kamayishini koʻrsatib, magnit maydoniga perpendikulyar yoʻnalishda doiraviy polyarizatsiyalashgan holda namoyon boʻladi.

Raqamli texnologiyalar va kompyuter simulyatsiyalari orqali oʻrganish bu normal Zeeman effektini amalda laboratoriyada kuzatish juda kuchli elektromagnitlar, yuqori aniqlikdagi interferometrlar va murakkab optik jihozlarni talab qiladi. Bugungi kunda ta’lim jarayonini raqamlashtirish sharoitida ushbu murakkab jarayonni kompyuter simulyatsiyalari yordamida oʻrganish yuqori samara bermoqda. Maxsus virtual laboratoriya dasturlari yordamida quyidagi imkoniyatlar yaratiladi. Magnit maydoni induksiyasi qiymatini oʻzgartirib, spektral chiziqlarning ajralish masofasini real vaqt rejimida kuzatish. Spektral chiziqlarning polyarizatsiyalanish yoʻnalishlarini vizual animatsiyalar orqali yaqqol namoyish etish. Nazariy olingan natijalar bilan virtual tajriba natijalarini solishtirish. Bu esa talabalar va tadqiqotchilarga abstrakt kvant-mexanik jarayonlarni oson tasavvur qilish va ularni chuqur oʻzlashtirish imkonini beradi.

Normal Zeeman effekti atomlarning energetik sathlari va elektronlarning magnit xossalarini oʻrganishda muhim fundamental ahamiyatga ega. Tashqi magnit maydonining atomga koʻrsatgan ta'siri natijasida spektral chiziqlarning uchta tashkil etuvchiga ajralishi fazoviy kvantlanish qonunlari bilan toʻliq izohlanadi. Mazkur mavzuni oʻqitish va tadqiq qilish jarayonida zamonaviy raqamli texnologiyalar hamda kompyuter simulyatsiyalaridan foydalanish ta'lim sifatini oshirishga, talabalarning ilmiy dunyoqarashini va amaliy koʻnikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar roʻyxati:

1. Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 1. Введение в атомную физику. – Москва: Лань, 2021. – 558 с.
2. Nasriddinov K.R., Xudayberdiyev E.N., Samandarov L.Q., Xudoyberdiyev M.E. Atom fizikasi. – Toshkent: Zebo Prints, 2025. – 412 b.

3. Xudayberdiyev E.N., Nasriddinov K.R., Madaliyev A.M., Samandarov L.Q., Xudoyberdiyev M.E. Atom yadrosi va elementar zarralar fizikasi. – Toshkent: Zebo prints, 2026. – 484 b.

РЕНТГЕНОВСКАЯ МИКРОТОМОГРАФИЯ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕЙ ОЦЕНКИ МОРФОЛОГИИ И ДЕФЕКТОВ TiO_2-ФОТОАНОДОВ DSSC

Шарипбаев Собитхон[1], Эргашов Абдурасул[1], Турсунбоев Раҳимжон[2]
[1]Наманганский государственный технический университет
[2]Касансайский район, 28-школа

Аннотация. В тезисах рассмотрено применение рентгеновской микрокомпьютерной томографии для трёхмерного неразрушающего анализа тонкоплёночных TiO_2-фотоанодов сенсибилизированных красителем солнечных элементов. Метод позволяет количественно оценивать толщину покрытия, локальные неоднородности, поровые включения, агломераты, расслоения и качество межслойного контакта без разрушения образца. В диссертационной работе использована микрофокусная томографическая система, а реконструкция объёмных данных выполнена на основе обратного преобразования Радона и алгоритма Фельдкампа. Экспериментально выявлены поровый дефект глубиной около 30 мкм и диаметром около 110 мкм, агломератный дефект размером примерно 72×345×400 мкм, а также локальные колебания толщины покрытия. Показано, что подобные неоднородности способны нарушать непрерывность электронных путей, изменять локальное электрическое поле, снижать адсорбцию красителя и усиливать рекомбинационные потери.

Ключевые слова: DSSC, TiO_2, фотоанод, рентгеновская микротомография, неразрушающий контроль, дефект, расслоение, толщина слоя.

Морфология фотоанода является одним из определяющих факторов работы сенсибилизированных красителем солнечных элементов (DSSC). Даже при одинаковом химическом составе TiO_2 локальные изменения толщины, пористости, плотности упаковки частиц и качества контакта с FTO могут приводить к различиям в адсорбции красителя, сопротивлении переносу заряда и интенсивности рекомбинации. Традиционные методы, такие как SEM и AFM, дают важную информацию о поверхности и локальных сечениях, однако не позволяют без разрушения образца проследить распределение внутренних дефектов по всему объёму покрытия. В связи с этим рентгеновская компьютерная микротомография представляет особый интерес как метод пространственной диагностики тонкоплёночных фотоэлектрических структур.

Принцип томографического исследования основан на регистрации ослабления рентгеновского излучения при прохождении через объект под большим числом углов. Полученные двумерные проекции используются для численного восстановления пространственного распределения коэффициента поглощения. В диссертации реконструкция описывается через обратное преобразование Радона и алгоритм Фельдкампа (FDK), включающий фильтрацию проекций, обратное проецирование и пространственное взвешивание. В результате формируется трёхмерная воксельная модель, в которой можно измерять геометрические параметры слоёв и дефектов, анализировать межфазные границы и визуализировать неоднородности, скрытые от обычной оптической микроскопии.

Для проведения трёхмерного анализа использовалась микрофокусная томографическая система. В одном из режимов сканирования анодное напряжение составляло 60 кВ, ток трубки – 200 мкА, количество проекций – 2880, число кадров усреднения – 4. Расстояние от источника до детектора составляло 373,83 мм, от источника до объекта – 40,63 мм, а эффективный шаг пикселя – 0,0138 мм. Такой набор параметров позволил получить достаточную пространственную информативность для оценки неоднородностей покрытия на микрометровом уровне.

Одним из основных результатов томографического анализа стало количественное описание толщины покрытия. На отдельных образцах средняя толщина находилась в области 45–55 мкм, а локальные максимумы достигали примерно 70 мкм. Гистограммный анализ показал, что значительная часть значений толщины сосредоточена примерно в диапазоне 0,044–0,052 мм с максимумом около 0,048 мм. Сам по себе узкий центральный диапазон свидетельствует о воспроизводимости процесса нанесения, однако наличие хвостов распределения и локальных отклонений указывает на участки, которые могут существенно отличаться по условиям переноса заряда.

Томография позволила также выявить дефекты разного типа. Поровый дефект имел глубину около 30 мкм и диаметр порядка 110 мкм. С физической точки зрения такой дефект уменьшает локальную площадь TiO_2, доступную для адсорбции красителя, и может разрывать непрерывные электронные пути в мезопористом слое. Это создаёт условия для локального увеличения сопротивления и усиления рекомбинации. Другой выявленный дефект имел агломератный характер и размеры примерно 72×345×400 мкм. Подобное включение способно формировать область с иным электрическим сопротивлением и нарушенной морфологией, что приводит к неоднородному распределению фотогенерированного тока.

Отдельное внимание в работе уделено межслойной целостности. После нанесения контролируемого подреза на томографических сечениях отчётливо наблюдались границы FTO и TiO_2, а также участки расслоения покрытия. В одном из локальных сечений толщина слоя FTO составляла

около 21 мкм, а слоя TiO_2 – около 27 мкм. Наблюдаемое отслоение указывает на недостаточную прочность межфазного контакта. Для DSSC это принципиально важно, поскольку ухудшение контакта FTO/TiO_2 повышает последовательное сопротивление, затрудняет сбор электронов и может ускорять деградацию элемента при термических или механических нагрузках.

Томографические данные хорошо дополняют результаты SEM и оптической микроскопии. Сравнение однослойных и двухслойных TiO_2-фотоанодов показало, что однослойная структура характеризуется более равномерным распределением наночастиц, меньшей агломерацией и более низкой плотностью поверхностных дефектов. В двухслойной структуре чаще наблюдаются крупные кластеры, трещины и неоднородности, связанные с последовательным нанесением и сушкой слоёв. Трёхмерный анализ позволяет подтвердить, что часть этих дефектов не ограничивается поверхностью, а распространяется по толщине покрытия и может влиять на межслойную адгезию.

Практическая ценность рентгеновской микротомографии состоит в возможности использовать её не только для научного анализа, но и как инструмент технологического контроля. По распределению толщины можно оценивать стабильность процесса нанесения пасты; по объёму и геометрии пор и агломератов – качество диспергирования; по расслоениям – адгезию и режим термообработки. В сочетании с электрическими измерениями такие данные позволяют установить причинную связь между локальным дефектом и изменением фотоэлектрических параметров, а не ограничиваться интегральной оценкой готовой ячейки.

Следует учитывать, что томографическая реконструкция также имеет ограничения. На результат влияют геометрия системы, конечный размер фокусного пятна, дискретизация, статистический шум, неполнота проекционных данных и численные ошибки обратной задачи. Поэтому интерпретация малых дефектов должна выполняться с учётом пространственного разрешения и возможных артефактов. Наиболее надёжный подход заключается в совместном использовании томографии, SEM/AFM, оптической микроскопии и электрофизических методов.

Таким образом, рентгеновская микрокомпьютерная томография является эффективным методом неразрушающего контроля TiO_2-фотоанодов DSSC. Она обеспечивает трёхмерную визуализацию распределения толщины, выявляет поровые и агломератные дефекты, позволяет оценивать межслойные нарушения и количественно описывать структурную неоднородность. Полученные в диссертационной работе результаты подтверждают, что контроль не только средней толщины, но и пространственного распределения дефектов является необходимым условием повышения воспроизводимости, надёжности и

фотоэлектрической эффективности сенсибилизированных солнечных элементов.

Литература

1. Saboonchi H., Blanchette D., Hayes K. Advancements in Radiographic Evaluation Through the Migration into NDE 4.0. Journal of Nondestructive Evaluation, 2021, 40(1). doi:10.1007/s10921-021-00749-x.

2. Bartlett M.D., Case S.W., Kinloch A.J., Dillard D.A. Peel tests for quantifying adhesion and toughness: A review. Progress in Materials Science, 2023, 101086. doi:10.1016/j.pmatsci.2023.101086.

3. Yuwono A.H. et al. The effect of various precursors and solvents on the characteristics of fluorine-doped tin oxide conducting glass fabricated by ultrasonic spray pyrolysis. International Journal of Technology, 2017, 8(7).

4. Lazanas A.C., Prodromidis M.I. Electrochemical Impedance Spectroscopy – A Tutorial. ACS Measurement Science Au, 2023. doi:10.1021/acsmeasuresciau.2c00070.

5. Шарипбаев С.С. Зависимость эффективности солнечных элементов на основе TiO_2 от их морфологических характеристик: диссертация PhD по физико-математическим наукам. Наманган, 2026.

TiO_2 FOTOANOD MORFOLOGIYASI, ELEKTRON TRANSPORTI VA DSSC SAMARADORLIGI O‘RTASIDAGI YARIM EMPIRIK BOG‘LANISH

Sharipbayev Sobitxon[1], Ergashov Abdurasul[1], Tursunboyev Rahimjon[2]

[1]Namangan davlat texnika universiteti

[2]Kosonsoy tumani 28-umumiy o‘rta ta’lim maktabi

Annotatsiya. Mazkur tezisda bo‘yoq bilan sensibilizatsiyalangan quyosh elementlarida (DSSC) TiO_2 fotoanod morfologiyasi, elektron transporti va fotoelektrik samaradorlik o‘rtasidagi bog‘lanishni tavsiflovchi yarim empirik yondashuv bayon qilinadi. Modelda samaradorlik η qisqa tutashuv toki zichligi Jsc, ochiq zanjir kuchlanishi Voc va to‘ldirish koeffitsiyenti FF orqali aniqlanadi; morfologik ta’sir esa samarali sirt maydoni, yorug‘likni tutish samaradorligi, elektronlarning diffuziya uzunligi va rekombinatsiya jarayonlari orqali hisobga olinadi. Dissertatsiyada keltirilgan korrelyatsion tahlilda η bilan porozlik P orasida kuchli musbat bog‘lanish ($r = 0,909$), o‘rtacha zarracha o‘lchami D bilan kuchli manfiy bog‘lanish ($r = –0,839$) va faol qatlam qalinligi L bilan manfiy bog‘lanish ($r = –0,812$) aniqlangan. Natijalar morfologik parametrlarni alohida maksimal qiymatga olib chiqish emas, balki yorug‘lik yutilishi, bo‘yoq adsorbsiyasi va elektron transporti o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlash zarurligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: DSSC, TiO_2, fotoanod, morfologiya, diffuziya uzunligi, rekombinatsiya, yarim empirik model, korrelyatsiya.

Bo‘yoq bilan sensibilizatsiyalangan quyosh elementlarida TiO_2 fotoanodning morfologik tuzilishi qurilmaning optik va elektr xususiyatlarini bir vaqtning o‘zida belgilaydi. Zarracha o‘lchami kichrayganda solishtirma sirt maydoni ortadi va ko‘proq bo‘yoq molekulalarini adsorbsiyalash imkoniyati paydo bo‘ladi. Biroq shu bilan birga donalararo chegaralar va sirt holatlari soni ham ortib, elektronlarning tutib qolinishi hamda rekombinatsiya ehtimoli oshishi mumkin. Xuddi shunday, qatlam qalinligini oshirish yorug‘lik yutilishini kuchaytiradi, ammo elektronlarning FTO kontaktigacha bosib o‘tadigan masofasi ortgani sababli transport yo‘qotishlari ham ko‘payadi. Shuning uchun DSSC samaradorligini bitta morfologik parametr bilan ifodalash yetarli emas.

Quyosh elementi samaradorligi umumiy holda $\eta = Jsc \cdot Voc \cdot FF/Pin$ ifoda bilan aniqlanadi. Bu yerda Jsc – qisqa tutashuv toki zichligi, Voc – ochiq zanjir kuchlanishi, FF – to‘ldirish koeffitsiyenti, Pin esa tushayotgan nurlanish quvvati zichligidir. Dissertatsiyada standart AM 1.5G sharoiti uchun $Pin = 100\ mW/cm^2$ qabul qilingan. Demak, morfologik omillarning η ga ta’sirini tushuntirish uchun, avvalo, ularning Jsc, Voc va FF ga qanday ta’sir qilishini fizik jihatdan bog‘lash lozim.

Qisqa tutashuv toki spektral ko‘rinishda foton oqimi, yorug‘likni tutish samaradorligi LHE, elektron injeksiyasi samaradorligi va elektronlarni yig‘ish samaradorligi bilan bog‘langan. $N719/TiO_2$ tizimida elektron injeksiyasi birinchi yaqinlashishda yuqori deb olinishi mumkin, shuning uchun morfologik ta’sirning asosiy qismi LHE va elektronlarni yig‘ish jarayoniga to‘g‘ri keladi. LHE fotoanod sirtida adsorbsiyalangan bo‘yoq miqdori, qatlam qalinligi va poroz strukturaning yorug‘likni ko‘p martalik sochish qobiliyatiga bog‘liq.

Dissertatsiyada samarali solishtirma sirt maydoni zarracha o‘lchami D va porozlik P ning funksiyasi sifatida qaraladi. Zarracha o‘lchami kamayganda sirt maydoni ortadi. Tajriba ma’lumotlarida 10 nm zarrachalar uchun BET sirt maydoni 132 m^2/g bo‘lsa, 30 nm zarrachalar uchun bu qiymat 47 m^2/g gacha kamaygan. Bo‘yoq adsorbsiyasi ham xuddi shu yo‘nalishda o‘zgaradi. Biroq juda mayda zarrachalar elektron transporti uchun ko‘p sonli donalararo chegaralar hosil qiladi. Shu sababli fotoanod morfologiyasini tanlashda faqat maksimal sirt maydoniga intilish maqsadga muvofiq emas.

Elektronlarni yig‘ish samaradorligi diffuziya uzunligi Ln bilan bevosita bog‘liq. Dissertatsiyada u $Ln = \sqrt{(Dn \cdot \tau n)}$ munosabat bilan ifodalanadi, bu yerda Dn – elektronlarning samarali diffuziya koeffitsiyenti, τn – elektronning yashash vaqti. Bir o‘lchamli diffuziya-rekombinatsiya yaqinlashuvida yig‘ish samaradorligi $\eta cc = (Ln/L) \cdot \tanh(L/Ln)$ ko‘rinishda yoziladi. Agar Ln qatlam qalinligi L dan ancha katta bo‘lsa, fotogeneratsiyalangan elektronlarning katta qismi FTO ga yetib boradi. Aksincha, $L >> Ln$ holatida rekombinatsiya yo‘qotishlari keskin ortadi. Demak, faol qatlam qalinligi elektron diffuziya uzunligi bilan muvofiqlashtirilishi kerak.

Ochiq zanjir kuchlanishi Voc TiO_2 dagi kvazi-Fermi darajasi va elektronlarning elektrolitdagi oksidlangan komponentlar bilan teskari

rekombinatsiya tezligiga bog‘liq. Dissertatsiyada amaliy yarim empirik bog‘lanish $Voc(\tau n) = Voc,ref + (kT/q) \cdot ln(\tau n/\tau n,ref)$ ko‘rinishida keltiriladi. Bu ifodadan ko‘rinadiki, elektronning yashash vaqti uzayishi rekombinatsiya tezligini kamaytiradi va Voc ni oshiradi. Shuning uchun kristallanish darajasi, donalararo kontakt sifati va sirt nuqsonlarining kamayishi nafaqat Jsc, balki Voc uchun ham muhim hisoblanadi.

To‘ldirish koeffitsiyenti FF esa ketma-ket qarshilik Rs, shunt qarshilik Rsh va volt-amper xarakteristikasining shakli bilan aniqlanadi. TiO_2 qatlamidagi yirik poralar, mikroyoriqlar, qatlam ajralishi va aglomeratlar elektron oqimining bir tekisligini buzib, Rs ni oshirishi mumkin. Shu sababli bir xil bo‘yoq yuklanishiga ega ikki fotoanodning FF qiymati morfologik yaxlitlik darajasiga qarab farq qilishi mumkin.

Yakuniy yarim empirik model optik, transport va elektr bloklarini bitta ifodada birlashtiradi:

$\eta = K \cdot [Voc(\tau n) \cdot FF/Pin] \cdot q\Phi eff \cdot [1 - exp(-B \cdot Seff(D,P) \cdot L)] \cdot [(Ln/L) \cdot tanh(L/Ln)]$. Bu yerda K – qo‘shimcha optik, kontakt va texnologik yo‘qotishlarni hisobga oluvchi kalibrlash koeffitsiyenti; B – optik kalibrlash koeffitsiyenti; Seff(D,P) – zarracha o‘lchami va porozlikka bog‘liq samarali sirt maydoni; Φeff – bo‘yoq yutish sohasidagi samarali foton oqimi. Modelning fizik mazmuni shundan iboratki, samaradorlik yorug‘likni yutishning ortishi bilan elektron transporti va rekombinatsiya yo‘qotishlari o‘rtasidagi raqobat natijasida shakllanadi.

Pirson korrelyatsiya matritsasi ushbu fizik yondashuvni miqdoriy jihatdan tasdiqlaydi. Samaradorlik η bilan porozlik P orasidagi korrelyatsiya r = 0,909 bo‘lib, kuchli musbat bog‘lanishni ko‘rsatadi. η bilan o‘rtacha zarracha o‘lchami D orasida r = –0,839, faol qatlam qalinligi L bilan esa r = –0,812 bo‘lgan kuchli manfiy bog‘lanish aniqlangan. Fotoelektrik parametrlar orasida η bilan Jsc ning korrelyatsiyasi r = 0,727, Voc bilan r = 0,659, FF bilan esa r = 0,314 ni tashkil etgan. Bu natija aynan tok generatsiyasi va rekombinatsiya jarayonlari samaradorlikni belgilashda asosiy rol o‘ynashini ko‘rsatadi.

Model tahlili TiO_2 fotoanod uchun optimal morfologik soha mavjudligini ko‘rsatadi. Ish xulosalarida o‘rtacha zarracha o‘lchami 15–25 nm, porozlik 50–60% va faol qatlam qalinligi 10–14 μm bo‘lgan diapazon eng maqbul sharoit sifatida keltirilgan. Bu qiymatlar bo‘yoq adsorbsiyasi uchun yetarli sirt maydoni, elektrolitning poralar orqali kirishi, elektronlarning uzluksiz transport yo‘llari va kamaytirilgan rekombinatsiya orasidagi muvozanatni ta’minlaydi.

Xulosa qilib aytganda, DSSC samaradorligini oshirish uchun alohida morfologik parametrni maksimal darajaga yetkazish emas, balki sirt maydoni, porozlik, faol qatlam qalinligi va elektron diffuziya uzunligini birgalikda optimallashtirish zarur. Taklif etilgan yarim empirik model TiO_2 fotoanod morfologiyasi bilan Jsc, Voc, FF va η orasidagi fizik bog‘lanishni yagona yondashuvda ifodalaydi va fotoanod arxitekturasini loyihalashda tajriba hajmini

qisqartirish hamda istiqbolli parametrlar sohasini oldindan baholash uchun qo‘llanishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sharibaev N., Ergashov A. Mathematical modeling of processes in dye-sensitized photocell. Journal of Physics: Conference Series, 2022, 2373, 072044.

2. Atia D.M., Ahmed N.M. Mathematical modeling, parameter identification, and electrical performance of a DSSC based on nature-inspired optimization techniques. Journal of Computational Electronics, 2023, 22(2).

3. Kim G.O., Ryu K.S. Dynamic response of charge transfer and recombination at various electrodes in dye-sensitized solar cells investigated using intensity modulated photocurrent and photovoltage spectroscopy. Bulletin of the Korean Chemical Society, 2012, 33(2), 469.

4. Lazanas A.C., Prodromidis M.I. Electrochemical Impedance Spectroscopy – A Tutorial. ACS Measurement Science Au, 2023.

5. Kusumawati N. et al. Optimization Thickness of Photoanode Layer and Membrane as Electrolyte Trapping Medium for Improvement Dye-Sensitized Solar Cell Performance. Science and Technology Indonesia, 2024, 9(1), 7–16.

STATISTICAL ANALYSIS OF PHYSICAL PROPERTIES AND SCALING RELATIONS IN DWARF ELLIPTICAL GALAXIES

Tillaboev Komiljon [1], Tadjibaev Ikram [1,2]

[1] National University of Uzbekistan.

[2] Chirchik State pedagogical University.

Abstract. This study presents a statistical analysis of the physical properties and scaling relations of 41 dwarf elliptical (dE) galaxies. Correlation and regression analyses were used to investigate relationships among luminosity, stellar mass, surface brightness, and metallicity. Strong relations were found between absolute magnitude and stellar mass, stellar mass and surface brightness, and stellar mass and metallicity. The results provide an empirical description of the principal physical relationships in the investigated dE galaxy sample.

Keywords: dwarf elliptical galaxies; stellar mass; luminosity; metallicity; surface brightness; scaling relations; correlation analysis; regression analysis.

Introduction. Dwarf galaxies are among the most numerous and least massive galaxies in the Universe and provide important laboratories for studying galaxy formation and evolution. Their low masses and shallow gravitational potentials make their physical properties particularly sensitive to internal and environmental processes, allowing them to preserve information about the mechanisms governing galaxy evolution at low masses [1,2].

Dwarf elliptical (dE) galaxies constitute an important population of low-mass galaxies and are generally characterized by smooth stellar distributions, low gas content, and weak or absent recent star formation. Their physical properties, including luminosity, stellar mass, size, surface brightness, and metallicity,

provide important observational constraints on their structure and evolutionary history [3–5].

An important aspect of studying dE galaxies is the investigation of statistical relationships among their physical parameters. These parameters are not necessarily independent and may follow empirical scaling relations that characterize the structural properties of dwarf galaxies. In particular, relationships involving absolute magnitude, stellar mass, size, surface brightness, and metallicity can provide quantitative information about the physical parameter space occupied by dE systems.

In this study, we perform a statistical analysis of the physical properties of dwarf elliptical galaxies and investigate their principal scaling relations. Correlation analysis is used to quantify the strength and significance of relationships between physical parameters, while regression analysis is applied to derive their empirical dependencies. The obtained relations are used to characterize the principal statistical properties of dE galaxies and provide an empirical basis for further studies of their formation and evolution.

Data and sample selection. The dwarf elliptical (dE) galaxy data used in this study were taken from the catalog presented in [6], where the original observational data and their literature sources are described in detail. The catalog was compiled from multiple established astronomical databases and published studies, providing a broad set of physical and observational parameters for dwarf galaxies. Therefore, the present study uses the catalog as the primary data source rather than repeating the detailed description of the original data compilation.

From the catalog presented in [6], we selected 41 dwarf elliptical (dE) galaxies with available measurements of the main physical parameters. Galaxies with insufficient data for statistical analysis were excluded. The analysis included absolute magnitude, stellar mass, size, surface brightness, metallicity, and neutral hydrogen mass, where available. Missing or uncertain measurements were excluded from individual analyses, so the sample size may vary between parameter pairs.

Methods. The statistical analysis was performed using standard correlation and regression techniques. Pearson, Spearman, and Kendall correlation coefficients were used to evaluate the strength and direction of relationships between the physical parameters of dE galaxies [7–9]. Simple linear regression was applied to quantify the principal scaling relations, with the coefficient of determination (R^2) and statistical significance used to assess the fitted relationships [10]. Multiple linear regression was additionally used to examine the dependence of selected physical parameters on several independent variables simultaneously [11]. All statistical calculations and graphical analyses were performed using MATLAB. The adopted statistical procedures follow standard methods described in the corresponding references [7–11].

Results. The distributions of the main physical properties of the 41 dE galaxies are shown in Figure 1. The sample covers a broad range of luminosities,

stellar masses, structural sizes, surface brightnesses, and metallicities. The absolute magnitudes span approximately -18.7 to -8.8 mag, while the stellar masses cover $log(M_*/M_\odot)$~$5.5-9.7$. The $log\, r_{25}$ values are concentrated mainly below 0.4, whereas the half-light radii show a broader distribution with several extended systems. The metallicity measurements span approximately $[Fe/H] \sim -2.2$ to values close to solar. The distributions of μ_V and r_h also show some scatter and outlying systems, indicating substantial diversity in the structural properties of dE galaxies. Because not all physical parameters are available for every galaxy, the number of objects used in individual statistical relations varies according to parameter availability.

To investigate the relationships among the physical properties, Pearson, Spearman, and Kendall correlation coefficients were calculated. The resulting correlation matrices show a consistent pattern of strong relationships involving stellar mass, luminosity, metallicity, and central surface brightness.

The strongest correlation is observed between absolute magnitude and stellar mass, with a strong negative coefficient, indicating that galaxies with larger stellar masses tend to have more negative absolute magnitudes and therefore higher luminosities. Stellar mass also shows a strong positive correlation with metallicity and a strong negative correlation with the central surface brightness parameter. The luminosity–metallicity relation is likewise clearly present. In contrast, the correlations involving the H I-related parameters are considerably weaker. This suggests that the principal scaling behavior of the present dE sample is more clearly associated with the stellar component than with the available neutral-gas properties.

Row	M_V	m_r	$log(\frac{M_*}{M_\odot}$	$log\, r_{25}$	$brief$	b_t	ϑ	Fe/H	r_h	μ_V	$log\left(\frac{M_*}{M_{HI}}\right.$
M_V	0,00	0,04	0,00	0,74	0,00	0,22	0,15	0,00	0,00	0,00	0,15
m_r	0,04	0,00	0,01	0,04	0,04	0,00	0,02				
$log(M_*/M_\odot$	0,00	0,01	0,00	0,32	0,00	0,07	0,17	0,00	0,01	0,00	0,15
$log\, r_{25}$	0,74	0,04	0,32	0,00	0,88	0,20	0,31	0,83	0,08	0,98	0,19
$brief$	0,00	0,04	0,00	0,88	0,00	0,43	0,42	0,72	0,64	0,89	0,27
b_t	0,22	0,00	0,07	0,20	0,43	0,00	0,04	0,66	0,84	0,09	0,65
ϑ	0,15	0,02	0,17	0,31	0,42	0,04	0,00	0,56	0,26	0,85	0,64
Fe/H	0,00		0,00	0,83	0,72	0,66	0,56	0,00	0,03	0,00	0,25
r_h	0,00		0,01	0,08	0,64	0,84	0,26	0,03	0,00	0,39	0,20
μ_V	0,00		0,00	0,98	0,89	0,09	0,85	0,00	0,39	0,00	0,34

$log(M_*/M_{HI})$	0,15		0,15	0,19	0,27	0,65	0,64	0,25	0,20	0,34	0,00

Table 1. Kendall correlation matrix for the principal physical properties of the dE galaxy sample.

The principal scaling relations were examined using linear regression. Among the investigated relations, the strongest relationship is obtained between absolute magnitude and stellar mass. The fitted relation is

$$M_V = -2.24\, log(M_*/M_{HI}) + 3.19 \;\; with\, R^2 = 0.983$$

The very high coefficient of determination demonstrates a strong dependence of optical luminosity on stellar mass in the investigated dE sample.

A similarly strong relation is found between central surface brightness and stellar mass

$$\mu_V = -2.46\, log(M_*/M_{HI}) + 39.40 \;\; with\, R^2 = 0.780$$

The negative slope indicates that increasing stellar mass is associated with decreasing numerical values of μ_V, corresponding to higher surface brightness.

The mass–metallicity relation is also pronounced. The regression gives

$$[Fe/H] = -0.36\, log(M_*/M_{HI}) - 3.84 \;\; with\, R^2 = 0.830$$

Thus, more massive dE galaxies in the sample tend to have higher metallicities. The luminosity–metallicity relation provides an independent representation of the same general trend:

$$[Fe/H] = -0.16 M_V - 3.26 \;\; with\, R^2 = 0.577$$

Since more luminous galaxies have more negative M_V, this relation indicates an increase in metallicity toward higher luminosity.

Conclusion. In this study, we investigated the statistical properties and principal scaling relations of a sample of 41 dwarf elliptical galaxies. The analysis demonstrates that the physical parameters of dE galaxies exhibit several significant statistical relationships, particularly those involving stellar mass, luminosity, surface brightness, and metallicity. The strongest scaling relation was found between absolute magnitude and stellar mass, with $R^2 = 0.983$. Strong relationships were also obtained between stellar mass and surface brightness ($R^2 = 0.780$) and between stellar mass and metallicity ($R^2 = 0.830$). A significant luminosity–metallicity relation was additionally identified, with $R^2 = 0.577$. The correlation analysis indicates that the principal statistical trends in the investigated dE sample are primarily associated with the stellar component of the galaxies, whereas the available H I-related parameters show weaker relationships. These results provide a compact empirical description of the physical parameter space of dwarf elliptical galaxies and their principal scaling relations. Overall, the obtained relations can serve as an observational basis for further investigations of the structural properties and evolutionary characteristics of dwarf elliptical galaxies.

References:

1. A. Sandage and G. Hoffman, Astrophys. J. 379, L45 (1991).

2. E. Skillman and R. Bender, Rev. Mex. Astron. Astrofis., Ser. Conf. 3, 25 (1995).

3. E. Kimbro, V. Baldassare, G. Worthey, M. Geha, and J. Greene, Astrophys. J. 980, 215 (2025).

4. D. Hunter and J. Gallagher, Astrophys. J., Suppl. Ser.58, 533 (1985).

5. K. Hermanson and S. Kim, BAAS 57 (2) (2025).

6. K. Tillaboev et al., Res. Astron. Astrophys. 26 (11) (2026) 115024.

7. K. Pearson, Proc. R. Soc. Lond. 58 (347–352) (1895) 240–242.

8. C. Spearman, Am. J. Psychol. 15 (1) (1904) 72–101.

9. M. G. Kendall, Biometrika 30 (1–2) (1938) 81–93.

10. D.C. Montgomery, E.A. Peck, G.G. Vining, Introduction to Linear Regression Analysis, 6th ed. (Wiley, 2021).

11. N.R. Draper, H. Smith, Applied Regression Analysis (Wiley, 1998).

TOI-5964.01 NOMZOD EKZOSAYYORANING TESS VA MAYDANAK FOTOMETRIYASI TAHLILI

[1]Ergashev Salohiddin Shavkat o‘g‘li, [2]Burxonov Otabek Anvarjonovich, [3,2]Nurmamatov Sheroz Eraliyevich

[1]Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, kichik ilmiy xodim

[2]O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Ulug‘bek nomidagi Astronomiya instituti, fizika-matematika fanlari nomzodi

[3]Chirchiq davlat pedagogika universiteti, falsafa doktori

Annotatsiya. TOI-5964.01 tranzit sayyora nomzodi TESS teleskopining uchta sektori (S16, S56, S84; 2019–2024) va Maydanak observatoriyasi NT-0.6 m teleskopida Johnson B filtrida olingan fotometriya (2024-yil 12-sentabr) asosida tahlil qilindi. Mandel–Agol modeli va MCMC usuli yordamida 19 ta TESS tranziti va bitta Maydanak tranzitidan $R_p/R_* = 0.1194 \pm 0.0010$, $a/R_* = 9.39$ $(+0.12/-0.24)$, $b = 0.13$ $(+0.14/-0.09)$ va $T_{14} = 3.61 \pm 0.04$ soat topildi. Birlashgan efemerid $P = 3.9816423 \pm 0.0000043$ kunni berdi. Maydanak tranzit vaqti bashoratdan -0.7 ± 3.7 daqiqa farq qiladi, B filtridagi radiuslar nisbati TESS qiymati bilan mos. Sayyora radiusi 1.33 ± 0.07 R_J, muvozanat harorati ≈ 1335 K: TOI-5964.01 kengaygan issiq Yupiter nomzodidir.

Kalit so‘zlar: ekzosayyoralar, tranzit fotometriyasi, TESS, Maydanak observatoriyasi, issiq Yupiter, TOI-5964.

KIRISH

Yupiter tipidagi ekzosayyoralar – orbital davri 10 kundan qisqa gigant sayyoralar bo‘lib, birinchi kashf etilgan ekzosayyoralar sinfidir [5]; ularning ko‘pchiligi sovuq gigantlarga nisbatan kattaroq radiusga ega va bu “kengaygan radius” muammosi hanuz to‘liq hal qilinmagan. TESS missiyasi [6] minglab tranzit nomzodlarini (TOI) aniqladi. Ularni tasdiqlashda yerusti kuzatuvlari muhim: ular efemeridni yangilaydi va boshqa filtrda chuqurlikni tekshirib, soxta signal ehtimolini kamaytiradi.

TOI-5964 (TIC 200606159) – V = 13.2 kattalikdagi, 495 pk masofadagi Quyoshsimon yulduz (T_{eff} = 5771 K, R_* = 1.14 $R_\odot$, M_* = 1.03 $M_\odot$). ExoFOP ma'lumotlariga ko‘ra [8], u P ≈ 3.98 kunlik, chuqurligi ≈ 1.56 % bo‘lgan tranzit nomzodiga ega. Ishning maqsadi – TESS va Maydanak kuzatuvlari asosida nomzodning parametrlarini mustaqil aniqlash va signalning sayyoraviy tabiatini tekshirish.

KUZATUVLAR VA TAHLIL USULI

TESS. 16-sektor (2019, QLP KSPSAP_FLUX, 30 daqiqa) hamda 56- va 84-sektorlar (2022 va 2024, DET_FLUX, 200 soniya) ishlatildi. Pipeline oqimlarida tranzitlar atrofida ≈ 4 ppt “yelka” qolgani sababli har bir tranzit ±0.30 kunlik oynada 2-darajali polinom bilan alohida normallashtirildi; tahlilga 19 ta tranzit (3638 nuqta) kiritildi.

Maydanak. Kuzatuv 2024-yil 12–13-sentabr kechasi Maydanak observatoriyasining NT-0.6 m teleskopida Johnson B filtrida o‘tkazildi: 5.6 soat davomida 180 ta kadr (kadens 1.6 daqiqa, havo massasi 1.01–1.87). Differensial fotometriya AstroImageJ da bajarildi, vaqtlar BJD_{TDB} shkalasiga o‘tkazildi.

Modellashtirish. Tranzitlar kvadratik chekka qorayishli Mandel & Agol modeli [4] bilan tavsiflandi (TESS: u_1 = 0.3613, u_2 = 0.2153; B: u_1 = 0.7562, u_2 = 0.0528), chekli ekspozitsiya supersampling bilan hisobga olindi [2]. Davr BLS usuli [3] bilan topildi, parametrlar ansambl MCMC [1] yordamida baholandi. Maydanak egri chizig‘ida a/R_* va b TESS qiymatlariga qotirilib, T_c, R_p/R_* va chiziqli baseline moslandi; qizil shovqin β = 1.34 koeffitsiyenti bilan hisobga olindi [7].

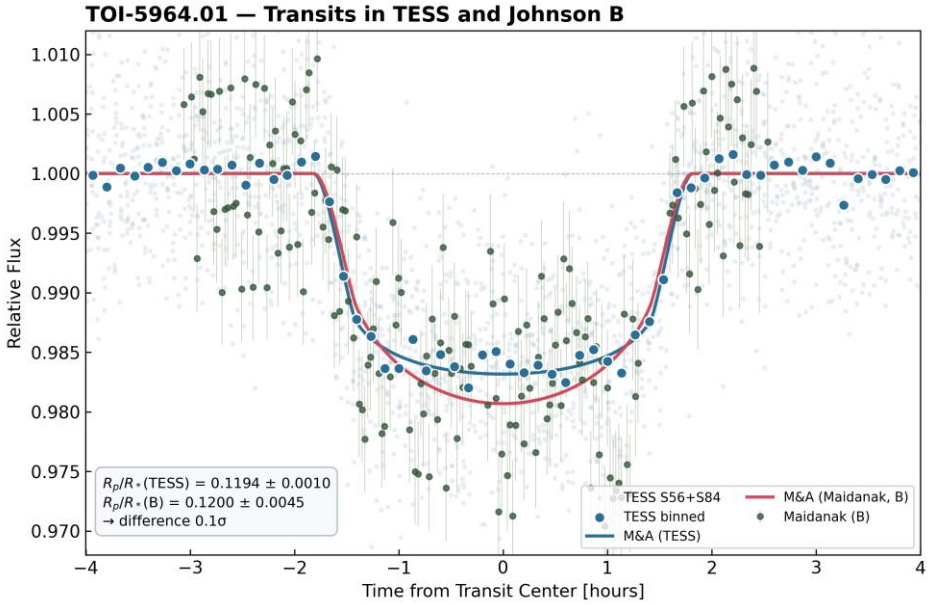
NATIJALAR VA MUHOKAMA

Uchala sektorda BLS bir xil davrni ko‘rsatdi (3.981–3.983 kun). Asosiy natijalar 1-jadvalda keltirilgan; qoldiqlar RMS qiymati 4.2–6.3 ppt bo‘lib, fotometrik xatolarga mos keladi, tranzit deyarli markaziy (b ≈ 0.13).

1-jadval. TOI-5964.01 ning asosiy parametrlari

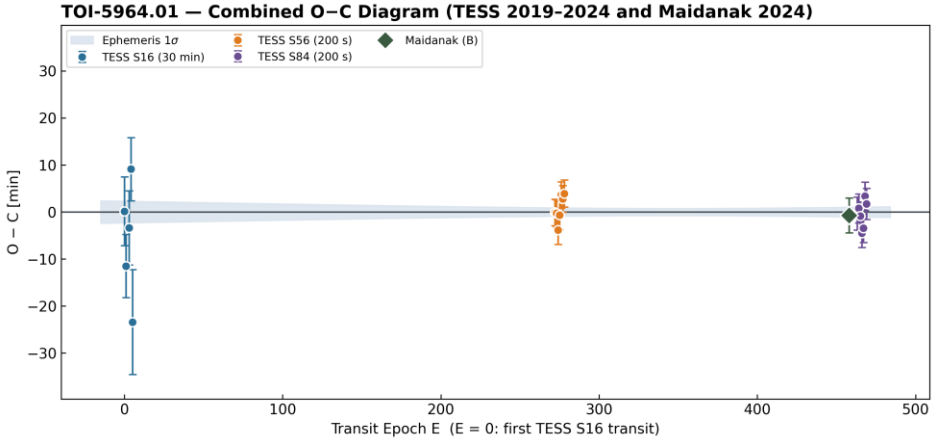
Parametr	**Qiymat**
Orbital davr P, kun	3.9816423 ± 0.0000043
Referens epoxa T_0, BJD_{TDB}	2460132.40320 ± 0.00053
R_p/R_* (TESS)	0.1194 (+0.0011/−0.0010)
R_p/R_* (Maydanak, B)	0.1200 ± 0.0045
a/R_*	9.39 (+0.12/−0.24)
Impakt parametr b	0.13 (+0.14/−0.09)
Orbita og‘ishi i, °	89.22 (+0.56/−0.88)
Tranzit davomiyligi T_{14}, soat	3.607 (+0.034/−0.032)
Yulduz zichligi ρ_*, $\rho_\odot$	0.701 (+0.027/−0.053)
Sayyora radiusi R_p, R_J	1.33 ± 0.07
Orbita radiusi a, AU	0.0497 ± 0.0021
Muvozanat harorati T_{eq} (A_B = 0), K	1335 ± 32

Maydanak tranziti to‘liq qamrab olindi (1-rasm). Tranzit markazi T_c = 2460566.40170 ± 0.00257 BJD_{TDB} (±3.7 daqiqa), bu faqat TESS efemeridi bo‘yicha bashoratdan −0.8 ± 3.9 daqiqaga farq qiladi. B filtrida chekka qorayishi kuchliroq bo‘lgani uchun markaziy chuqurlik kattaroq (19.3 va 16.8 ppt), lekin R_p/R_* TESS qiymati bilan 0.1σ darajada mos: tranzit axromatik va fondagi rangli yulduz aralashmasi belgisi yo‘q.



1-rasm. TESS (S56+S84, ko‘k) va Maydanak B filtri (yashil) tranzitlarining solishtirilishi va mos MA02 modellari.

Efemerid. 469 sikl (1867 kun) oralig‘idagi 19 ta TESS va bitta Maydanak tranzit vaqti bo‘yicha birlashgan efemerid ExoFOP davridan 1.9 marta aniqroq va u bilan 0.5σ darajada mos. O−C qoldiqlari (2-rasm) RMS = 6.6 daqiqa, χ^2_ν = 1.15 – tranzit vaqtlari o‘zgarishi (TTV) aniqlanmadi. Bitta 0.6 m teleskop tranziti TESS ning 200 soniyalik tranzitlari (2.9–3.0 daqiqa) bilan solishtirarli aniqlik berdi.



2-rasm. TESS (S16, S56, S84) va Maydanak tranzit vaqtlarining O−C diagrammasi; soyali soha – efemeridning 1σ noaniqligi.

Soxta signal tekshiruvlari. Juft va toq tranzitlar chuqurligi farqi 2.2σ, faza 0.5 da ikkilamchi tutilish aniqlanmadi (< 0.86 ppt, 3σ), tranzitdan olingan yulduz

zichligi (0.70 $\rho_\odot$) katalog qiymatiga (0.69 $\rho_\odot$) mos. Bu natijalar signalning TOI-5964 atrofidagi sayyoradan kelib chiqishini qo‘llab-quvvatlaydi.

XULOSA

TESS ning uchta sektori va Maydanak observatoriyasining B filtridagi kuzatuvi asosida TOI-5964.01 ning parametrlari aniqlandi: P = 3.9816423 ± 0.0000043 kun, R_p = 1.33 ± 0.07 R_J, $T_{eq} \approx$ 1335 K. TTV aniqlanmadi, fotometrik testlar signalning sayyoraviy tabiatiga mos keladi. TOI-5964.01 kengaygan issiq Yupiter nomzodi bo‘lib, massasini aniqlash uchun radial tezlik kuzatuvlari zarur. Ish Maydanak observatoriyasining o‘rta o‘lchamli teleskoplari TESS nomzodlarini tasdiqlashda samarali ekanini ko‘rsatadi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Goodman J., Weare J. Ensemble samplers with affine invariance // Communications in Applied Mathematics and Computational Science, Vol. 5, p. 65–80. 2010.
2. Kipping D. M. Binning is sinning: morphological light-curve distortions due to finite integration time // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 408, p. 1758–1769. 2010.
3. Kovács G., Zucker S., Mazeh T. A box-fitting algorithm in the search for periodic transits // Astronomy & Astrophysics, Vol. 391, p. 369–377. 2002.
4. Mandel K., Agol E. Analytic Light Curves for Planetary Transit Searches // The Astrophysical Journal, Vol. 580, p. L171–L175. 2002.
5. Mayor M., Queloz D. A Jupiter-mass companion to a solar-type star // Nature, Vol. 378, p. 355–359. 1995.
6. Ricker G. R., Winn J. N., Vanderspek R. va boshq. Transiting Exoplanet Survey Satellite // Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems, Vol. 1, Art. 014003. 2015.
7. Winn J. N., Holman M. J., Torres G. va boshq. The Transit Light Curve Project. IX. Evidence for a Smaller Radius of the Exoplanet XO-3b // The Astrophysical Journal, Vol. 683, p. 1076–1084. 2008.
8. ExoFOP-TESS: TIC 200606159 (TOI-5964). https://exofop.ipac.caltech.edu/tess/target.php?id=200606159

ESTIMATING THE SPIN PARAMETER OF SUPERMASSIVE BLACK HOLES IN ACTIVE GALACTIC NUCLEI FROM X-RAY REFLECTION SPECTROSCOPY

Y. Turaev[1]

1. Department of Mathematics and Natural sciences, “Cyber University” State university, Yangiobod St 42, Nurafshan 111500, Uzbekistan

E-mail: yunus.turaev.nw@gmail.com

Introduction. Supermassive black holes (SMBHs) with masses of 10^6–10^{10} $M_\odot$ are now understood to reside at the centres of essentially all massive galaxies. When such a black hole accretes gas efficiently, it powers an active galactic nucleus (AGN), and the innermost regions of the accretion flow,

extending down to a few gravitational radii $r_g = GM/c^2$, become directly sensitive to the strong-field relativistic properties of the black hole. By the no-hair theorem, an uncharged astrophysical black hole is fully described by only two parameters: its mass M and its dimensionless spin parameter $a_* = Jc/(GM^2)$, $-1 \leq a_* \leq 1$. While SMBH masses can be measured by several independent techniques, spin is far more elusive. It can only be inferred by modelling radiation emitted from close to the black hole (thermal continuum fitting, X-ray reflection features, X-ray reverberation). For AGN, relativistic X-ray reflection spectroscopy is currently the only method capable of measuring SMBH spin directly [3, 6].

Spin is of considerable astrophysical importance for several reasons. First, the radiative efficiency of a geometrically thin, optically thick accretion disc is a monotonically increasing function of spin. Because SMBH growth over cosmic time is dominated by gas accretion, the spin distribution encodes the growth history of the population: prolonged coherent accretion spins black holes up, whereas chaotic accretion and mergers with randomly oriented discs spin them down [7]. Second, spin is a necessary ingredient for launching relativistic jets via the Blandford–Znajek mechanism, so spin measurements help explain why only a minority of AGN are powerful radio sources. Third, the location of the ISCO sets the inner edge of the disc and thus directly shapes the observed reflection spectrum. In this work we summarise the relativistic formalism of spin measurements, compile literature spin estimates for nine bright Seyfert galaxies, and illustrate the spin dependence of the Fe Kα line profile with simplified simulations.

Innermost stable circular orbit and radiative efficiency. Circular equatorial orbits around a Kerr black hole become unstable inside a critical radius, the innermost stable circular orbit (ISCO), $r_{isco}(a_*)$. Following Bardeen, Press & Teukolsky [1], it is given (in units of r_g) by

$$Z_1 = 1 + (1 - a_*^2)^{\frac{1}{3}}\left[(1 + a_*)^{\frac{1}{3}} + (1 - a_*)^{\frac{1}{3}}\right] \quad (1)$$

$$Z_2 = (3a_*^2 + Z_1^2)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$r_{isco} = 3 + Z_2 \mp [(3 - Z_1)(3 + Z_1 + 2Z_2)]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

where the upper sign applies to prograde ($a_* > 0$) and the lower sign to retrograde ($a_* < 0$) orbits. Equation (3) gives $r_{isco} = 6r_g$ for a Schwarzschild hole ($a_* = 0$), decreases to $1r_g$ as $a_* \to 1$, and increases to $9r_g$ as $a_* \to -1$ (Fig. 1). Since a standard thin disc is assumed to terminate at the ISCO, r_{isco} sets the inner boundary of the reflecting material and is the key quantity linking the observed spectrum to a_*.

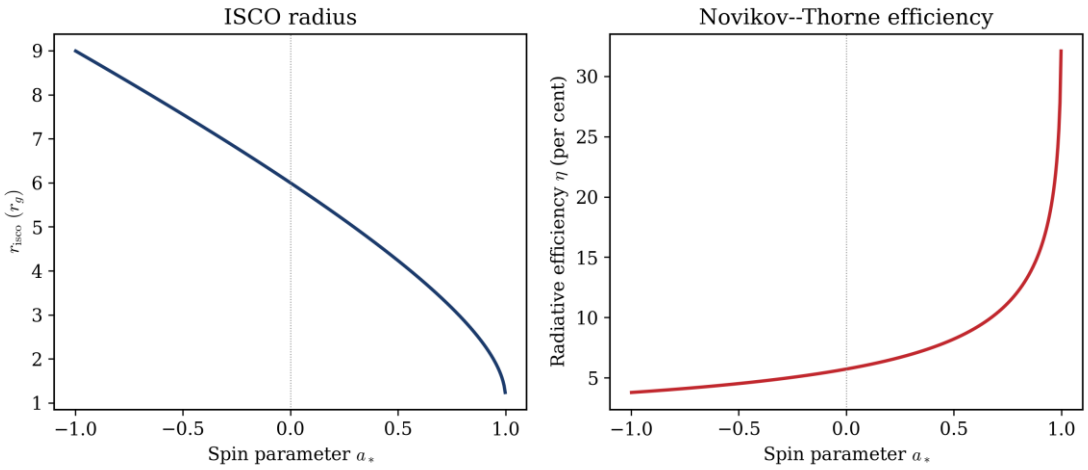


Figure 1. Left: ISCO radius as a function of spin parameter (equation 3). Right: Novikov–Thorne radiative efficiency (equation 5).

The specific energy of a particle on a circular orbit [1, 2],

$$E(r, a_*) = \frac{r^{\frac{3}{2}} - 2r^{\frac{1}{2}} + a_*}{r^{\frac{3}{4}}\left(r^{\frac{3}{2}} - 3r^{\frac{1}{2}} + 2a_*\right)^{\frac{1}{2}}} \quad (4)$$

is evaluated at $r = r_{isco}(a_*)$, and the Novikov–Thorne radiative efficiency, i.e. the fraction of rest-mass energy radiated away as matter accretes down to the ISCO,
is

$$\eta(a_*) = 1 - E_{isco}(a_*) \quad (5)$$

The efficiency rises monotonically from $\eta \approx 5.7\,\%$ at $a_* = 0$ to $\eta \approx 32\,\%$ at $a_* = 0.998$ (the Thorne limit).

Relativistic disc reflection spectroscopy. When the hot X-ray corona illuminates the surface of the accretion disc, part of the incident radiation is reprocessed, producing a fluorescent Fe Kα line at rest-frame energies from 6.4 keV (neutral iron) to 6.97 keV (hydrogen-like iron), together with a Compton hump peaking near 20–30 keV. Because this emission originates within a few to a few tens of r_g of the black hole, the line profile is shaped by three relativistic effects: Doppler boosting due to the high orbital velocities of the disc ($v/c \sim 0.3 - 0.5$), gravitational redshift, and light bending [3, 4]. For a disc viewed at inclination i, the energy shift factor $g \equiv E_{obs}/E_{em}$ of a photon emitted from a ring at radius r and azimuth φ is, in the Schwarzschild approximation [3],

$$g(r, \varphi, i) = \frac{\left(1 - \frac{3}{r}\right)^{\frac{1}{2}}}{1 + r^{-\frac{1}{2}} sin\, i sin\, \varphi} \quad (6)$$

The observed line flux is obtained by integrating the disc emissivity $\varepsilon(r) \propto r^{-q}$ ($q \approx 3$ for a centrally illuminated standard disc, $q > 3$ for strong light bending), weighted by the Doppler boosting factor g^3, over r and φ:

$$F(E_{obs}) \propto \int_{r_{in}}^{r_{out}} \int_0^{2\pi} r^{-q} g^3 \delta(E_{obs} - gE_0) r dr d\varphi, \quad (7)$$

where $E_0 = 6.4$ keV is the rest-frame line energy and $r_{in} = r_{isco}(a_*)$. For $r < 3r_g$ equation (6) is undefined, so accurate profiles require full Kerr ray-tracing (relline/relxill) [4]. The key spin diagnostic is the extent of the red wing of the Fe Kα line: the smaller the ISCO, the stronger the gravitational redshift and the longer the red wing. In practice, a_* is determined by jointly fitting the line and the reflection continuum with self-consistent models such as relxill, in which the inclination i, ionisation parameter ξ, iron abundance A_{Fe}, photon index Γ and q are also free parameters [5]. Literature spin measurements for nine bright Seyfert galaxies obtained from relativistic reflection spectroscopy are listed in Table 1. The sample spans $a_* \approx 0.5$ to $a_* \approx 0.98$, with six of the nine objects having $a_* \gtrsim 0.9$. The table is a literature compilation rather than a new set of fits.

Table 1. AGN spin estimates from X-ray reflection spectroscopy

Object	a_*	**Reference**
MCG–06–30–15	$0.98^{+0.01}_{-0.02}$	Brenneman & Reynolds (2006)
NGC 1365	$0.97^{+0.01}_{-0.04}$	Risaliti et al. (2013)
NGC 3783	$0.98^{+0.02}_{-0.03}$	Brenneman et al. (2011)
1H 0707–495	$0.98^{+0.02}_{-0.03}$	Fabian et al. (2009)
Ark 120	$0.94^{+0.05}_{-0.06}$	Nardini et al. (2011)
Mrk 335	$0.90^{+0.08}_{-0.15}$	Walton et al. (2013)
NGC 7469	$0.69^{+0.14}_{-0.15}$	Patrick et al. (2011)
Fairall 9	$0.52^{+0.16}_{-0.16}$	Schmoll et al. (2009)
Swift J2127.4+5654	$0.58^{+0.11}_{-0.17}$	Marinucci et al. (2014)

Simulations of spin-dependent line profiles. To illustrate the effect of spin on the Fe Kα profile, simplified simulations were performed for $a_* = 0, 0.5, 0.9, 0.998$ using equations (3) and (6), with $i = 40°$, $q = 3$ and $r_{out} = 400r_g$ (Fig. 2). The integral (7) was evaluated on an r, φ grid by binning the $r^{-q}g^3$ weights into energy channels; the spectrum was then smoothed with a Gaussian kernel and normalised to its maximum. In the region $r < 3r_g$ the gravitational term was floored at a small positive value, so the results are qualitative only.

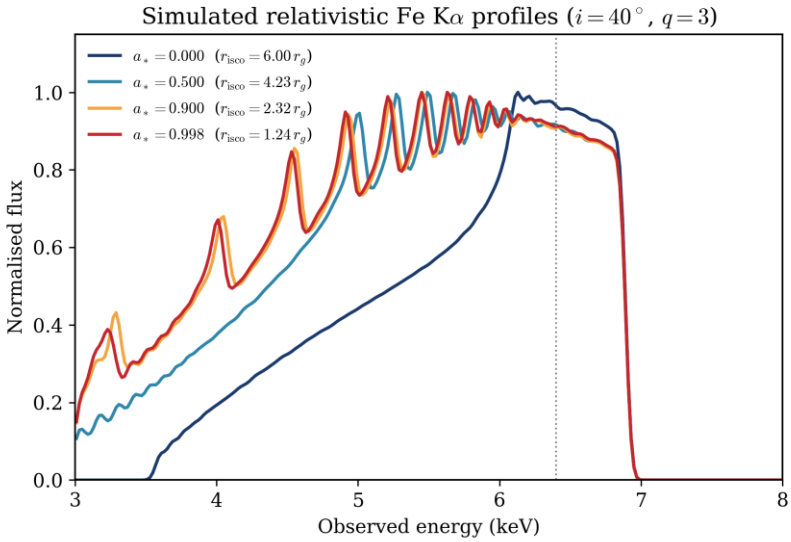


Figure 2. Relativistically broadened Fe Kα line profiles for different spin values ($i = 40°$, $q = 3$). The dotted line marks the rest-frame energy of neutral Fe Kα (6.4 keV).

As a_* increases, the ISCO moves inward, the profile broadens and the red wing extends to lower energies: for $a_* = 0$ the line begins at about 3.5 keV, whereas for $a_* \geq 0.9$ it extends below 3 keV. The blue peak, produced by the approaching side of the disc, remains nearly unchanged (≈6.9 keV) in all cases. Importantly, the difference between the $a_* = 0.9$ and $a_* = 0.998$ profiles is much smaller than that between $a_* = 0$ and $a_* = 0.5$: because $r_{isco}(a_*)$ becomes strongly compressed as $a_* \to 1$, spins $a_* \gtrsim 0.95$ are almost indistinguishable at typical CCD spectral resolution. This is known as the high-spin degeneracy.

Systematic uncertainties. Reflection-based spin measurements are affected by several systematic factors: (i) inaccurate modelling of the coronal continuum imprints spurious curvature on the line shape; (ii) the emissivity index q depends on the coronal height and geometry and is partly degenerate with a_* and i; (iii) the blue-wing extent depends on both a_* and i, producing an inclination–spin degeneracy; (iv) if the disc is truncated outside the ISCO ($r_{in} > r_{isco}$), the spin is underestimated; (v) in sources such as NGC 1365, complex absorption can mimic reflection signatures [6].

Conclusions. X-ray reflection spectroscopy remains the principal method for directly estimating SMBH spin in AGN. Increasing spin shrinks the ISCO radius, raises the radiative efficiency from 5.7 % to 32 %, and extends the red wing of the Fe Kα line. In the compiled sample, six objects have $a_* \gtrsim 0.9$, consistent with a scenario of prolonged coherent accretion [7], although selection effects in flux-limited samples must also be taken into account. XRISM and the planned Athena and HEX-P missions are expected to reduce the uncertainties on a_* and to better break the spin–inclination–emissivity degeneracies.

References

1. Bardeen J. M., Press W. H., Teukolsky S. A. // ApJ. 1972. Vol. 178. P. 347.

2. Novikov I. D., Thorne K. S. // Black Holes / Ed. C. DeWitt, B. DeWitt. New York: Gordon & Breach, 1973. P. 343.
3. Fabian A. C., Rees M. J., Stella L., White N. E. // MNRAS. 1989. Vol. 238. P. 729.
4. Dauser T., Wilms J., Reynolds C. S., Brenneman L. W. // MNRAS. 2010. Vol. 409. P. 1534.
5. García J. et al. // ApJ. 2014. Vol. 782. P. 76.
6. Reynolds C. S. // ARA&A. 2021. Vol. 59. P. 117.
7. King A. R., Pringle J. E. // MNRAS. 2008. Vol. 385. P. 1621.

AZO YUPQA PLYONKALARIDA OPTIK O‘TISHLAR VA DEFEKTLI FOTOLYUMINESSENSIYANING FIZIK TABIATI

Xidirov Dadaxon Sherqo‘ziyevich
Farg‘ona davlat texnika universiteti, assistent
Email: dadaxonx89@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada Al bilan legirlangan ZnO (AZO) yupqa plyonkalarida optik yutilish, taqiqlangan zona kengligi va fotolyuminessensiya jarayonlarining fizik tabiati tahlil qilinadi. AZO ning optik javobi elektron tuzilish, tashuvchilar konsentratsiyasi, kristall panjara holati va defekt markazlari bilan uzviy bog‘liq. Tauc munosabati asosida optik taqiqlangan zona kengligini aniqlashning fizik mazmuni, Al donorligi natijasida tashuvchilar konsentratsiyasi oshganda yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan Burshteyn–Moss siljishi hamda strukturaviy tartibsizlikning optik chekkaga ta’siri muhokama qilinadi. Fotolyuminessensiya spektridagi yuqori energiyali UV komponent va ko‘rinadigan sohadagi keng emissiya turli rekombinatsiya kanallari bilan bog‘lanadi. Kislorod vakansiyalari, rux bilan bog‘liq nuqsonlar va Al bilan bog‘liq lokal holatlar ehtimoliy markazlar sifatida ko‘riladi, biroq bitta spektral maksimumni yagona defekt bilan tenglashtirishdan saqlanish zarurligi asoslanadi. Shisha va p-Si tagliklarda interfeysning qo‘shimcha rekombinatsiya kanallari hosil qilishi mumkinligi ham tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: AZO, ZnO:Al, optik yutilish, Tauc, taqiqlangan zona, Burshteyn–Moss effekti, fotolyuminessensiya, UV emissiya, defekt, kislorod vakansiyasi, rekombinatsiya.

AZO yupqa plyonkalari shaffof o‘tkazuvchi oksidlar sinfiga kirib, elektr o‘tkazuvchanlik va optik shaffoflikni birlashtiradi. Shu sababli ularning optik xossalarini tushunish materialning faqat estetik shaffofligini emas, balki elektron tuzilishi va qurilma ishlash mexanizmini aniqlash uchun ham muhim. UV–Vis va fotolyuminessensiya o‘lchovlari AZO dagi optik o‘tishlar hamda radiatsion rekombinatsiya jarayonlarini tahlil qilish imkonini beradi [1–4].

AZO plyonkalari uchun UV–Vis, Tauc va PL tadqiqotlari alohida yo‘nalish sifatida keltirilgan. Plyonkaning optik xossalari Al miqdori, kristallanish, defektlar va taglik bilan bog‘liq fizik omillar bilan birgalikda qaraladi. Ushbu

maqolaning asosiy maqsadi spektral hodisalarni metodik sanab o‘tish emas, balki ularning materialdagi elektron jarayonlar bilan fizik bog‘lanishini ochib berishdir.

Yorug‘lik fotoni yarimo‘tkazgichga tushganda uning energiyasi elektronning boshlang‘ich holatdan yuqori energiyali holatga o‘tishiga sarflanishi mumkin. To‘g‘ridan-to‘g‘ri optik o‘tishlarda foton energiyasi elektron va kovak juftligini hosil qilish uchun yetarli bo‘lishi kerak. Yutilish koeffitsiyenti α materialdagi foton oqimining susayish darajasini ifodalaydi.

Plyonka qalinligi d va absorbans A uchun:

$$\alpha = \frac{2.303A}{d}, \qquad A = -log_{10}(T) \qquad (1)$$

munosabatidan foydalanish mumkin. Bu yerda T – optik o‘tkazuvchanlik. α ning spektral o‘zgarishi elektron holatlar zichligi va optik o‘tish ehtimoli haqida ma’lumot beradi.

To‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘tish uchun Tauc ifodasi:

$$(\alpha h\nu)^2 = A_0\left(h\nu - E_g\right) \qquad (2)$$

ko‘rinishga ega. Demak, $(\alpha h\nu)^2$ ning $h\nu$ ga bog‘liqligidagi chiziqli sohaning o‘q bilan kesishishi optik taqiqlangan zona kengligini baholash imkonini beradi. E_g ni fizik parametr sifatida talqin qilishda uning “optik” kattalik ekanini unutmaslik kerak: u real kristallning barcha lokal defekt holatlarini to‘liq aks ettirmasligi mumkin.

Al ning ZnO panjarasiga donor sifatida kiritilishi erkin elektronlar konsentratsiyasini oshirishi mumkin. Tashuvchilar konsentratsiyasi yuqori bo‘lganda o‘tkazuvchanlik zonasining past energiyali holatlari elektronlar tomonidan band qilinadi. Optik o‘tish sodir bo‘lishi uchun elektron yuqoriroq bo‘sh holatga o‘tishi kerak bo‘lgani sababli kuzatiladigan optik chekka yuqori energiya tomonga siljishi mumkin. Bu hodisa Burshteyn–Moss siljishi sifatida ma’lum.

Biroq AZO da optik chekka siljishining yagona sababi donor elektronlar emas. Al kiritilishi panjara deformatsiyasini, lokal potensial fluktuatsiyalarni va defekt holatlarini o‘zgartirishi mumkin. Shu sababli E_g ning o‘zgarishini elektr o‘lchovlarda aniqlangan $n\ va\ \mu$ bilan birga tahlil qilish muhim.

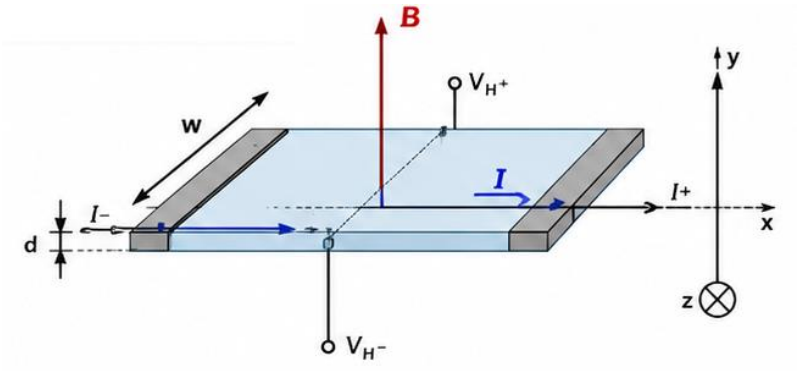
Agar n ortishi bilan E_g yuqori energiyaga siljisa, bu Burshteyn–Moss mexanizmini qo‘llab-quvvatlaydi. Agar strukturaviy o‘zgarishlar ham sezilarli bo‘lsa, panjara deformatsiyasi va lokal elektron holatlarining hissasini ham hisobga olish kerak. Demak, optik chekka – elektron va strukturaviy omillarning umumiy natijasidir.

Fotolyuminessensiya jarayonida tashqi qo‘zg‘atuvchi nurlanish elektronlarni yuqori energiyali holatlarga olib chiqadi. Elektronlar va kovaklar relaksatsiyadan so‘ng radiatsion yoki noradiatsion rekombinatsiyaga kirishadi. Radiatsion rekombinatsiyada foton chiqariladi va uning energiyasi rekombinatsiyada ishtirok etgan elektron holatlari haqida ma’lumot beradi.

AZO ning UV sohasidagi emissiyasi yuqori energiyali zonalararo yoki eksiton tabiatli rekombinatsiya bilan bog‘lanishi mumkin. ZnO ning katta eksiton

bog‘lanish energiyasi sababli xona temperaturasida ham eksiton jarayonlari muhim bo‘lishi mumkin [1]. Shu bilan birga, ko‘rinadigan sohadagi keng PL polosalar lokal defekt holatlari orqali rekombinatsiyani ko‘rsatishi mumkin.

Defekt markazi orqali rekombinatsiyaning soddalashtirilgan energetik sxemasida elektron avval defekt sathiga tushib, keyin kovak bilan rekombinatsiyalanishi yoki aksincha jarayon sodir bo‘lishi mumkin. Bunday emissiya foton energiyasini zonalararo rekombinatsiyaga nisbatan kamaytiradi. Natijada ko‘rinadigan sohada keng va nisbatan past energiyali PL komponenti paydo bo‘lishi mumkin.



1-rasm. Yarimo‘tkazgichdagi zaryad tashuvchilarning rekombinatsiyasi va PL signalining fizik talqini uchun prinsipial sxema.

ZnO asosidagi materiallarda kislorod vakansiyalari uzoq vaqt davomida ko‘rinadigan PL komponentlarini izohlashda muhim ehtimoliy markazlardan biri sifatida ko‘rib kelinadi. Biroq defekt fizikasi murakkab bo‘lgani sababli faqat PL maksimumining energiyasiga qarab konkret nuqsonni qat’iy aniqlash mumkin emas. Bir nechta nuqsonlarning energetik sathlari yaqin bo‘lishi va ularning emissiyalari ustma-ust tushishi mumkin.

AZO da Al bilan bog‘liq lokal komplekslar, rux vakansiyalari, kislorod bilan bog‘liq holatlar va donalararo chegaralar ham rekombinatsiya kanallarini o‘zgartirishi mumkin. Shuning uchun PL intensivligining kamayishi yoki ortishi nuqson konsentratsiyasining to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘zgarishini anglatmaydi; u radiatsion va noradiatsion rekombinatsiya tezliklarining nisbati bilan ham belgilanadi.

Umumiy holda PL intensivligini radiatsion rekombinatsiya tezligi R_r va noradiatsion rekombinatsiya tezligi R_{nr} bilan bog‘lash mumkin:

$$\eta_{PL} = \frac{R_r}{R_r + R_{nr}} \quad (3)$$

Bu yerda η_{PL} – nurlanishning samarali kvant chiqishi. Agar defektlar noradiatsion markaz sifatida ishlasa, R_{nr} ortadi va PL susayadi. Aksincha, ayrim lokal holatlar radiatsion rekombinatsiya kanali bo‘lib, ma’lum sharoitda ko‘rinadigan emissiyani kuchaytirishi mumkin.

Kristall tuzilish PL jarayoniga ikki yo‘l bilan ta’sir qiladi. Birinchidan, kristall sifat yaxshilanganda elektron va kovaklarning kristall panjaradagi harakati va radiatsion rekombinatsiya ehtimoli o‘zgaradi. Ikkinchidan, donalararo

chegaralar va strukturaviy nuqsonlar lokal tutib qolish markazlarini hosil qilishi mumkin.

300 °C da 2 soatlik termik ishlov kristallanishni yaxshilash va ichki defektlarni kamaytirish bilan bog‘langan. Agar termik ishlov noradiatsion markazlarni kamaytirsa, UV PL komponentining nisbiy hissasi ortishi mumkin. Biroq bu xulosani faqat PL spektri bilan emas, XRD va morfologik ma’lumotlar bilan tasdiqlash kerak.

Demak, PL spektridagi o‘zgarishning fizik sababi “defektlar kamaydi” degan bitta jumla bilan chegaralanmaydi. Radiatsion markazlar, noradiatsion markazlar, tashuvchilarning diffuziyasi va donalararo chegaralar birgalikda umumiy spektrni shakllantiradi.

AZO/p-Si geterostrukturasida optik qo‘zg‘alishdan keyin hosil bo‘lgan tashuvchilar nafaqat AZO hajmida, balki interfeys yaqinida ham rekombinatsiyalanishi mumkin. Interfeys holatlari elektron va kovaklarni tutib qolsa, ularning rekombinatsiya yo‘li o‘zgaradi. Shu sababli p-Si asosidagi PL spektrini shisha taglikdagi AZO spektri bilan solishtirish interfeys ta’sirini aniqlash uchun muhim.

Interfeysdagi zaryad holatlari mahalliy elektr maydon hosil qilishi mumkin. Bu maydon tashuvchilarning fazoviy taqsimotini o‘zgartiradi va rekombinatsiya ehtimoliga ta’sir qiladi. Agar interfeys noradiatsion markazlarga boy bo‘lsa, PL intensivligi kamayishi mumkin; agar lokal holatlar radiatsion rekombinatsiyaga xizmat qilsa, ayrim spektral komponentlar kuchayishi mumkin.

AZO/p-Si geterostrukturasida interfeys holatlari, kislorod vakansiyalari va zaryad tashuvchilarning tutib qolinish jarayonlari PL bilan bir qatorda VAX va C–V xossalariga ham ta’sir qilishi qayd etilgan. Bu holat optik va elektr natijalarni yagona interfeys modeli doirasida tahlil qilish uchun fizik asos yaratadi.

AZO ning elektr o‘tkazuvchanligi:

$$\sigma = ne\mu \quad (4)$$

bilan ifodalanadi. Optik javob esa elektronlarning bandlanishi va foton bilan o‘zaro ta’siriga bog‘liq. Shu sababli Al miqdori oshganda n ning o‘zgarishi bir vaqtning o‘zida ham elektr, ham optik xossalarga ta’sir qilishi mumkin.

Masalan, n ortishi elektr o‘tkazuvchanlikni oshirishi mumkin, lekin ionlashgan donorlar ko‘payishi μ ni kamaytirishi ehtimol. Optik tomondan esa yuqori n Burshteyn–Moss siljishini keltirib chiqarishi mumkin. Shu bilan birga, ortiqcha Al strukturaviy nuqsonlarni kuchaytirsa, PL da defekt komponentlari va noradiatsion rekombinatsiya ehtimoli o‘zgaradi.

Shu sababli AZO ning “optimal” holati faqat yuqori o‘tkazuvchanlik yoki faqat yuqori shaffoflik bilan belgilanmaydi. Elektr, optik va rekombinatsion xossalar o‘rtasidagi muvozanat materialning amaliy sifatini belgilaydi.

XULOSA

AZO yupqa plyonkalarida optik yutilish va fotolyuminessensiyaning fizik tabiati elektron tuzilish, tashuvchilar konsentratsiyasi, kristallanish va defekt holatlarining o‘zaro ta’siri orqali tahlil qilindi. Tauc munosabati yordamida optik

taqiqlangan zona kengligini baholash mumkin, biroq uning o‘zgarishini Al donorligi, Burshteyn–Moss siljishi va strukturaviy omillar bilan birgalikda talqin qilish zarur.

PL spektridagi UV komponent yuqori energiyali rekombinatsiya jarayonlari, ko‘rinadigan keng komponent esa defekt orqali rekombinatsiya bilan bog‘lanishi mumkin. Kislorod vakansiyalari va boshqa nuqsonlar ehtimoliy markazlar bo‘lsa-da, bitta spektral maksimum asosida konkret defektni qat’iy identifikatsiya qilish ilmiy jihatdan yetarli emas.

p-Si taglikda interfeys holatlari qo‘shimcha rekombinatsiya va zaryad tutib qolish kanallarini yuzaga keltirishi mumkin. Shuning uchun UV–Vis va PL natijalarini XRD, EDX va elektr transport ma’lumotlari bilan birgalikda tahlil qilish AZO materialining tarkib–tuzilish–elektron holat–optik javob bog‘lanishini chuqurroq ochib beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Özgür Ü., Alivov Ya.I., Liu C. et al. A comprehensive review of ZnO materials and devices. Journal of Applied Physics, 2005, 98, 041301.

2. Ellmer K. Past achievements and future challenges in the development of optically transparent electrodes. Nature Photonics, 2012, 6, 809–817.

3. Minami T. Transparent conducting oxide semiconductors for transparent electrodes. Semiconductor Science and Technology, 2005, 20, S35–S44.

4. Tauc J., Grigorovici R., Vancu A. Optical properties and electronic structure of amorphous germanium. Physica Status Solidi (b), 1966, 15, 627–637.

5. Schroder D.K. Semiconductor Material and Device Characterization. 3rd ed. Wiley, 2006.

6. Sze S.M., Ng K.K. Physics of Semiconductor Devices. 3rd ed. Wiley, 2006.

7. II BOB. Shisha va Si tagliklarda AZO yupqa plyonkalarni sintez qilish texnologiyasi va kompleks tadqiq etish metodikasi.

40 ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ.

Хайдаров. Б. А.
Преподаватель
Национальный педагогический университет Узбекистана имени Низами.
Сайдахметова Ясмина
Студентка 3 курса
Казахский национальный женский педагогический университет
г. Алматы, Казахстан

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию физических механизмов парникового эффекта и его связи с тепловым балансом атмосферы Земли. В статье рассматривается взаимодействие коротковолнового солнечного и длинноволнового инфракрасного

излучения с веществом, а также роль теплового излучения в формировании температурного режима. Теоретическая часть исследования основана на законе Стефана–Больцмана и законе смещения Вина. В качестве экспериментальной модели предложено использование солнечного коллектора, позволяющего исследовать преобразование энергии излучения в тепловую энергию и изменение температуры в замкнутой камере. Для регистрации температурных изменений используется измерительная система Cobra4. Рассмотрены конструкция экспериментальной установки, последовательность проведения измерений и влияние прозрачного покрытия на процесс нагревания. Полученные результаты позволяют использовать модель солнечного коллектора для наглядного изучения теплового излучения и отдельных физических механизмов парникового эффекта в лабораторных условиях.

Ключевые слова: парниковый эффект, атмосфера Земли, тепловое излучение, инфракрасное излучение, солнечный коллектор, закон Стефана–Больцмана, закон смещения Вина, тепловой баланс, Cobra4.

Анализ литературы. Теоретические и экспериментальные вопросы изучения теплового состояния атмосферы, парникового эффекта и преобразования солнечной энергии рассматриваются в научной и учебной литературе с различных физических и прикладных позиций.

Л. Т. Матвеев в работе «Курс общей метеорологии. Физика атмосферы» рассматривает основные физические процессы, протекающие в атмосфере Земли, включая радиационный и тепловой баланс, процессы теплообмена и закономерности переноса энергии в атмосфере [1]. Данная работа формирует теоретическую основу для понимания теплового состояния атмосферы и физических процессов, связанных с её энергетическим балансом.

Ж. Фурье в работе «Записка о температурах земного шара и планетарных пространств» рассматривает вопросы теплового состояния Земли и роль атмосферной оболочки в сохранении тепла у поверхности планеты [2]. Представленные положения имеют фундаментальное значение для понимания исторического формирования научных представлений о парниковом эффекте и тепловом балансе Земли.

Н. В. Харченко исследует конструктивные особенности и принципы работы индивидуальных солнечных установок, а также вопросы использования солнечной энергии для получения тепла [3]. Рассмотренные в работе физические и технические принципы позволяют использовать солнечный коллектор в качестве экспериментальной модели для изучения процессов поглощения солнечного излучения и преобразования его энергии в тепловую.

Экспериментальные аспекты исследования парникового эффекта представлены в лабораторном руководстве PHYWE Systeme GmbH & Co. KG «Greenhouse effect and solar energy with Cobra4». В данном источнике

описывается экспериментальная установка на основе солнечного коллектора и измерительной системы Cobra4, позволяющая исследовать процессы поглощения солнечного излучения, нагревания и изменения температуры в экспериментальной камере [4]. Данный источник является непосредственной методической основой для организации экспериментальной части настоящего исследования.

Национальный институт стандартов и технологий США (NIST) представляет международно рекомендованные значения фундаментальных физических постоянных, используемых при проведении физических расчётов [5]. Использование стандартизированных значений физических постоянных, в частности постоянной Стефана–Больцмана, позволяет обеспечить корректность теоретического описания процессов теплового излучения.

Анализ рассмотренных источников показывает, что физические основы теплового баланса атмосферы, историческое формирование представлений о парниковом эффекте, принципы преобразования солнечной энергии и экспериментальные методы исследования тепловых процессов достаточно широко представлены в научной литературе. Вместе с тем требует дальнейшего рассмотрения комплексное объединение теоретических закономерностей теплового излучения с экспериментальным моделированием парникового эффекта на основе солнечного коллектора и системы измерения Cobra4. Это определяет необходимость проведения лабораторного исследования, направленного на изучение динамики изменения температуры и влияния прозрачного покрытия на накопление тепловой энергии в экспериментальной системе.

Введение. Изучение теплового состояния атмосферы Земли является одним из актуальных направлений современной физики атмосферы и экологических исследований. Одним из основных процессов, влияющих на энергетический баланс планеты, является естественный парниковый эффект.

Парниковый эффект связан с особенностями взаимодействия электромагнитного излучения с атмосферой. Атмосфера относительно хорошо пропускает значительную часть поступающего коротковолнового солнечного излучения, тогда как длинноволновое инфракрасное излучение, испускаемое нагретой поверхностью Земли, поглощается определёнными атмосферными компонентами и переизлучается.

Понимание данного механизма позволяет изучать закономерности взаимодействия вещества с электромагнитным излучением, а также физические процессы, определяющие тепловой баланс Земли.

Для экспериментального изучения отдельных механизмов парникового эффекта может использоваться модель солнечного коллектора. Такая модель позволяет наблюдать процесс поглощения излучения,

преобразования его энергии в тепловую энергию и изменения температуры внутри экспериментальной системы.

Физическое описание теплового излучения основывается, в частности, на законе Стефана–Больцмана и законе смещения Вина. Солнечное излучение преимущественно относится к коротковолновой области спектра, тогда как тепловое излучение поверхности Земли имеет максимум в инфракрасной области.

1. Теоретические основы парникового эффекта

Научное изучение роли атмосферы в тепловом балансе Земли имеет длительную историю. В 1824 году французский учёный Жозеф Фурье сформулировал представления о влиянии атмосферы на температурный режим Земли, сравнивая её действие с нагреванием воздуха под стеклом [2].

В дальнейшем исследования теплового излучения и его взаимодействия с различными веществами позволили сформировать современное физическое представление о парниковом эффекте. В XIX веке Джон Тиндаль экспериментально исследовал способность водяного пара и некоторых газов поглощать тепловое излучение. В конце XIX века Сванте Аррениус рассмотрел влияние изменения концентрации углекислого газа на температурный режим Земли.

Физическая сущность парникового эффекта связана с различием спектральных характеристик солнечного и земного излучения. Солнечное излучение поступает к поверхности Земли преимущественно в коротковолновом диапазоне. Нагретая поверхность Земли, в свою очередь, испускает преимущественно длинноволновое инфракрасное излучение.

Согласно закону Стефана–Больцмана, энергетическая светимость абсолютно чёрного тела определяется выражением:

$$E = \sigma T^4,$$

где E – энергетическая светимость тела, Вт/м²;

σ – постоянная Стефана–Больцмана;

T – абсолютная температура тела, К.

Закон смещения Вина определяет положение максимума спектральной плотности теплового излучения:

$$\lambda_{max} = b/T,$$

где λ_{max} – длина волны, соответствующая максимуму излучения;

b – постоянная смещения Вина;

T – абсолютная температура тела.

Таким образом, температура тела определяет как интенсивность его теплового излучения, так и положение максимума спектра. Для поверхности Земли максимум теплового излучения находится в инфракрасной области спектра, что имеет принципиальное значение для взаимодействия земного излучения с атмосферой.



Рисунок 1 – Физический механизм парникового эффекта в атмосфере.

2. Солнечный коллектор как экспериментальная модель

Солнечные коллекторы представляют собой технические устройства, предназначенные для поглощения солнечного излучения и преобразования его энергии в тепловую энергию [3]. В зависимости от конструкции выделяют плоские, вакуумные и концентрационные солнечные коллекторы. Для лабораторного исследования парникового эффекта удобной моделью является плоский солнечный коллектор.

Плоский коллектор включает поглощающую поверхность – абсорбер – и прозрачное защитное покрытие. При воздействии источника излучения абсорбер нагревается и преобразует энергию электромагнитного излучения в тепловую энергию.

Использование прозрачного покрытия позволяет исследовать изменение температурного режима внутри экспериментальной системы. Такая конструкция создаёт возможность наглядно продемонстрировать отдельные физические процессы, связанные с поглощением излучения и накоплением тепловой энергии.



Рисунок 2 – Солнечный коллектор.

Использование солнечного коллектора в составе экспериментальной установки PHYWE позволяет исследовать тепловые процессы в контролируемых лабораторных условиях. Измерительная система Cobra4 обеспечивает регистрацию изменения температуры во времени [4].

3. Экспериментальная установка. Экспериментальная установка включает следующие основные элементы:

1 – солнечный коллектор;

2 – датчики температуры Cobra4;

3 – симулятор солнечного излучения;

4 – блок питания;

5 – компьютерный интерфейс.

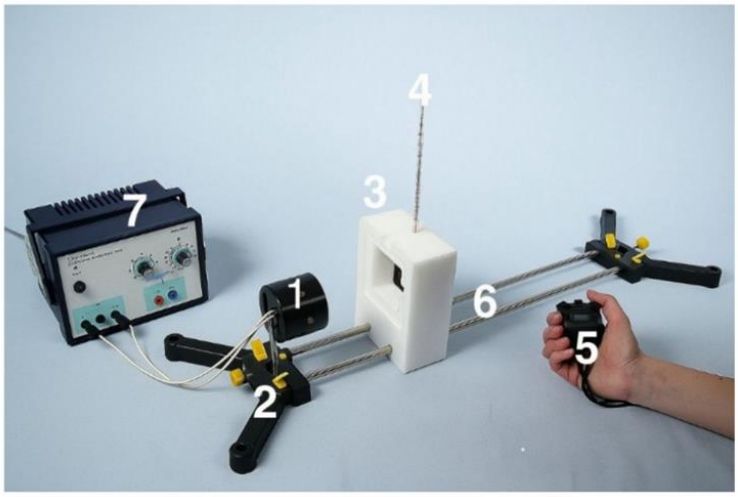


Рисунок 3 – Структура экспериментальной установки.

Принцип работы установки заключается в следующем. Световой поток от источника излучения направляется на рабочую поверхность солнечного коллектора. Поглощающая поверхность коллектора нагревается и преобразует энергию излучения в тепловую энергию.

В процессе нагревания внутренняя поверхность системы испускает тепловое инфракрасное излучение. Прозрачное покрытие изменяет условия теплообмена между внутренним объёмом камеры и окружающей средой, вследствие чего температурная динамика системы отличается от случая без покрытия. Для регистрации температурных изменений используются датчики системы Cobra4. Полученные данные могут передаваться на компьютерный интерфейс для последующего анализа.

4. Методика проведения эксперимента. Эксперимент проводился в несколько последовательных этапов.

1. Подготовка установки.

Экспериментальная установка подготавливалась к работе, после чего включался источник излучения и устанавливалась необходимая мощность.

2. Подключение измерительной системы.

Температурные датчики подключались к измерительному комплексу Cobra4.

3. Регистрация температуры.

В течение заданного промежутка времени фиксировалось изменение температуры внутри экспериментальной камеры.

4. Изменение условий эксперимента.

Измерения повторялись при различных вариантах покрытия рабочей поверхности камеры.

5. Сравнение результатов.

Полученные температурные зависимости сравнивались для оценки влияния покрытия на процесс нагревания и изменения температуры.

Такая последовательность позволяет исследовать динамику изменения температуры и определить влияние условий теплообмена на экспериментальную систему.

5. Результаты и обсуждение. В ходе проведения серии экспериментов было зафиксировано повышение температуры внутри измерительной камеры при воздействии источника излучения. Наблюдаемое повышение температуры связано с поглощением энергии излучения рабочей поверхностью и её последующим преобразованием в тепловую энергию.

При использовании прозрачного покрытия температурная динамика изменялась по сравнению с условиями без покрытия. Это позволяет экспериментально продемонстрировать влияние конструкции системы на процесс накопления тепловой энергии.Полученный результат согласуется с физической моделью, согласно которой поглощение излучения приводит к нагреванию поверхности, а изменение условий выхода тепловой энергии влияет на температурный режим системы.Экспериментальная модель позволяет одновременно наблюдать несколько физических процессов: поглощение электромагнитного излучения, преобразование энергии излучения в тепловую энергию, тепловое излучение нагретого тела и изменение температуры во времени.

При этом необходимо учитывать, что лабораторная модель солнечного коллектора представляет собой упрощённую физическую модель парникового эффекта. В реальной атмосфере Земли тепловой баланс определяется совокупностью процессов, включая спектральное поглощение и переизлучение инфракрасного излучения атмосферными газами, конвекцию, теплопроводность и фазовые переходы воды.Поэтому результаты эксперимента следует рассматривать как модель для демонстрации отдельных физических механизмов, связанных с накоплением и передачей тепловой энергии, а не как полное воспроизведение климатической системы Земли.

Заключение. В работе рассмотрены физические основы парникового эффекта и его связь с тепловым балансом атмосферы Земли. Проанализированы особенности взаимодействия коротковолнового солнечного и длинноволнового инфракрасного излучения, а также рассмотрено применение закона Стефана–Больцмана и закона смещения Вина для описания теплового излучения.В качестве экспериментальной модели рассмотрен солнечный коллектор, оснащённый температурными датчиками системы Cobra4. Предложенная методика позволяет

регистрировать изменение температуры во времени и исследовать влияние прозрачного покрытия на температурный режим экспериментальной камеры.

Проведённый эксперимент показывает, что модель солнечного коллектора может использоваться для наглядного изучения процессов поглощения излучения, преобразования энергии в тепло и изменения температурного режима системы. При этом данная модель является упрощённой и не воспроизводит все процессы, происходящие в реальной атмосфере Земли.

Таким образом, использование солнечного коллектора и системы Cobra4 имеет научно-образовательное значение для экспериментального изучения теплового излучения и отдельных физических механизмов парникового эффекта.

Список использованных источников

1. Матвеев, Л. Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы : учебник / Л. Т. Матвеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1984. – 751 с.

2. Фурье, Ж. Записка о температурах земного шара и планетарных пространств / Ж. Фурье // Физика атмосферы и океана. – 2004. – Т. 40, № 2. – С. 130–141.

3. Харченко, Н. В. Индивидуальные солнечные установки / Н. В. Харченко. – Москва : Энергоатомиздат, 1991. – 208 с.

4. PHYWE Systeme GmbH & Co. KG. Greenhouse effect and solar energy with Cobra4 : laboratory experiment handbook / PHYWE. – Göttingen, 2018. – 12 p. – (Experiment P2350662).

5. NIST National Institute of Standards and Technology. CODATA Internationally Recommended Values of the Fundamental Physical Constants [Electronic resource] / NIST. – 2024. – URL: nist.gov.

УТОЧНЕНИЕ КРИТЕРИЯ СИЛЬНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКА

Муратов Темур Ташкабаевич

Национальный университет Узбекистана имени Низами, доктор философии по физико-математическим наукам (PhD), доцент

Анализируется возможность значительной локализации двумерного электронного газа на поверхности сильно легированного полупроводника. Получена аналитическая фор- мула для среднего сечения низкоэнергетического рассеяния приповерхностных электро- нов с учетом функции распределения Ферми-Дирака. На основе полученной формулы для среднего сечения рассеяния получен более точный, реалистичный критерий сильной локализации, чем тот, который был получен в других цитируемых работах.

Ключевые слова: приповерхностный слой; естественный размерный эффект; пра- вило Иоффе-Регеля; сечение двумерного рассеяния; приближение Томаса-Ферми; функция распределения Ферми-Дирака; критерий сильной локализации.

Реальная поверхность полупроводникового кристалла всегда имеет различного рода микроскопические и макроскопические дефекты структуры. Это могут быть ионы примеси, атомы в междоузлиях, вакансии, точечные дефекты, дислокации, границы зерен и т.п. В состоянии термодинамического равновесия полупроводника, поверхностный заряд (ПЗ), индуцированный вышеуказанными дефектами, скомпенсирован равным по величине, но противоположным по знаку зарядом в приповерхностном слое полупровод- ника. Компенсирующий заряд может быть образован в полупроводнике ионизированными донорами и акцепторами, электронами и дырками. Приповерхностный слой полупроводника, где локализован поверхностный заряд, называется областью пространственного заряда (ОПЗ). При определен- ных условиях, ширина ОПЗ оказывается сравнимой со средним расстоянием между атомами и ионами примеси [1] и, как правило, существует естествен- ный размерный эффект. Следовательно, плотность заряда вблизи поверх- ности не является непрерывно распределенной, а формируется ансамблем дискретных $D^{-}(A^{+})$ - центров. Сосредоточенное распределение ПЗ индуци- рует на поверхности полупроводника хаотический (случайный) потенциал, который рассеивает электроны в двумерной поверхностной зоне. Природа хаотического потенциала связывается с флуктуациями в расположении при- месных ионов [2].

Цель данного сообщения - уточнение критерия сильной локализации на основе энергетического усреднения сечения двумерного рассеяния электро- нов на случайном потенциале, индуцированном ионами примеси.

Сечение рассеяния медленных электронов в двумерном случае на неко- тором локальном потенциале можно записать в виде [3]:

$$\sigma_i(k) = \frac{\pi^2}{k}\left(\ln^2\frac{2}{\gamma\, k\, r_i} + \frac{\pi^2}{4}\right)^{-1}, \qquad (1)$$

где $\gamma = \exp(C)$, $C \approx 0.577\ldots$ - постоянная Эйлера, r_i - величина с размерностью длины. При параболическом законе дисперсии $k = \sqrt{2mE}\,/\,\hbar$, m - эффектив- ная масса электрона в поверхностной зоне, E - энергия поверхностных элек- тронов, $\hbar = h/2\pi$ - приведенная постоянная Планка. С учетом этого, формулу (1) можно преобразовать к виду

$$\sigma_i(E) = \frac{4\pi^2\hbar}{\sqrt{2mE}}\left(\ln^2\frac{E}{|U_i|} + \pi^2\right)^{-1}, \qquad \left(\ln^2\frac{E}{|U_i|} = \ln^2\frac{|U_i|}{E}\right), \qquad (2)$$

где $|U_i| = 2\hbar^2 / \gamma^2 m r_i^2$ - модельный потенциал, обусловленный индивидуаль- ной примесью; в форме двумерной прямоугольной ямы глубиной U_i и ради- усом r_i. Сечение рассеяния ограничивает длину свободного пробега l:

$$\ell = 1 / \langle\sigma\rangle n_s . \qquad (3)$$

На основе формул (2) и (3) можно прийти к неравенству:

$$\frac{3}{5}\frac{k_F^2}{\pi^2 n_s}\ln^2\left(\frac{\sqrt{3}\,n_\circ}{\mu\, k_F\, n_s}\right) \le 1 . \qquad (4)$$

Проведем анализ полученного результата. Прежде всего следует отметить, что сечение рассеяния медленных электронов на флуктуациях хаотичес- кого потенциала является вероятностной величиной, а сам процесс низко- энергетического рассеяния случайным событием. В условиях естественного размерного эффекта, при очень низких температурах, вероятность возникно- вения сильной локализации электронной плотности возрастает. Учет кванто- вой статистики Ферми-Дирака приводит к тому, что в данном случае кри- терий сильной локализации соблюдается в среднем только на 60 процентов. В этом смысле результат авторов работы [4] соответствует идеальному слу- чаю сильной локализации (100%), практически недостижимому в реальных условиях. Кроме того, в отмеченной выше работе не учитывается то обстоя-тельство, что в пределе $T \to 0$ электронная плотность локализуется, а для перехода к этому пределу требуется предварительно усреднить сечение рас- сеяния и волновой вектор электрона. Согласно критерию (4) можно лишь говорить о более или менее сильной локализации электронной плотности в зависимости от уровня легирования полупроводника, концентрации поверх-ностных дефектов и т.п.

Интерес к исследованиям формирования естественного зарядового слоя на поверхности полупроводниковых кристаллов связан с возможностью получения новой фундаментальной информации о свойствах поверхностных электронных состояний.

Список использованной литературы

1. Анализ естественных неоднородностей потенциала у поверхности примесного полу-проводника // ФТП. 2001. Т. 35. № 8. С. 964-968.

2. Гантмахер В.Ф. Электроны в неупорядоченных средах. М., ФизМатЛит, 2013.

3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: в десяти томах. Том 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория). М., Наука, 1989.

4. Критерий сильной локализации на поверхности полупроводника в приближении Томаса-Ферми // ФТП. 2017. Т. 51. № 10. С. 1372-1375.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ПОЛУПРОВОДНИКАХ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Муратов Темур Ташкабаевич
Национальный университет Узбекистана имени Низами, доктор философии по физико-математическим наукам (PhD), доцент

Анализируются условия регулирования роста времени жизни носителей заряда при рекомбинационных процессах в полупроводниках при низких температурах (1-10) K и классических «сильных» магнитных полях ($3\cdot10^2$ – $3\cdot10^4$) Гс. Значения концентрации но- сителей (10^{10} – 10^{14}) см $^{-3}$ соответствуют условиям проявления как каскадного, так и резо- нансного захвата. Получена интерполяционная формула для эффективного коэффициента захвата электронов на мелкие нейтральные центры.

Ключевые слова: эффективный коэффициент захвата, каскадный захват, рекомбинация, классическое «сильное» магнитное поле, «мелкие» акустические фононы, электрон-элек- тронные столкновения, время жизни.

При низких температурах (1– 10) K в примесных полупроводниках рекомбинация носителей заряда может осуществляться через $D^-(A^+)$ - центры [1,2]. Рекомбинация при этом может происходить благодаря резонансному захвату либо электрона нейтральным донором (образование D^- - центра) с последующим захватом дырки притягивающим D^- - центром, либо дырки нейтральным акцептором (образование A^+ - центр) с последующим захватом электрона [3]. В области температур (1– 10) K при концентрациях носителей заряда (10^{10} – 10^{14}) см $^{-3}$, захват носителей на нейтральные и заряженные центры может иметь как резонансный [3], так и каскадный характер [4]. Экспериментальные и теоретические результаты работ [1-4] лучше соответ- ствуют такой схеме: носитель заряда резонансно захватывается нейтральным центром с образованием притягивающего центра, на котором после проис- ходит каскадный захват второго носителя, с последующей рекомбинацией пары. Описанную схему можно выразить уравнениями: $e^- + D^0 \to D^- + e^+ \to D^0$, $e^+ + A^0 \to A^+ + e^- \to A^0$. Кинетическое уравнение процесса имеет вид:

$$\frac{d\Delta n}{dt} = G - \frac{\Delta n}{\tau}, \qquad (1)$$

где Δn - изменение концентрации фотоэлектронов, G- интенсивность генерации фотоэлектронов под действием внешнего света, $\Delta n/\tau$ - темп рекомбинации фотоносителей, τ - время жизни фотоэлектрона. В работе [4], на примере германия было показано, что в области температур T =(1–10) K, концен- траций носителей n_e = (10^{10} – 10^{14}) см $^{-3}$ и значений индукции магнитного по- ля B =($3\cdot10^2$ – $3\cdot10^4$) Гс, время жизни неосновных носителей заряда при доми- нировании межэлектронного взаимодействия, может быть

увеличено более чем в 100 раз. Значения индукции соответствуют области «сильных» магнит- ных полей, в указанном температурном интервале. Тогда из уравнения (1) следует, что $\Delta n = G\,\tau\,[1 - \exp(-t/\tau)]$, и в итоге - значительный рост фотопро- водимости полупроводника. Однако на практике отмеченный рост, как пра- вило, не наблюдается, за исключением механизмов пробоя p- n перехода. Следует также указать на довольно специфические условия рассмотрения (низкоомный германий, низкий уровень фотовозбуждения) процесса реком- бинации носителей в работе [4].

Результаты работы[4] базируются на модели Томсона из физики низко- температурной плазмы, и носят предварительный (оценочный) характер. При этом, спорным моментом работы [4] является переоценка роли электрон-электронных столкновений при каскадном захвате на кулоновские центры.

В полупроводниках с сильным электрон-фононным взаимодействием, определенную роль при каскадном захвате, играет испускание носителем «мелких» акустических фононов. Именно учет этого обстоятельства, приводит в конечном итоге, к стабилизации скорости рекомбинации и установившемуся режиму процесса. В невырожденном электронном газе, примерно 39 % числа электронов, имеют энергию выше средней энергии $3/2\,k_{\text{в}}T$, и элек- трон-фононное взаимодействие выступает как главный фактор, ограничиваю- щий быстрый рост времени жизни, и тем самым стабилизирует динамику роста темпа межэлектронной релаксации, сменяя ее на электрон-фононную.

Целью данного сообщения является получение расчетных формул для коэффициента захвата, в условиях каскадного захвата носителей, путем испускания «мелких» акустических фононов ($k_{\text{в}}T >> m^{*}s^{2}$) и наличии «силь- ного» магнитного поля, с учетом результатов работы [4]. Здесь же уместно, сразу отметить, что в работе [4] для приведенного коэффициента захвата, было получено соотношение:

$$(C_B/C)_{\text{e-e}} = (r_B/r_T)^2 \propto B^{-2}, \quad (r_B \le r_T) \tag{2}$$

где $r_B = \sqrt{2E/m^{*}\omega_B^{\,2}}$ - ларморовский радиус электрона, $m^{*} = m_{\perp}$ - эффективная масса электрона ($m_{\perp}$ = 0.082·m$_{\text{e}}$), E - энергия электрона (порядка $10^{-4} - 10^{-2}$ эВ) [4], $\omega_B = eB/m^{*}c$ - циклотронная частота, $r_T = e^2/2\kappa k_{\text{в}}T$ - радиус захвата электрона на A^{+} - центр, κ - диэлектрическая проницаемость полупроводни- кового кристалла, c = $3\cdot10^{10}$ см/с - скорость света в вакууме, s - скорость звука в кристалле (порядка 10^5 см/с). На основе (2) можно прийти к формуле:

$$C_B^{*} = \frac{a\,b\,(k_{\text{в}}T)^{-5/2}}{4\,k_{\text{в}}T\,a\,B^{-2} + b\,B^{2}}\ [\text{см}^3/\text{с}], \tag{3}$$

где

$$a = \frac{4}{3}\left(\frac{e^2}{\kappa}\right)^3 \frac{2E\,\Lambda\,c^2}{e^2}\sqrt{2\pi m^*}\,2\pi n_e \approx 1.08\cdot 10^{-34}\ \text{[СГСЭ]}, \qquad (4)$$

$$b = \frac{4}{3}\left(\frac{e^2}{\kappa}\right)^3 \sqrt{\frac{2\pi}{m^*}}\,\frac{\ell_\circ e^2}{m^* c^2} \approx 1.27\cdot 10^{-59}\ \text{[СГСЭ]}. \qquad (5)$$

(для оценок положено $n_e = 2\cdot 10^{12}$ см $^{-3}$, E = 10^{-3} эВ, B = 10^3 Гс, $\kappa = 16$). Λ - кулоновский логарифм. Численные значения (4) и (5) приведены для германия [4].

Список использованной литературы

1. Е. М. Гершензон, Г. Н. Гольцман, А. П. Мельников. Письма в ЖЭТФ. 1971. Т. 14. Вып. 5. С. 281.

2. Е. М. Гершензон, Ю.П. Ладыжинский, А. П. Мельников. Письма в ЖЭТФ. 1971. Т. 14. Вып. 9. С. 380.

3. Т.Т. Муратов. ФТП. 2019. Т. 53. Вып. 12 С. 1609.

4. Б.Б. Зеленер, Б.В. Зеленер, Э.А. Маныкин. Письма в ЖЭТФ. 2012. Т. 95. Вып. 3. С. 164.

FIZIKA VA ASTRONOMIYA TADQIQOTLARIDA SUN’IY INTELLEKT VA RAQAMLI MODELLASHTIRISHNING ZAMONAVIY IMKONIYATLARI

Nasirov Mardonbek Xaldarbekovich[a,*], Xomidjonov Jakhongir Isroiljonovich[c], Xalilov Muxammadmuso Muxammadyunusovich[a], Rahmonov Tohirbek Imomaliyevich[a]

[a] Farg‘ona davlat texnika universiteti, Farg‘ona.

[c]Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Chirchiq,

Kirish. So‘nggi yillarda fizika va astronomiyada eksperimental qurilmalar, kosmik observatoriyalar va yuqori aniqlikdagi o‘lchash tizimlarining rivojlanishi natijasida ilmiy ma’lumotlar hajmi keskin ortdi. Katta hajmdagi strukturaviy, spektral va vaqtga bog‘liq ma’lumotlarni an’anaviy statistik va hisoblash usullari bilan qayta ishlash hamda yashirin qonuniyatlarni aniqlash tobora murakkablashmoqda.

Astronomiyada kuzatuv ma’lumotlari hajmining ortishi ularni avtomatik tahlil qilish, tasniflash va fizik jihatdan izohlashni talab qilmoqda. Shu sababli sun’iy intellekt va mashinali o‘qitish algoritmlari astronomik ma’lumotlarni qayta ishlashning muhim vositasiga aylanmoqda.

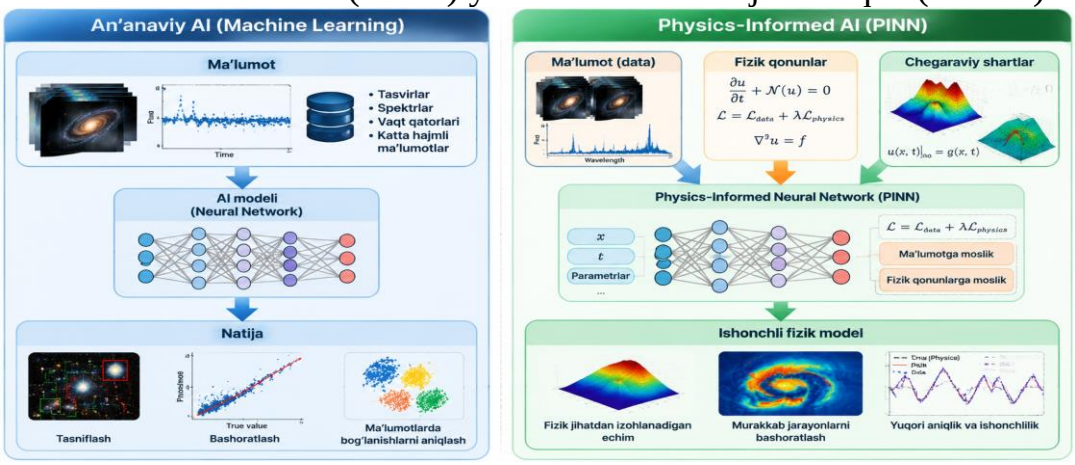
Fizik tadqiqotlarda sun’iy intellekt murakkab tizimlarni modellashtirish, tajriba natijalarini tahlil qilish va fizik jarayonlarni bashoratlash imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Ayniqsa, fizik qonunlarni hisobga oluvchi Physics-Informed Machine Learning yondashuvlari ma’lumotlarga asoslangan modellarni fundamental fizik tamoyillar bilan birlashtiradi. Ushbu ishda sun’iy intellekt va

raqamli modellashtirishning fizik hamda astronomik tadqiqotlardagi imkoniyatlari va istiqbollari tahlil qilinadi.

1. Sun’iy intellekt yordamida fizik tadqiqotlarni rivojlantirish

Murakkab ko‘p parametrli va nochiziqli fizik tizimlarni tadqiq qilishda mashinali o‘qitish (ML) va chuqur o‘qitish (DL) usullari samarali vosita bo‘lib xizmat qilmoqda. Ular katta hajmdagi tajriba va hisoblash ma’lumotlaridan murakkab bog‘lanishlarni aniqlash, parametrlarni bashoratlash, materiallar xossalarini baholash, tajriba sharoitlarini optimallashtirish hamda o‘lchash natijalarini avtomatik tahlil qilish imkonini beradi.

An’anaviy AI modellari asosan ma’lumotlar orasidagi statistik bog‘lanishlarni aniqlaydi va fizik mexanizmlarni har doim ham hisobga olmaydi. Shu sababli fizik tenglamalar, chegaraviy shartlar va cheklovlarni o‘qitish jarayoniga kirituvchi Physics-Informed Machine Learning (PIML) va Physics-Informed Neural Networks (PINN) yondashuvlari rivojlanmoqda (1-rasm).

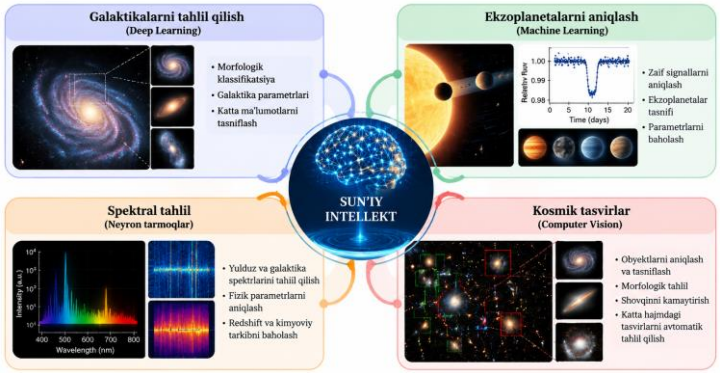


1-rasm. A- an’anaviy mashinali o‘qitish va B- fizik cheklovlarga asoslangan AI modellarining konseptual farqi.

PIML/PINN modellarida neyron tarmoq tajriba ma’lumotlari bilan birga fizik jarayonlarni ifodalovchi tenglamalarni ham hisobga oladi, bu esa cheklangan ma’lumotlarda ham ishonchli modellar yaratish imkonini beradi. Jiao va boshqalar AI va fizika integratsiyasini istiqbolli yo‘nalish sifatida ko‘rsatgan, Karniadakis va boshqalar esa fizik cheklovlarga asoslangan mashinali o‘qitish tamoyillarini rivojlantirgan.

2. Astronomiyada raqamli modellashtirish va sun’iy intellekt imkoniyatlari

Astronomiyada teleskoplar va kosmik missiyalardan olinayotgan katta hajmdagi tasviriy, spektral va vaqtga bog‘liq ma’lumotlarni qayta ishlash katta hisoblash resurslarini talab qiladi. Shu sababli AI va raqamli modellashtirish obyektlarni avtomatik tasniflash, fizik parametrlarni aniqlash va kuzatuv ma’lumotlarini tahlil qilishda keng qo‘llanilmoqda.Astronomiyada sun’iy intellektning asosiy qo‘llanish yo‘nalishlarini quyidagicha umumlashtirish mumkin:



2-rasm. Astronomik tadqiqotlarda sun’iy intellekt texnologiyalarining asosiy qo‘llanish yo‘nalishlari.

1-jadval. Astronomik tadqiqotlarda sun’iy intellekt texnologiyalarining qo‘llanish yo‘nalishlari

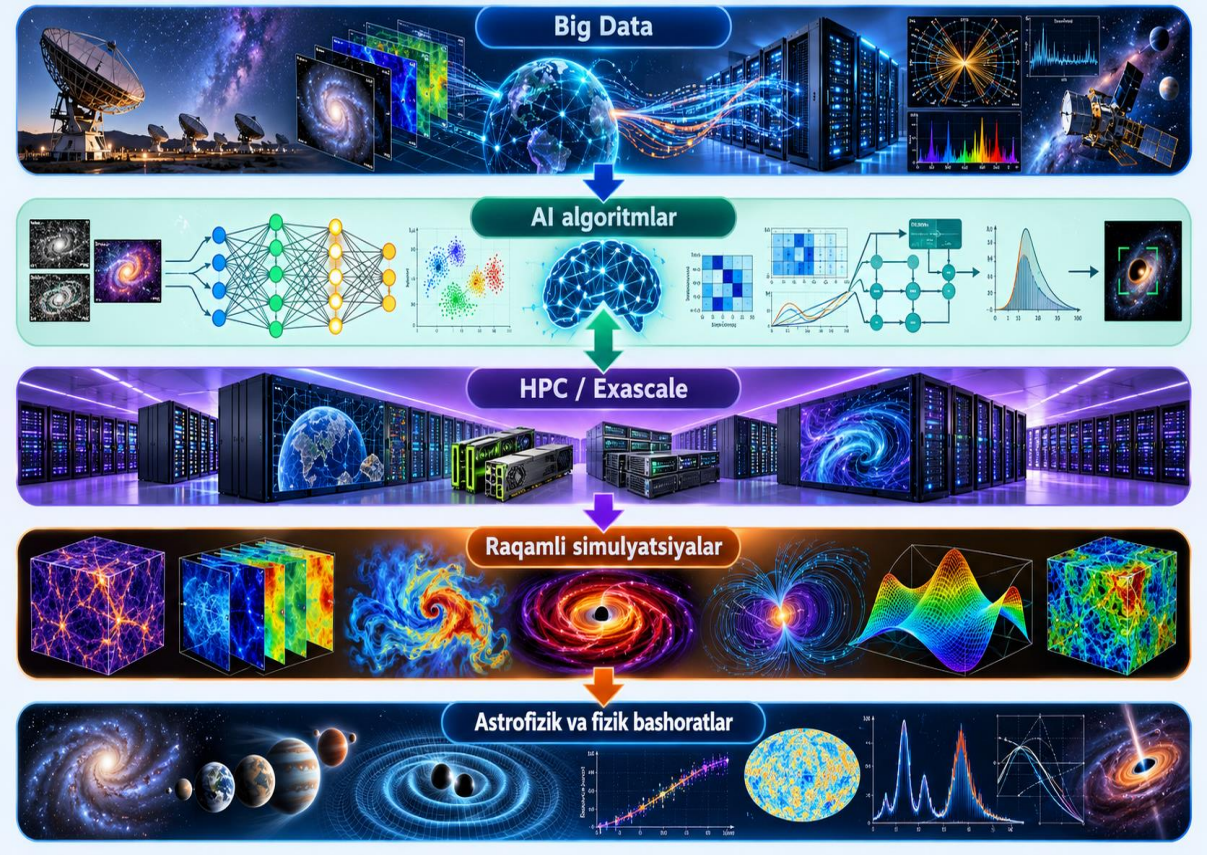
Tadqiqot sohasi	Qo‘llanilayotgan AI texnologiyasi	Asosiy ilmiy vazifa	Olinadigan natijalar
Galaktikalarni tahlil qilish	Deep Learning (chuqur o‘qitish algoritmlari)	Galaktikalarning morfologik xususiyatlarini aniqlash va katta hajmdagi kuzatuv ma’lumotlarini klassifikatsiya qilish	Galaktikalar turi, tuzilishi va evolyutsion parametrlarini avtomatik aniqlash
Ekzoplanetalarni aniqlash	Machine Learning (mashinali o‘qitish modellari)	Yulduz yorqinligidagi kichik o‘zgarishlar va tranzit signallarini tahlil qilish	Yangi ekzoplanetalarni aniqlash va ularning asosiy fizik parametrlarini baholash
Spektral tahlil	Neyron tarmoqlar (Neural Networks)	Spektral ma’lumotlardan fizik va kimyoviy parametrlarni ajratib olish	Yulduz va galaktikalarning harorati, tarkibi, tezligi va boshqa parametrlarini aniqlash
Kosmik tasvirlarni qayta ishlash	Computer Vision (kompyuter ko‘rishi)	Astronomik tasvirlarda obyektlarni aniqlash, segmentatsiya qilish va tasniflash	Kosmik obyektlarni avtomatik topish va katta hajmdagi tasvirlarni samarali tahlil qilish

Smith va Geach astronomiyada neyron tarmoqlar va chuqur o‘qitish katta hajmdagi kosmik ma’lumotlarni qayta ishlash imkoniyatlarini kengaytirganini ko‘rsatadi. Buchner va Fotopoulou esa AI modellarining ishonchliligi va fizik interpretatsiyasiga alohida e’tibor qaratadi. Asosiy muammolar model natijalarini fizik tushuntirish, ma’lumotlar sifati hamda turli kuzatuv sharoitlarida model barqarorligini ta’minlash bilan bog‘liq.

3. Yuqori unumli hisoblash va kelajak modellashtirish

Zamonaviy fizika va astronomiya tadqiqotlarida murakkab jarayonlarni chuqur o‘rganish uchun nafaqat katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash, balki yuqori aniqlikdagi raqamli modellashtirish imkoniyatlari ham talab qilinmoqda. Ko‘plab fizik va astrofizik tizimlar – galaktikalar evolyutsiyasi, kosmik plazma jarayonlari, gravitatsion hodisalar hamda ko‘p zarrali tizimlarning dinamikasi – juda katta hisoblash resurslarini talab qiladi. Shu sababli yuqori unumli hisoblash (High-Performance Computing, HPC) texnologiyalari zamonaviy ilmiy tadqiqotlarning muhim infratuzilmaviy asosiga aylanmoqda.

So‘nggi yillarda **Exascale Computing** – soniyasiga eksa darajasida (10^{18} operatsiya/s) hisoblash imkonini beruvchi yangi avlod hisoblash tizimlari rivojlanmoqda. Ushbu texnologiyalar an’anaviy superkompyuter imkoniyatlaridan yuqori bo‘lib, juda murakkab fizik jarayonlarni katta fazoviy va vaqt aniqligida modellashtirish imkonini beradi. Ayniqsa, astrofizikada galaktikalar shakllanishi, yulduzlar evolyutsiyasi, kosmik plazma dinamikasi va koinotning rivojlanish jarayonlarini raqamli simulyatsiya qilishda ekzaskeyl hisoblash tizimlari katta ahamiyat kasb etadi.



3-rasm. Kelajak fizik va astronomik tadqiqotlarda AI, HPC va raqamli simulyatsiyalar integratsiyasi.

Raqamli simulyatsiyalar fizik nazariyalarni tekshirish, eksperimental natijalarni izohlash va yangi hodisalarni bashoratlashda samarali vosita hisoblanadi. Biroq bunday modellar ko‘pincha milliardlab parametrlarni hisoblashni talab qiladi. Shu nuqtai nazardan, sun’iy intellekt algoritmlarining

yuqori unumli hisoblash tizimlari bilan integratsiyasi hisoblash samaradorligini oshirish va murakkab modellarni tezkor tahlil qilish imkonini bermoqda.

Shukla va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ekzaskeyl hisoblash texnologiyalarining astrofizika va kosmik plazma fizikasi sohasidagi imkoniyatlari tahlil qilingan. Ushbu yondashuvlar shuni ko‘rsatadiki, kelajakdagi ilmiy tadqiqotlarda katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash, fizik jarayonlarni modellashtirish va sun’iy intellekt yordamida bashoratlash yagona raqamli muhitda amalga oshiriladi.

Shunday qilib, **AI + yuqori unumli hisoblash + raqamli simulyatsiya** integratsiyasi murakkab fizik va astrofizik jarayonlarni o‘rganishda yangi ilmiy imkoniyatlarni yaratib, zamonaviy tadqiqotlarning samaradorligi va aniqligini sezilarli darajada oshirmoqda.

4. Muhokama.

Tahlillar AI va raqamli modellashtirish fizik hamda astronomik tadqiqotlarni to‘ldiruvchi samarali vositalar ekanligini ko‘rsatadi. Biroq chuqur neyron tarmoqlarning “qora quti” xususiyati, natijalarning fizik interpretatsiyasi, ma’lumotlar sifati va model barqarorligi asosiy muammoligicha qolmoqda. PIML yondashuvlari fizik qonunlarni o‘qitish jarayoniga kiritish orqali ushbu cheklovlarni kamaytirishi mumkin. Kelajakda tajriba, nazariya, AI va HPC texnologiyalarini yagona raqamli platformada integratsiyalash muhim ahamiyat kasb etadi.

5. Xulosa

Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt, raqamli modellashtirish va yuqori unumli hisoblash texnologiyalari zamonaviy fizika va astronomiya tadqiqotlarining samaradorligini oshiruvchi muhim vositalarga aylanmoqda. Sun’iy intellekt algoritmlari katta hajmdagi eksperimental va kuzatuv ma’lumotlarini qayta ishlash, murakkab bog‘lanishlarni aniqlash hamda fizik jarayonlarni bashoratlash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Physics-Informed AI yondashuvlari fizik qonunlar va mashinali o‘qitish usullarini birlashtirib, fizik jihatdan izohlanadigan va ishonchli modellar yaratish imkonini beradi. Kelajakdagi tadqiqotlarda sun’iy intellekt, Big Data va HPC texnologiyalarining yagona raqamli platformada integratsiyasi murakkab fizik va astrofizik jarayonlarni modellashtirish hamda yangi ilmiy natijalarni olishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Buchner, J., & Fotopoulou, S. How to set up your first machine learning project in astronomy. Nature Reviews Physics, 2024, **6**, 535–545. https://doi.org/10.1038/s42254-024-00743-y

[2] Jiao, L., Song, X., You, C., Liu, X., Li, L., Chen, P., Tang, X., Feng, Z., Liu, F., Guo, Y., Yang, S., Li, Y., Zhang, X., Ma, W., Wang, S., Bai, J., & Hou, B. AI meets physics: A comprehensive survey. Artificial Intelligence Review, 2024, **57**, Article 256. https://doi.org/10.1007/s10462-024-10874-4

[3] Smith, M. J., & Geach, J. E. Astronomia ex machina: A history, primer and outlook on neural networks in astronomy. Royal Society Open Science, 2023, **10**, Article 221454. https://doi.org/10.1098/rsos.221454
[4] Karniadakis, G. E., Kevrekidis, I. G., Lu, L., Perdikaris, P., Wang, S., & Yang, L. Physics-informed machine learning. Nature Reviews Physics, 2021, **3**, 422–440. https://doi.org/10.1038/s42254-021-00314-5
[5] Shukla, N., Karademir, G. S., Rezzolla, L., et al. Exascale computing to accelerate discoveries in astrophysics and space plasma physics. Nature Astronomy, 2026, **10**, 330–334. https://doi.org/10.1038/s41550-026-02807-8

ABU RAYHON BERUNIY BUYUK ASTRONOM

M.R.Jumaniyazova.PhD.UrDPI
Z.A.Avezmuratova. PhD.UrDPI
G‘.A.Ibadullayev UrDPI o‘qituvchisi
L.S.Erkayeva UrDPI magistr

Annatatsiya: Buyuk bobomiz Abu Rayhon Beruniyning astronomiya faniga qo‘shgan hissasini, koinot sirlarini, Ona Yerimizni asrash har bir insonni burchi ekanligini his qilish.

ABSTRACT: Qur geat grandfather Abu Rayhon Beruni’s contribution to the science of astronomy, the secrets of the universe, to feel that it is the duty of every person to protect our Mother Earth

Аннотация: Вклад нашего прадеда Абу Райхана Беруни в науку астрономии, в тайны Вселенной, в том, чтобы чувствовать, что долг каждого человека - защищать нашу Мать-Землю.

Kalit so‘zlar: Astronomiya maktabi, Avesto, usturlob, sekstant, «Qonuni Ma’sudiy», Quyosh tutilishi.

Key words: Schod of astronomy, Avesta, astrolabe,sextant, «Law of Masud», Solar eclipse

Ключевые слова: Школа астрономии, Авеста, астролябия, секстант, «Кануни Масуди», солнечное затмение.

Ona sayyoramizda iqlim o‘zgarishlari, zilzila, suv toshqinlari bo‘layotgan bir davrda insoniyatni koinot ilmini yanada chuqurroq o‘rhanishi orqali zaminni asrashi zarur. Buning uchun planetar tafakkurli shaxslarni tarbiyalash dolzarb muammolardan biri. Mamlakatimizda Kadrlar tayyorlash Milliy dasturida, Uzluksiz ta’lim mizimida bu masalaga alohoda e’tibor berilgan. Milliy merosimiz an’analarini davom ettirishga undaladi. Maktab o‘quvchilari, talabalar bilan suhbatlashganimizda astronomiya fanidan, milliy merosimizdan etarli bilimga ega emasligi aniqlandi. Va bobolarimiz merosi bilan tanishtirildi.

X-XI asrlarda yashab ijod etgan mashhur o‘zbek allomasi Abu Rayhon Beruniy 152 ta asar yozgan. Shundan astronomiyaga oid 40 dan ortoq asari bizgacha etib kelgan



Abu Rayhon Beruniy Xorazmning Kot shahri yaqinidagi qishloqda 973-yil 4-sentyabrda tug‘ilgan Beruniy, o‘sha davrning mashhur matematigi va astronomi Abu Nasr Mansur ibn Ali ibn Iroqdan ta’lim tarbiya oladi. U 16-17 yoshida armilla asbobi yordamida Quyoshning peshin vaqtdagi balandligini yarim gradusgacha aniqlik bilan o‘lchaydi. 21 yoshida astronomik asboblar yasaydi. Quyosh va Oy tutilishlarini kuzatadi. Beruniy Kotda yashagan paytida Oy tutilishni o‘zi shu yerda turib, o‘sha davrning yirik matemetigi va astronomi Abul Vafo Bo‘zjoniy esa Bog‘dodda turib kuzatish olib borishlarini hat orqali kelishib oladi. O‘sha paytlar Xorazmda Xorajiy va Xamdaqiy kabi astronomlar xorazmshoh kalendarini yangidan tuzish tadqiqotini olib borishgan. Abu Rayhon Beruniy rahbarligidadi Ko‘xna Urganchda ikkinchi Ma’mun akademiyasi, Marog‘ada Nosiriddin Tusiy rahbarligidagi astronomiya maktabi, Samarqandda Ulug‘bek akademiyasi kabi ilmiy maktablar mavjud bo‘lgan. Ularda Umar Xayyom, Abu Rayhon Beruniy, Nosiriddin Tusiy, Mirzo Ulug‘bek, Qozizoda Rumiy, G‘iyosiddin Jamshid Koshiy va Ali Qushchi kabi olimlar astronomik kuzatishlar olib borganlar.

Beruniy 995 yilda xorazmshoh Abu Abdullo Muhammad Urganch amiri Ma’mun ibn Muhammad tomonidan tugatilishi bilan Xorazmdan Kasbiy dengizi sohilidagi Jurjon, so‘ngra Tehrondagi Ray shahriga ketadi. U yerda xo‘jandlik Abu Mahmud Homid ibn **Xo‘jandiy** bilan tanishadi. Xo‘jandiy yangi astronomik asbob- sekstant cudo ixtiro etgan mashhur olimdir. Yer ostiga o‘rnatilgan ushbu sekstant “Sudoya Faxriy” deb nomlangan. Keyinchalik Mirzo Ulug‘bek bu asbobni ikki barobar kattalashtirib o‘zining rasadxonasida o‘rnatadi. Beruniyning Xo‘jandiydek buyuk olim bilan yaqin munosabatda bo‘lishi uning kelajakdagi ilmiy faoliyatida muhim o‘rin tutadi. Jurjon hokimi Kobus ibn Vashmgir iltimosiga ko‘ra u Jurjonga qaytib keladi. Bu yerda u ilmiy ishlar bilan shug‘ullanib, o‘zining “**Osor al-boqiya” (“Qadimgi xalqlardan qolgan yodgorliklar”)** nomli asarini yaratadi. Unda (“Abu Rayhon Beruniy tanlangan asarlar I tom. O‘zbericton SSR “Fan” nashriyoti. Toshkent-1968 ”) astronomiyaga oid quyidagi: Kalendar, kun, hafta, Oy, yil, iqlim va kalendar, kunduz bilan kecha, ular majmuining mohiyati va ikkisining boshlanish vaqti, kecha-kunduzlardan tarkib topuvchi Oylar va yillar mohiyati, yillar va oylarning boshlari, kabiisalari haqidagi ma’lumotlar keltirilgan. Beruniy 1004 yili shoh Abbos Ma’mun ibn Ma’mun iltimosiga ko‘ra yana Xorazmga qaytib keladi. Gurganjdagi “Majlisi ulamo” yoki ikkinchi Ma’mun akademiyasi Xorazmshoh Ma’mun ibn Muhammad /995-997/ ning o‘g‘li Ali ibn Ma’mun /997-1009/ va uning ukasi Abu Ali Abbos Ma’mun /1010-1017/ davrida tashkil etilgan edi. Unda Abu Nasr ibn Iroq, Al-Jurjoniy, 1002 yili Buxoronda Somoniylar sulolasi inqirozga uchragach bu yerga kelgan Abu ali ibn Sino kabi ulamolar ishlaydi. Abu

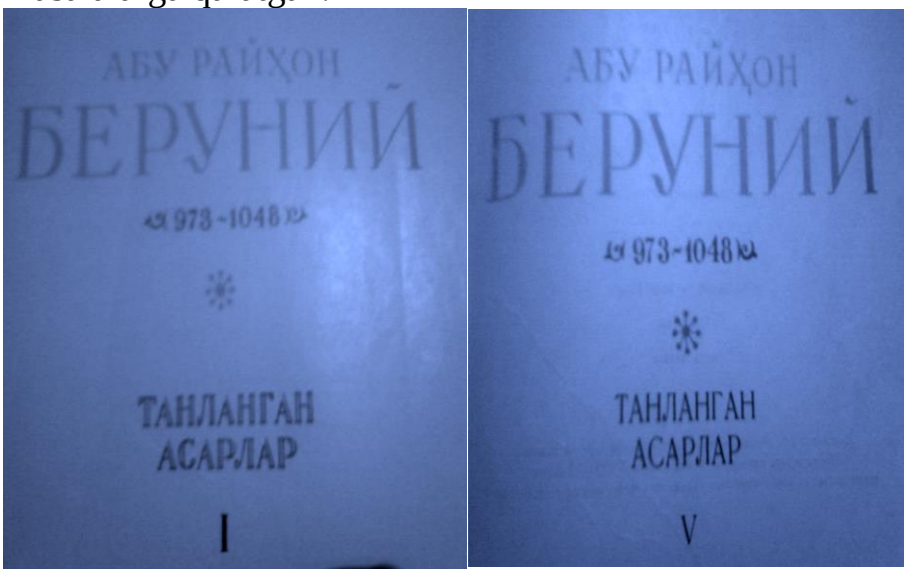
Rayhon Beruniy ular bilan birga 1017 yilgacha ilmiy ishlar olib boradi va bu dargohga rahbarlik qiladi. Bu davrda u “**Qonuni Ma’sudiy**” asarini yozadi. Ushbu asari(“Abu Rayhon Beruniy tanlangan asarlar V tom, ikkinchi kitob. O‘zbericton SSR “Fan” nashriyoti. Toshkent-1976”) 6-11 maqolalarida shaharlarning mahalliy vaqtlarini aniqlash, geografik uzunlamalarini aniqlash, III bobda halqasimon va sharsimon asboblar yordamida ekliptikadagi tengkunlik va Quyosh turishi nuqtalarini aniqlash usullari, IV Oyning harakati, V bob Quyosh harakatini o‘rganishga bag‘ishlangan. Qonuni Ma’sudiyning 4-maqolasida Osmondagi yoritgichlar va ularni turlarga ajratilishi, tumanliklar va somon yo‘li, yulduz turkumlari, yulduzlar jadvali, planetalarning ko‘rinishi va ko‘rinmay qolishi, ularning birlashishi va bir-birini berkitishi haqida yozgan. Shuningdek, “**Yulduziar ilmi**” kitobida Yer radiusini o‘lchashning usullari keltirilgan.

Beruniyning ustozi Umar Xayyom Koinot haqida bir qator fikrlar bildirib, katta aniqlikdagi Quyosh kalendarini ishlab chiqdi.

Ma’mun akademiyasining etuk olimlaridan biri Muhammad Homid ibn al-Xidr al-Xo‘jandiy Gurganchdagi faoliyatida astronomiyaga oid “Universal asboblar haqida kitob”, “Kenglik va egilishni hisoblashdagi hatoliklarni tuzatish haqida kitob” asarlarini yozgan.

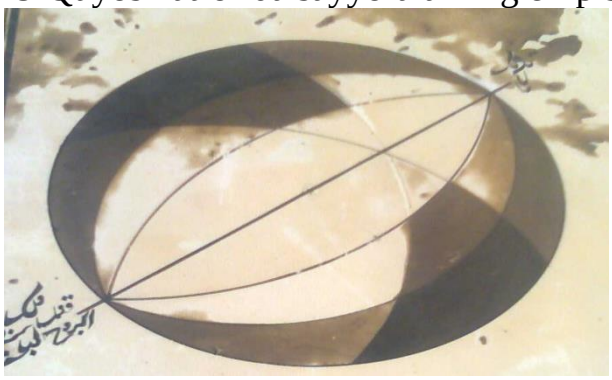
Ma’mun akademiyasi 1017 yili Mahmud G‘aznaviyning Xorazmga bostirib kirishi va uni zabt etishi bilan tugatiladi. Beruniy va uning ustozi Ibn Iroq G‘aznaga olib ketiladi. Abu Rayhon Beruniy /973-1048/ Ma’mun akademiyasida olib borgan ilmiy faoliyatida fannig turli yonalishlarida 150 dan ortiq asar yozgan qomusiy olimdir. Uning bizgacha astronomiyaga oid 40 dan ortiq asari etib kelgan.

Beruniy ”Qonuni Mas’udiy“ asarining 6-maqolasida Quyosh apogeyining harakatlanuvchanligi, Quyosh harakati haqida fikr kiritgan. 7- maqolasida Oy harakati kabi masalalarga qaratgan.



”Qadimgi halqlardan qolgan yodgorliklar“ tanlangan asarlar I tom. ”Qonuni Mas’udiy“ asari astronomiyaga oid 6-11-maqolalari kiritilgan

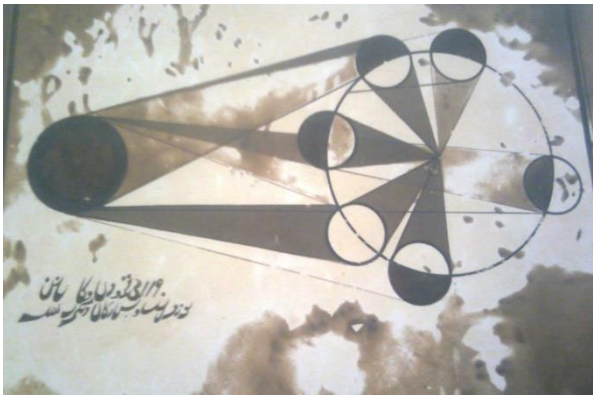
Beruniy Xorazmda Zardusht, Muso Xorazmiy, Ibn Iroq ishini davom qildirgan astronom. U Avesto kitobini mukammal o‘rgangan va «Avesto» davlat yaxlitligi va birligini ta’minlashda muhim ro‘l o‘ynagan degan fikrni bildirgan. 995 yilda 21 yoshli Abu Rayhon Beruniy birinchi marta Yer shari globusi tasvirini yasadi. U Quyosh atrofida sayyoralarning ellipis shaklida aylanishini aytib berdi.





Al Beruniy yer xaritasi. Karta zemli. Sozdannaya Al Beruniy Map of earth. Made by Al Berun

.

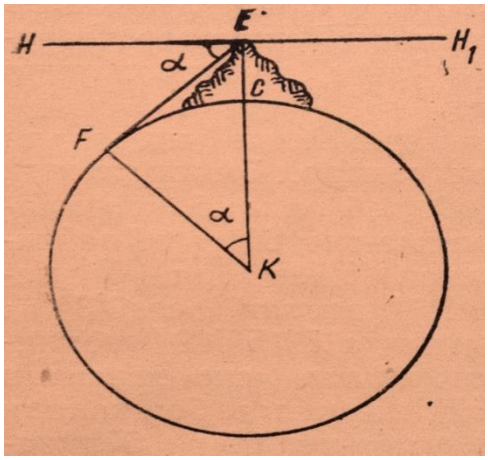


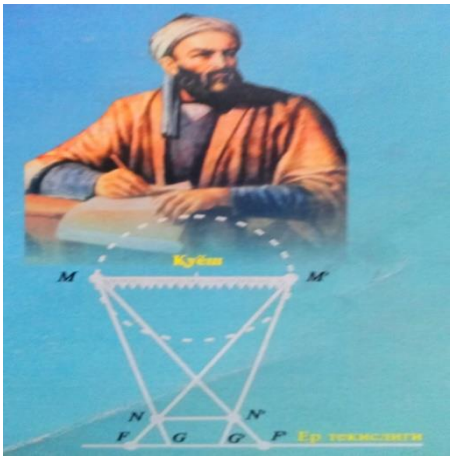
Quyosh tutilishi sxemasi





Astrolobiyaqutising tuzulishi, ko‘rinishlari. U geodeziya masalalarini yechishda qo‘llaniladi.





Beruniy Hindistonda Nandna degan joyda tog‘ Beruniy soyalarning o‘lchovlariga qarab, Yerdan

Ustiga chiqib, o‘lchash ishlarini olib boradi va Quyoshgacha bo‘lgan masofani, Quyosh o‘lchamini radiusni, 1^0 yoy uzunligini, Yer aylana uzunligini aniqladi.O‘zbekiston davlatining tamal toshi bundan 2700 yil muqaddam aynan Xorazm vohasida qo‘yilgan. Shu ma’noda milliy davlatchiligimiz tarixi Misr, Xitoy, Hindiston, Yunoniston, Eron kabi qadimiy davlatlar tarixi bilan bir qatirda turadi… Zardushtiylikning muqaddas kitobi «Avesto» ham aynan Xorazmda yaratilgani fikrimizni yorqin dalilidir. I.Karimov.

Sayyoramizda astronom olimlar unchalik ko‘p emas.Ularning soni atigi10 ming atrofida. Shuning uchun ular yulduzli osmonning barcha hududlarini doimiy ravishda kuzatib borishga qodir emas. Lekin bugungi kunimizda professional olimlarga minglab astronomiya ishqibozlari yordam berishadi. Arab tilida ko‘plab asarlar bitgan mashhur xorazmlik olim Abu Rayhon Beruniy ko‘plab astronomik o‘lchash ishlarini amalga oshirgan. U ilk bor yulduzlar ham Quyosh singari cho‘g‘langan shar – deb faraz qilgan. Beruniy bobomizni astronomoyaga ko‘p e’tibor berishiga sabab bu sohaga qiziqadigan insonlar ko‘p bo‘lgan. Avesto kitobini yozilishi, Xorazmni o‘zini kalendari bo‘lishi, Qo‘yqirilgan qal’a kabi astronomik kuzatish joylari, qadimiy Xiva shaharlarda minoralarni qurilishi sabab bo‘lgan bo‘lsa ajab ermas degan xulosaga kelinadi.

O‘zbegimdadir Beruniy, Ulug‘bek qoni,
Otash bo‘lib yonaylik kel, borku imkoni.
Istiqlol, yurtboshi yaratgan ajib zamoni,
Kel, do‘stim o‘rganaylik cheksiz samoni
Unda ko‘p hali ochilmagan sirlar ummoni.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1.Beruniy tanlangan asarlar V tom. O‘zbericton SSR “Fan” nashriyoti. Toshkent-1978

2.Beruniy Tanlangan asarlari I tom. Toshkent-1976 y.

3. M.Jumaniyazova «Xorazmlik ikki buyuk alloma va ular izdoshlari » Urganch-2023y.

4. A.Sadullayev.«Beruniyning soyalar nazariyasi». 2019y. Xiva. Ma’mun akademiyasi.

EFFECTIVE POTENTIAL IN THE EINSTEIN–NONLINEAR MAXWELL–YUKAWA BLACK HOLE

Mirjavokhir Mirov
Institute of Fundamental and Applied Research, National Research University TIIAME, Kori Niyoziy 39, Tashkent 100000, Uzbekistan

Abstract. We report the effective potential of neutral test particles in the Einstein–Nonlinear Maxwell–Yukawa (ENLMY) black hole, using the metric function established in a companion analysis. The charge Q and the screening parameter α act in opposite directions on the effective-potential barrier: increasing Q raises it, while increasing α lowers it back toward the Schwarzschild profile, with that profile recovered exactly as Q→0.

The ENLMY black hole couples gravity to a nonlinear electromagnetic field sourced by a Yukawa-screened potential φ(r) = (Q/r) exp(−αr), extending the Reissner–Nordström (RN) solution through a short-range correction governed by the screening parameter α [1]; the spacetime has already been examined from the complementary perspectives of twin-peak quasi-periodic oscillations and periodic orbits with gravitational-wave phenomenology [2,3]. In a companion analysis, re-deriving the metric function directly from the field equations shows that the exponential-integral term of the previously reported closed-form solution carries a sign that differs from what the field equations give; adopting the sign required by the field equations, and verified there against the Schwarzschild and RN limits, gives the closed form used throughout this note [2].

$$f(r) = 1 - \frac{2M}{r} - \frac{Q^2}{6r^2}\left(\alpha^3 r^3 - \alpha^2 r^2 + 2\alpha r - 6\right) e^{-\alpha r} + \frac{Q^2 \alpha^4 r^2}{6} E_1(\alpha r) \quad (1)$$

with M the mass parameter. The horizon structure that follows from this f(r) is discussed in the companion analysis and is not repeated here. For a neutral test particle moving in the equatorial plane, the radial equation of motion instead takes the standard form $\dot{r}^2 = E^2 - V_{\text{eff}}(r)$, with the effective potential

$$V_{\text{eff}}(r) = f(r)\left(1 + \frac{L^2}{r^2}\right) \quad (2)$$

where E and L are the conserved specific energy and specific angular momentum of the particle.

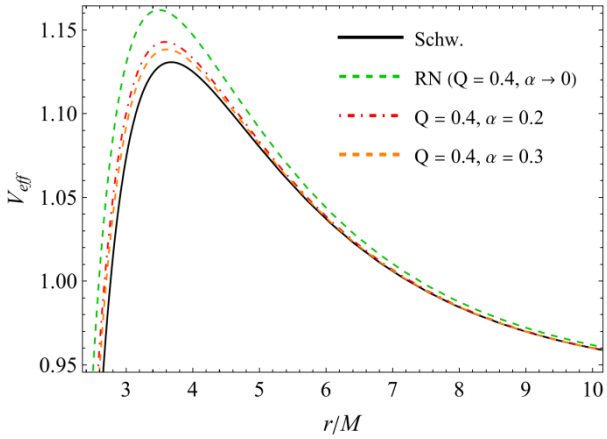


Fig. 1. Effective potential for neutral test-particle motion in the ENLMY spacetime; M = 1, L = √20.

All charged and screened cases lie above the Schwarzschild curve throughout the range shown, with no crossing between r=3M and r=10M. The RN case (Q=0.4, α→0) produces the highest and left-most barrier; switching on the Yukawa screening lowers the barrier and shifts it back toward the Schwarzschild peak, with α=0.3 lying below α=0.2. Beyond r∼6M the curves converge and become nearly indistinguishable, confining the influence of Q and α on the orbital dynamics to the near-horizon region – consistent with the horizon-structure trends reported separately.

The charge and the screening parameter thus act on the effective potential in opposite directions throughout, mirroring the pattern already found for the horizon radii: Q raises the barrier while α pushes it back toward the Schwarzschild limit, with that limit recovered exactly. The Keplerian and radial epicyclic frequencies built on this effective potential are treated in companion analyses .

References

[1] S. Habib Mazharimousavi, M. Halilsoy, Einstein-nonlinear Maxwell–Yukawa Black Hole, Int. J. Mod. Phys. D 28, 1950120 (2019).

[2] M. Mirov, F. Atamurotov, A. Abdujabbarov, A. K. Althukair, E. E. Zotos, Twin-Peak Quasi-Periodic Oscillations and Orbital Dynamics in Einstein–Nonlinear Maxwell–Yukawa Spacetime, Int. J. Geom. Methods Mod. Phys. (2026).

[3] O. Shabbir, A. Shermatov, B. Majeed, T. Zahra, M. Jamil, J. Rayimbaev, Probing the Nature of Einstein Nonlinear Maxwell–Yukawa Black Hole through Gravitational Wave Forms from Periodic Orbits and Quasiperiodic Oscillations, Nucl. Phys. B, arXiv:2601.02904.

ROTATING BLACK HOLES SOURCED BY EXPONENTIALLY LOCALIZED ANISOTROPIC MATTER FIELDS

Pakhlavon Yovkochev [1,2](yovqochevp@gmail.com), Khilola Khudarganova [2] (hxudarganova@gmail.com), Dilafruz Yusupova [2] (1992dilafruz9092@gmail.com)

[1]Samarkand State Pedagogical Institute, Spitamen Shokh Street 166, Samarkand 140100, Uzbekistan

[2] Institute of Fundamental and Applied Research, National Research University TIIAME, Kori Niyoziy 39, Tashkent 100000, Uzbekistan

This study explores the anisotropic matter distribution that supports a stationary, axially symmetric black-hole spacetime generalizing the Kerr geometry. Starting from a Kerr-like line element in which the horizon function carries an additional deformation term $v(r)$, we evaluate the Einstein tensor in an orthonormal frame and show that the corresponding source is a diagonal anisotropic fluid obeying $\varepsilon = -p_{\hat{r}}$ with equal tangential pressures. Closing the system by the anisotropic equation of state $p_{\hat{\theta}} = p_{\hat{\phi}} = (1 + v_c\Sigma/2)\varepsilon$ reduces the

field equations to a single second-order ordinary differential equation, whose exact solution yields an exponentially localized deformation function. The resulting energy density, $\varepsilon = v_2 e^{-v_c r^2/2}/(8\pi\Sigma^2)$ with $\Sigma = r^2 + a^2 cos^2\theta$, is positive definite, decays faster than any power of r, and acquires a polar-angle dependence absent in the static case.

We consider a stationary and axially symmetric spacetime written in Boyer-Lindquist-type coordinates as

$$ds^2 = -\frac{\Delta(r)}{\Sigma(r,\theta)}(dt - asin^2\theta d\varphi)^2 + \frac{\Sigma(r,\theta)}{\Delta(r)}dr^2 + \Sigma(r,\theta)d\theta^2 + \\ + \frac{sin^2\theta}{\Sigma(r,\theta)}[(r^2 + a^2)d\varphi - adt]^2, \quad (1)$$

where $a = J/M$ is the rotation parameter and

$$\Sigma(r,\theta) = r^2 + a^2 cos^2\theta. \quad (2)$$

The line element (1) is the general form obtained from a static, spherically symmetric seed metric through the Newman-Janis algorithm supplemented by the non-complexification procedure [1], and it is precisely the form in which the energy-momentum tensor becomes diagonal in the associated orthonormal frame [2]. The function $\Delta(r)$ is left undetermined at this stage. Requiring the stress tensor to have no off-diagonal $\hat{r}\hat{\theta}$ component - the condition appropriate for a fluid undergoing pure rotational motion about the symmetry axis - fixes the remaining freedom in the metric ansatz and forces the angular structure to be exactly the Kerr one, $\Gamma(r) = r^2 + a^2$, as shown in Ref. [3]. We therefore write

$$\Delta(r) = r^2 - 2Mr + a^2 + v(r), \quad (3)$$

where M is the ADM mass and the deformation function $v(r)$ encodes the entire deviation from the Kerr geometry induced by the surrounding matter. Equivalently, Eq. (3) may be recast as $\Delta(r) = r^2 - 2m(r)r + a^2$ with the radial mass function

$$m(r) = M - \frac{v(r)}{2r}, \quad (4)$$

The deformation function is

$$v(r) = v_2\left[e^{-v_c r^2/2} + r\sqrt{\frac{\pi v_c}{2}}\left(erf\left(\sqrt{\frac{v_c}{2}}r\right) - 1\right)\right], \quad (7)$$

and the horizon function becomes

$$\Delta(r) = r^2 - 2Mr + a^2 + v_2\left[e^{-v_c r^2/2} + r\sqrt{\frac{\pi v_c}{2}}\left(erf\left(\sqrt{\frac{v_c}{2}}r\right) - 1\right)\right]. \quad (8)$$

The trace of the stress-energy tensor is

$$T = -\varepsilon + p_{\hat{r}} + 2p_{\hat{\theta}} = v_c\Sigma(r,\theta)\varepsilon, \quad (9)$$

the energy density takes the compact form

$$\varepsilon(r,\theta) = \frac{v_2}{8\pi\Sigma^2(r,\theta)}e^{-v_c r^2/2} = \frac{v_2 e^{-v_c r^2/2}}{8\pi(r^2 + a^2 cos^2\theta)^2}, \quad (10)$$

while the pressures:

$$p_{\hat{r}} = -\varepsilon, p_{\hat{\theta}} = p_{\hat{\varphi}} = \left(1 + \frac{v_c \Sigma(r,\theta)}{2}\right)\varepsilon. \qquad (11)$$

Figure 1 displays the radial behavior of the energy density for representative parameter values. Panel (a) shows the effect of the field strength. Panel (b) isolates the role of the localization parameter. Increasing $\tilde{v}_c$ steepens the Gaussian cutoff and confines the matter closer to the black hole. Panel (c) shows the dependence on the rotation parameter along the symmetry axis. Increasing a suppresses the polar density through the factor $(r^2 + a^2)^{-2}$, the suppression being most pronounced at small radii where a^2 competes with r^2. Panel (d) exhibits the angular structure directly. At fixed $a/M = 0.8$ the density increases monotonically from the pole to the equator at every radius. Our analysis of the radial profiles established the following. The parameter v_2 rescales the density linearly and shrinks the horizon; the parameter v_c controls the localization and drives the horizon back towards its Kerr value as it increases; and the rotation parameter leaves the equatorial density strictly unchanged while suppressing the polar density by $(1 + a^2/r^2)^{-2}$, so that the matter is systematically concentrated towards the equatorial plane. For $\tilde{v}_2 = 0.3, \tilde{v}_c = 0.1$, and $a/M = 0.8$, the equatorial density on the horizon exceeds the polar value by about 70%. We further found that although rotation does not affect the equatorial profile, it amplifies the influence of the matter field on the horizon radius, the deficit relative to Kerr growing from $0.06M$ at $a = 0$ to $0.15M$ at $a/M = 0.8$.

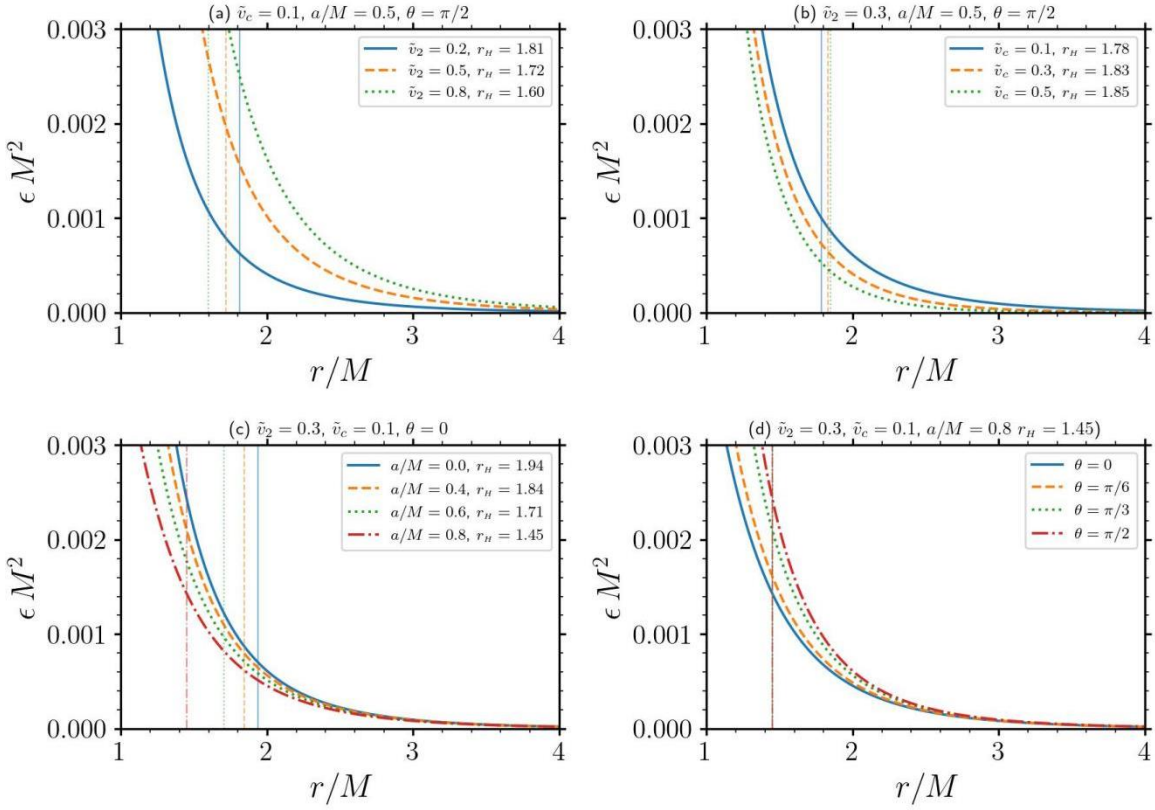


FIG. 1. Radial behavior of the energy density εM^2 of the rotating anisotropic black hole. (a) Dependence on the field strength $\tilde{v}_2$ at fixed $\tilde{v}_c = 0.1, a/M = 0.5$, in the equatorial plane. (b) Dependence on the localization

parameter $\tilde{v}_c$ at fixed $\tilde{v}_2 = 0.3$, $a/M = 0.5$, in the equatorial plane. (c) Dependence on the rotation parameter a/M at fixed $\tilde{v}_2 = 0.3, \tilde{v}_c = 0.1$, along the symmetry axis $\theta = 0$; the corresponding equatorial profiles are independent of a and are not shown. (d) Dependence on the polar angle at fixed $\tilde{v}_2 = 0.3, \tilde{v}_c = 0.1, a/M = 0.8$.

Biblography

[1] E. T. Newman and A. I. Janis, Note on the Kerr spinning-particle metric, J. Math. Phys. 6, 915 (1965).

[2] C. Bambi and L. Modesto, Rotating regular black holes, Phys. Lett. B 721, 329 (2013).

[3] H. C. Kim and W. Lee, Dressing rotating black holes with anisotropic matter, Eur. Phys. J. C 85, 1245 (2025), arXiv:2503.06961 [gr-qc].

47 RELYATIVISTIK QORA TUYNUKLAR GEOMETRIYASIDAGI REGULARLIK SHARTINI HIGH-FREQUENCY QPO MA’LUMOTLARI ORQALI STATISTIK BAHOLASH

Safarov Omadjon Juraboyevich[1]

[1]Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, Universitet hiyoboni 15, 140104 Samarqand, O‘zbekiston

omadjonsafarov0305@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ishda chiziqli bo‘lmagan elektrodinamika asosidagi butun sohada muntazam bo‘lgan qora tuynuk geometriyasining aniq muntazam tarmog‘i yuqori chastotali kvazi-davriy tebranishlar va mustaqil dinamik massa ma’lumotlari yordamida tekshiriladi. Muntazamlik sharti $M = q^3/\alpha$ umumiy harakat parametrida massa bilan bog‘liq o‘lchamsiz deformatsiyani hosil qiladi. Uch manbali relyativistik presessiya modelida $\lambda_{stat} = 0.28388$, 68% bootstrap oralig‘i 0,17324-0,42666, 95% oralig‘i 0,09499-0,59698 va bir jinslilik statistikasi $Q = 0.4864$ ($p_Q = 0.777 \pm 0.006$) olindi. Biroq natija spin, QPO manbasi, QPO tarqoqligi va massa taqsimotiga sezgir. Kerr geometriyasidan hosil qilingan chastotalar statik modelda nol bo‘lmagan deformatsiya sifatida ko‘rinishi mumkin. Shu sababli λ_{stat} fundamental NED bog‘lanish o‘lchovi emas, balki cheklangan statik modelning moslik koordinatasi sifatida talqin qilinadi.

Kalit so‘zlar: muntazam qora tuynuk, nochiziqli elektrodinamika, HFQPO, relyativistik presessiya, spin degeneratsiyasi, bootstrap.

1. Kirish

Markaziy singulyarlikni bartaraf etuvchi regular qora tuynuklar zamonaviy relyativistik astrofizikaning dolzarb yo‘nalishlaridan biridir. Chiziqli bo‘lmagan elektrodinamika (NED) doirasida olingan Fan-Wang modellar oilasining aniq muntazam tarmog‘ida massa (M), zaryad (q) va harakat parametri (α) o‘rtasida $M = \frac{q^3}{\alpha}$ munosabati bajariladi. Bu munosabat turli massali obyektlar uchun har xil o‘lchamsiz deformatsiya ($g_i \propto M_i^{1/3}$) hosil qiladi. Tadqiqotning maqsadi - ushbu

massaga bog‘liq gipotezani uchta Rentgen qo‘shaloq tizimi (GRO J1655-40, XTE J1550-564, GRS 1915+105) bo‘yicha olingan HFQPO va mustaqil dinamik massa kuzatuvlari asosida statistik tekshirishdan iborat.

2. Metodologiya

Astrofizik model sifatida Relyativistik Presessiya (RP) modeli tanlangan bo‘lib, unda geodezik orbital (Ω_φ) va radial epitsiklik (Ω_r) chastotalar mos ravishda yuqori va quyi QPO chastotalariga (ν_U, ν_L) mos keltiriladi. Statistik tahlil profil ehtimollik (Profile Likelihood) funksiyasi orqali olib borildi:

$$\chi_i^2 = r_{\nu,i}^T \, C_{\nu,i}^{-1} \, r_{\nu,i} - 2ln\mathcal{L}_{M,i}.$$

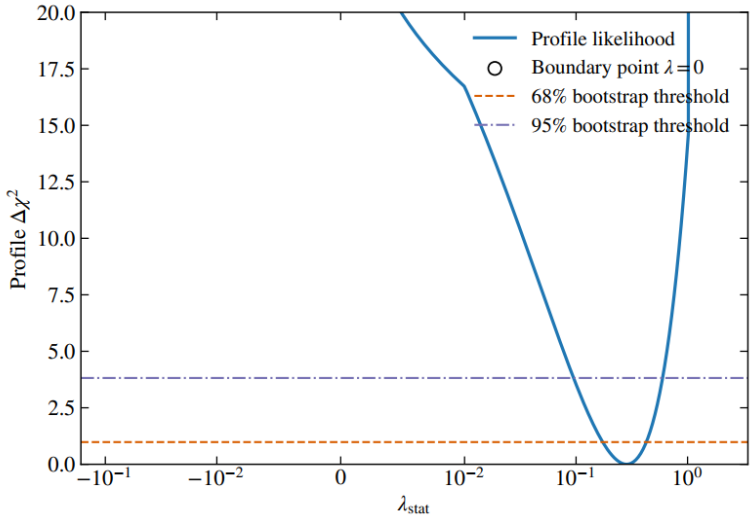
Birlashtirilgan model va manbalarning alohida modellari o‘rtasidagi moslikni baholash uchun bir jinslilik statistikasi (Q) aniqlandi. Chegara effektlarini hamda Q statistikasi taqsimotini aniq baholash uchun 5000 marta parametrik bootstrap iteratsiyasi o‘tkazildi.

Manba	$\boldsymbol{\nu_U}$ **(Hz)**	$\boldsymbol{\nu_L}$ **(Hz)**	**Dinamik massa** ($\boldsymbol{M_\odot}$)
GRO J1655-40	451 ± 5	298 ± 4	6.3 ± 0.5
XTE J1550-564	276 ± 3	184 ± 5	9.10 ± 0.61
GRS 1915+105	168 ± 3	113 ± 5	13.69 ± 2.0

3. Asosiy natijalar va muhokama

Statik va doiraviy geodezik harakat farazida quyidagi asosiy parametrik natijalar olindi:

- Birlashtirilgan deformatsiya koordinatasi: Optimal statik deformatsiya koeffitsiyenti $\lambda_{stat} = 0.28388$ deb topildi (bunga mos keluvchi harakat uzunlik masshtabi $\alpha \approx 786.8\, m$).
- Bootstrap ishonchlilik oraliqlari: 68% interval: 0.17324 - 0.42666, 95% interval: 0.09499 - 0.59698.
- Bir jinslilik testi: Minimal profil $Q = 0.4864$ va p-qiymat $p_Q = 0.777 \pm 0.006$ ni tashkil etdi. Bu qiymat qabul qilingan uch manbali model doirasida kuzatuv ma’lumotlari umumiy statik deformatsiyaga mos kelishini ko‘rsatadi.



1-rasm. Fizikaviy $\lambda = 0$ chegarasi aniq ko‘rsatilgan umumiy profil ehtimolligi. Yaxlit (tutash) va shtrixli gorizontal chiziqlar 68% hamda 95% kalibrovkalangan chegaraviy qiymatlardir. Chegara sun’iy ravishda kiritilgan kichik musbat logarifmik qiymat bilan tasvirlanmagan.

Kerr spini hisobga olinmagan holda yaratilgan sintetik signal statik modelda nolga teng bo‘lmagan soxta λ_{stat} deformatsiyasini keltirib chiqaradi. Yuqori spinli holatlarda esa statik model chastotalarni umuman ifodalay olmaydi. GRS 1915+105 ning 113/168 Hz juftligi o‘rniga 41.5/69.2 Hz chastotalari qo‘llanilganda, optimal qiymat $\lambda_{stat} \approx 0.0941$ ga tushadi va statistik zidlik (tension) oshadi. Muqobil massa qiymatlari hamda 0-5% QPO fluktuatsiyasi hisobga olinganda umumiy o‘zgarish diapazoni $0.1138 \leq \lambda_{stat} \leq 0.4041$ ni tashkil etdi.

4. Xulosa

Olingan λ_{stat} qiymati universal chiziqli bo‘lmagan elektrodinamika (NED) konstantasining bevosita o‘lchovi emas, balki cheklangan statik modelning ichki moslik koordinatasidir. Ushbu nazariy modelni yakuniy rad etish yoki tasdiqlash uchun xuddi shu NED ta’siridan keltirib chiqarilgan, o‘z-o‘ziga mos aylanuvchi (spinli) regular qora tuynuk yechimlari va yanada aniqroq astrofizik kuzatuvlar talab etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Z.-Y. Fan and X. Wang, “Construction of regular black holes in general relativity,” Phys. Rev. D 94, 124027 (2016).
2. R. A. Remillard and J. E. McClintock, “X-Ray Properties of Black-Hole Binaries,” Annu. Rev. Astron. Astrophys. 44, 49 (2006).
3. A. Ingram and S. Motta, “A review of quasi-periodic oscillations from black hole X-ray binaries: observation and theory,” New Astron. Rev. 85, 101524 (2019).
4. S. E. Motta et al., “Precise mass and spin measurements for a stellar-mass black hole through X-ray timing: the case of GRO J1655–40,” Mon. Not. R. Astron. Soc. 437, 2554 (2014).
5. S. E. Motta et al., “Black hole spin measurements through the relativistic precession model: XTE J1550-564,” Mon. Not. R. Astron. Soc. Lett. 439, L65 (2014).
6. J. M. Miller et al., “The Spin of the Near-Extreme Kerr Black Hole GRS 1915+105,” Astrophys. J. 652, 518 (2006).
7. J. A. Orosz, J. F. Steiner, J. E. McClintock et al., “An improved dynamical model for the microquasar XTE J1550-564,” Astrophys. J. 730, 75 (2011).

ERGOSPHERE OF ROTATING BLACK HOLES SURROUNDED BY EXPONENTIALLY LOCALIZED ANISOTROPIC MATTER

Pakhlavon Yovkochev [1,2] (yovqochevp@gmail.com), Shakhlo Jabbarova [2] (jabbarovashahlo43@gmail.com), Dilafruz Yusupova [2] (1992dilafruz9092@gmail.com)

[1] Samarkand State Pedagogical Institute, Spitamen Shokh Street 166, Samarkand 140100, Uzbekistan

[2] Institute of Fundamental and Applied Research, National Research University TIIAME, Kori Niyoziy 39, Tashkent 100000, Uzbekistan

This study investagates the causal structure of a rotating black-hole spacetime supported by an exponentially localized anisotropic matter field, focusing on the ergoregion. The ergoregion is found to widen substantially as the field strength grows, principally because the horizon retreats while the equatorial static limit surface is almost unaffected: the equatorial thickness increases by more than forty per cent over the admissible range of the field strength at fixed spin.

We consider the stationary, axially symmetric metric [1]

$$ds^2 = -\frac{\Delta(r)}{\Sigma}(dt - asin^2\theta d\varphi)^2 + \frac{\Sigma}{\Delta(r)}dr^2 + \Sigma d\theta^2 + \frac{sin^2\theta}{\Sigma}[(r^2 + a^2)d\varphi - adt]^2, \quad (1)$$

with

$$\Sigma(r,\theta) = r^2 + a^2cos^2\theta, \Delta(r) = r^2 - 2Mr + a^2 + v(r), \quad (2)$$

where M is the mass, $a = J/M$ the rotation parameter, and the deformation function is

$$v(r) = v_2\left[e^{-v_c r^2/2} + r\sqrt{\frac{\pi v_c}{2}}\left(erf\left(\sqrt{\frac{v_c}{2}}r\right) - 1\right)\right]. \quad (3)$$

The solution is sourced by an anisotropic fluid with $\varepsilon = -p_{\hat{r}}$ and $p_{\hat{\theta}} = p_{\hat{\varphi}} = (1 + v_c\Sigma/2)\varepsilon$, whose energy density is $\varepsilon = v_2 e^{-v_c r^2/2}/(8\pi\Sigma^2)$; the derivation and the analysis of the matter content are given in Ref. [1]. The Kerr geometry is recovered for $v_2 \to 0$, the static solution of Refs. [2, 3] for $a \to 0$, and the Kerr-Newman geometry with $Q^2 = v_2$ for $v_c \to 0$. Throughout we work with the dimensionless parameters

$$\tilde{v}_2 = \frac{v_2}{M^2}, \tilde{v}_c = v_c M^2, \tilde{a} = \frac{a}{M}, \quad (4)$$

and set $M = 1$ in all numerical work. Two structures organize the discussion below. The event horizons are the positive roots of

$$\Delta(r) = 0, \quad (5)$$

and the static limit surface bounding the ergoregion follows from $g_{tt} = 0$, that is

$$\Delta(r) = a^2sin^2\theta \iff r^2 - 2Mr + a^2cos^2\theta + v(r) = 0. \quad (6)$$

The ergoregion is bounded internally by the outer horizon and externally by the static limit surface $r_E(\theta)$ obtained from $g_{tt} = 0$. On the axis, $sin\theta = 0$ and

the two conditions coincide, so the ergoregion closes at the poles; it is widest in the equatorial plane, where r_E solves

$$r^2 - 2Mr + v(r) = 0. \qquad (7)$$

Equation (7) is independent of a and reduces to $r_E = 2M$ in the Kerr limit, the familiar statement that the equatorial static limit of a Kerr black hole lies at $2M$ for any spin. For $v_2 > 0$ this degeneracy is lifted, but only weakly, since $v(r)$ is already exponentially suppressed at $r \simeq 2M$ for the values of $\tilde{v}_c$ of interest. Figure 1 shows the resulting cross-sections. The central result is an asymmetry between the two boundaries. As $\tilde{v}_2$ increases from 0 to 0.28 at $\tilde{a} = 0.9, \tilde{v}_c = 0.1$, the outer horizon retreats substantially, from $1.436M$ to $1.134M$, whereas the equatorial static limit barely moves, from $2.000M$ to $1.940M$.

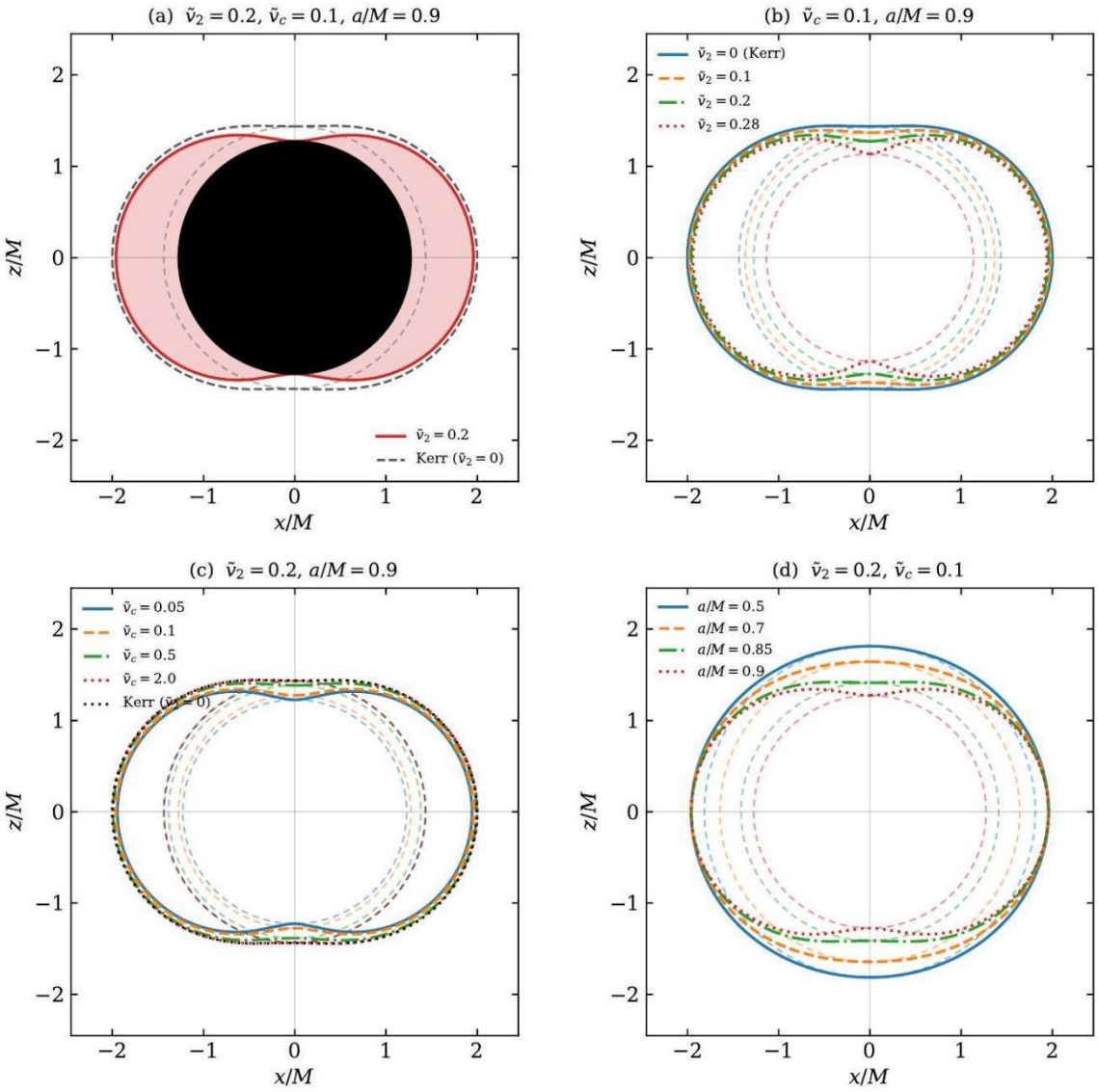


FIG. 1. Ergoregion cross-sections in the meridional plane, with $x = rsin\theta$ and $z = rcos\theta$. Solid curves are static limit surfaces and dashed curves the corresponding outer horizons. (a) Reference configuration $\tilde{v}_2 = 0.2, \tilde{v}_c = 0.1, \tilde{a} = 0.9$, with the ergoregion shaded and the horizon shown in black; the dashed grey curves are the Kerr surfaces for the same spin. (b) Dependence on the

field strength, (c) on the localization parameter, and (d) on the spin. The indentation of the static limit surface near the poles is a genuine feature of the geometry and is discussed in the text.

The equatorial thickness of the ergoregion consequently grows from $0.564M$ to $0.806M$, an increase of 43%. The reason is structural: the matter enters Eq. (7) without the a^2 term that is simultaneously driving the horizon inwards, so the anisotropic field enlarges the ergoregion principally by eroding its inner boundary rather than by expanding its outer one. The localization parameter acts in the opposite direction. At fixed $\tilde{v}_2 = 0.2$ and $\tilde{a} = 0.9$, the equatorial thickness decreases monotonically with $\tilde{v}_c$, taking the values $0.717M, 0.684M, 0.608M$, and $0.569M$ for $\tilde{v}_c = 0.05,0.1,0.5$, and 2.0, and converging to the Kerr value $0.564M$ as $\tilde{v}_c \to \infty$. This is the ergosphere counterpart of the behavior seen in Fig. 1(b): once the matter is confined well inside the horizon it ceases to influence the exterior geometry. A further feature, visible in panels (a)-(c) of Fig. 1, is the indentation of the static limit surface near the rotation axis. In the meridional plane the height $z(\theta) = r_E(\theta)cos\theta$ is not maximal on the axis but at a finite polar angle, so the ergosurface is dimpled at the poles. The effect is present already in Kerr, where at $\tilde{a} = 0.9$ the dimple has depth $0.0075M$ and occurs at $\theta = 15.8°$, but the anisotropic field amplifies it dramatically: for $\tilde{v}_2 = 0.1,0.2$, and 0.28 the depth becomes $0.026M, 0.068M$, and $0.165M$, at $\theta = 20.7°, 24.8°$, and $27.7°$ respectively. The mechanism is the one identified above. The polar height of the ergoregion is tied to r_+, which the matter reduces strongly, whereas the equatorial extent is governed by Eq. (7), which the matter barely affects; the surface is therefore flattened along the axis and the dimple deepens. We stress that the shape of the dimple is a statement about the chosen embedding, $x = rsin\theta, z = rcos\theta$, but the underlying quantity-the ratio of polar to equatorial extent of the ergoregion-is not. Finally, panel (d) shows the dependence on the spin. For $\tilde{a} = 0.5$ the ergoregion is a thin shell, and it thickens rapidly as the extremal limit is approached, as in the Kerr case.

Biblography

[1] H. C. Kim and W. Lee, Dressing rotating black holes with anisotropic matter, Eur. Phys. J. C 85, 1245 (2025), arXiv:2503.06961 [gr-qc].

[2] P. Yovkochev, Static spherically symmetric black holes sourced by exponentially localized anisotropic matter fields, J. Fundam. Appl. Res. 6(1), 20260002 (2026).

[3] P. Yovkochev, Geometrical properties of static black holes surrounded by localized anisotropic matter, J. Fundam. Appl. Res. 6(1), 20260005 (2026).

BROMBENZOL, ORTO-DIBROMBENZOL VA 1,2,4-TRIBROMBENZOL: BENZOL HOSILALARINING IQ SPEKTRIGA TA’SIRINI O‘RGANISH

Gulbahor Abdumalikova

Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi magistranti

Annotatsiya. Ishda benzol halqasiga brom atomlari ketma-ket kiritilishining (brombenzol → 1,2-dibrombenzol → 1,2,4-tribrombenzol) IQ spektriga ta’siri qiyosiy tahlil qilindi. Almashinish darajasi va o‘rinbosarlarning o‘zaro joylashuvi spektral manzarani belgilovchi asosiy omillar ekanligi ko‘rsatildi.

Kalit so‘zlar: galogenli benzol hosilalari, brombenzol, dibrombenzol, tribrombenzol, IQ-spektroskopiya.

Galogenli aromatik birikmalar organik sintez, farmatsevtika va materialshunoslikda muhim oraliq mahsulotlardir. Ularning tuzilishini aniqlash va tozaligini nazorat qilishda spektral usullar asosiy o‘rin tutadi. Brom atomi benzol halqasiga ikki qarama-qarshi effekt ko‘rsatadi: elektronegativligi tufayli −I (induktiv, elektron tortuvchi) va yolg‘iz juft elektronlari tufayli +M (mezomer, elektron beruvchi) effekt. Ushbu effektlar, shuningdek, brom atomining katta massasi va o‘lchami molekula tebranishlari, elektron o‘tishlari va yadrolarning ekranlanishiga bevosita ta’sir qiladi.

Infraqizil yutilish spektroslpiyada uchala birikmada ham aromatik C–H valent tebranishlari 3100–3000 sm^{-1} sohada, halqa C=C tebranishlari 1600–1450 sm^{-1} sohada kuzatiladi. Eng ishonchli diagnostik belgi 900–650 sm^{-1} sohadagi tekislikdan tashqari deformatsion tebranishlardir: monoalmashingan brombenzolda ikkita kuchli polosa (≈730 va ≈690 sm^{-1}), orto-dialmashingan birikmada bitta kuchli polosa (≈745 sm^{-1}), 1,2,4-trialmashingan birikmada esa yakka vodorodga xos (≈865 sm^{-1}) va ikkita qo‘shni vodorodga xos (≈810 sm^{-1}) polosalar paydo bo‘ladi. Ar–Br valent tebranishi ≈1070 sm^{-1} atrofida va 700–500 sm^{-1} sohada namoyon bo‘ladi; brom atomlari sonining ortishi bu sohadagi polosalar sonini va intensivligini oshiradi.

Benzol halqasiga brom atomlari kiritilishi spektrlarda izchil va bashorat qilish mumkin bo‘lgan o‘zgarishlarga olib keladi: IQ-spektrda o‘rinbosarlar joylashuvi 900–650 sm^{-1} sohadagi polosalar soni va o‘rni bilan aniqlanadi; UB-spektrda batoxrom va giperxrom siljish kuzatiladi; YaMR-spektrda molekula simmetriyasi signallar soni va ajralish tipini belgilaydi; mass-spektrda esa brom izotoplari xarakterli 1:1, 1:2:1 va 1:3:3:1 naqshini beradi. Olingan qonuniyatlar galogenli aromatik birikmalarni identifikatsiya qilishda amaliy ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Silverstein R.M., Webster F.X., Kiemle D.J. Spectrometric Identification of Organic Compounds. 7th ed. – Wiley, 2005.
2. Pretsch E., Bühlmann P., Badertscher M. Structure Determination of Organic Compounds: Tables of Spectral Data. – Springer, 2009.

3. Socrates G. Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies: Tables and Charts. 3rd ed. – Wiley, 2001.

4. Kazitsina L.A., Kupletskaya N.B. Primenenie UF-, IK-, YaMR- i mass-spektroskopii v organicheskoy khimii. – M.: MGU, 1979.

5. Pavia D.L., Lampman G.M., Kriz G.S. Introduction to Spectroscopy. – Cengage Learning, 2014.

BIR O‘QLI BOSIM TA’SIRIDA LEGIRLANGAN KREMNIYDAGI LOKAL HOLATLAR ZICHLIGINING ENERGETIK SPEKTRINI ANIQLASH

I.G. Tursunov[1], M.A. Raxmonov[2]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika kafedrasi f.-m.f.d., professor.

[2]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika kafedrasi o‘qituvchi

Annotatsiya. Ushbu tezisda legirlangan kremniydagi lokal energetik holatlar spektrining tashqi mexanik bosim ta’sirida o‘zgarishi tahlil qilinadi. Deformatsiya energiyasini boshqaruvchi parametr sifatida kiritish orqali lokal sathlarning energetik siljishi va holatlar zichligi spektrining bosimga bog‘liq evolyutsiyasi tavsiflanadi. $p-Si\ (B,TD)$, $p-Si\ (B,Mn)$ va $n-Si(Ni)$ tizimlarida kuzatiladigan tenzostimullashgan o‘zgarishlar lokal markazlarning deformatsiyaga turlicha sezgirligi bilan izohlanadi.

Kalit so‘zlar: legirlangan kremniy, lokal sathlar, holatlar zichligi, bir o‘qli bosim, deformatsiya energiyasi, tenzostimullashgan hodisa, Mn, Ni, tenso-DLTS.

Yarimo‘tkazgich kristallarda kirishma atomlari va strukturaviy nuqsonlar taqiqlangan zonada lokal energetik sathlarni hosil qiladi. Ushbu sathlarning energetik holati temperatura bilan bir qatorda mexanik bosim va deformatsiyaga ham sezgir bo‘lishi mumkin. Mexanik ta’sir kristall panjarasi hamda nuqson–panjara o‘zaro ta’sirini o‘zgartirib, lokal sathlarning energetik holatiga va zaryad tashuvchilar transportiga ta’sir ko‘rsatadi [1–3]. Shu nuqtayi nazardan, bosimga bog‘liq elektr xususiyatlarini lokal holatlar spektri bilan bog‘lash chuqur sathlarni diagnostika qilish uchun muhimdir.

Ishning maqsadi – legirlangan kremniyda tashqi mexanik bosim ta’sirida lokal holatlar zichligining energetik spektri $N_{ss}(E,X)$ o‘zgarishini tavsiflash hamda bosimga bog‘liq solishtirma qarshilik natijalaridan lokal markazlarning deformatsion sezgirligini baholashdir.

Tashqi bosimning energetik ta’sirini ifodalash uchun deformatsiya energiyasi quyidagicha kiritiladi:

$$E_d = \kappa X \quad (1)$$

bu yerda X – tashqi mexanik bosim, κ – bosimni deformatsiya energiyasi bilan bog‘lovchi koeffitsiyent (eV/Pa). Maqoladagi model doirasida lokal sath energiyasining siljishi quyidagicha ifodalanadi:

$$E_i(X) = E_i(0) + \alpha_i E_d \quad (2)$$

Bu yerda $E_i(0)$ – deformatsiyasiz holatdagi i-lokal sath energiyasi, α_i – i-sathning deformatsiya energiyasiga sezgirligini tavsiflovchi koeffitsiyent. (1) va (2) munosabatlardan:

$$\Delta E_i = \alpha_i \kappa X \quad (3)$$

kelib chiqadi. Mazkur chiziqli yaqinlashuv bosim ta’sirida sathlarning siljishini soddalashtirilgan holda ifodalaydi. α_i ning ishorasi tanlangan energetik sanoq boshi va modeldagi sath siljishi yo‘nalishi bilan bog‘liq bo‘lib, turli kirishma markazlarining deformatsiyaga javobini taqqoslash imkonini beradi.

Bosim ta’sirida lokal markazlarning energetik holati o‘zgarishi zaryad tashuvchilarning lokalizatsiya va delokalizatsiya jarayonlariga ta’sir ko‘rsatadi. Natijada tashuvchilar konsentratsiyasi, harakatchanligi va solishtirma elektr qarshiligi o‘zgaradi. Shu sababli tajribada aniqlanadigan $\rho(X)/\rho_0$ bog‘lanish lokal energetik holatlardagi o‘zgarishlarning makroskopik indikatori sifatida qaraladi.

Lokal holatlarning bosim ta’sirida faollashishini hisobga oluvchi umumiy integral munosabat:

$$N(E_d) = \int N_{ss}(E)\rho(E, E_d)dE \quad (4)$$

ko‘rinishda yoziladi. Bu yerda $N_{ss}(E)$ – lokal sathlarning energiya bo‘yicha haqiqiy taqsimoti, $\rho(E,E_d)$ esa berilgan deformatsiya energiyasida tegishli holatning faollashish ehtimolini tavsiflovchi funksiyadir. Modelda sezgirlik yadrosi yetarlicha tor bo‘lgan chegaraviy holatda o‘lchanadigan dN/dE_d bog‘lanishidan $N_{ss}(E)$ spektrini tiklash g‘oyasi qo‘llanadi.

Hisoblashlar $T = 77\,K$ da va $X = (0–6)\times10^8$ Pa bosim oralig‘ida bajarilgan. Modelda $\kappa \approx 1{,}0\times10^{-10}$ eV/Pa qiymati hamda 0,1–0,45 eV diapazondagi lokal sathlar qaralgan. $p-Si(B,TD)$ uchun bosim ortishi bilan ρ/ρ_0 qiymati taxminan 1 dan 0,74 gacha kamayadi. $p-Si(B,Mn)$ namunasida esa qarama-qarshi tendensiya kuzatilib, nisbiy qarshilik taxminan 1,55 gacha ortadi [4].

$n-Si(Ni)$ uchun ρ_p/ρ_0 ning taxminan $1 \rightarrow 9 \rightarrow 15$ ko‘rinishidagi ikki bosqichli ortishi, unga mos ravishda $N(P)/N_0$ ning $1 \rightarrow 0{,}11 \rightarrow 0{,}07$ gacha kamayishi qayd etilgan. Ushbu natija Ni bilan bog‘liq kamida ikki guruh markazlarning bosimga turlicha sezgir bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. Biroq markazlarning mikroskopik tuzilishini faqat qarshilik o‘lchovlari asosida bir qiymatli aniqlash mumkin emas; buning uchun qo‘shimcha spektroskopik tekshiruvlar zarur.

Olingan natijalar temperatura asosidagi chuqur sathlar spektroskopiyasi bilan mexanik bosim orqali boshqariladigan yondashuv o‘rtasida fizik analogiya qurish imkonini beradi. Bunda temperatura asosan termik faollashuv va spektral kengayishga, mexanik bosim esa lokal sathlarning energetik siljishiga ta’sir etuvchi boshqaruvchi parametr sifatida qaraladi. Shu asosda $N_{ss}(E,X)$ xaritasini bosimga bog‘liq elektr parametrlar bilan birgalikda tahlil qilish lokal markazlarning deformatsion sezgirligini baholash uchun qo‘llanishi mumkin.

Ilmiy natija va yangilik. Taklif etilgan yondashuvda deformatsiya energiyasi $E_d = \kappa X$ bosimning energetik o‘lchovi sifatida kiritilib, lokal

sathlarning $\Delta E_i = \alpha_i \kappa X$ siljishi bilan bosimga bog‘liq elektr qarshilik o‘zgarishlari yagona model doirasida bog‘lanadi. $p-Si(B,TD)$, $p-Si(B,Mn)$ va $n-Si(Ni)$ tizimlaridagi turlicha tenzostimullashgan javoblar lokal markazlarning deformatsion sezgirligi bilan izohlanadi.

Xulosa. Tashqi mexanik bosim legirlangan kremniydagi lokal energetik sathlarning holatini va zaryad tashuvchilar transportini o‘zgartiradi. $p-Si(B,TD)$ va $p-Si(B,Mn)$ tizimlarida qarshilikning qarama-qarshi yo‘nalishda o‘zgarishi turli markazlarning deformatsiyaga javobi bir xil emasligini ko‘rsatadi. $n-Si(Ni)$ dagi ikki bosqichli o‘zgarish esa bir nechta deformatsion sezgir markazlar ishtirok etishi ehtimolini ko‘rsatadi. $N_{ss}(E,X)$ spektrini bosimga bog‘liq elektr parametrlar bilan birgalikda tahlil qilish legirlangan kremniydagi chuqur sathlarni tadqiq etishning istiqbolli yondashuvi hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Rowe A.C.H. Piezoresistance in silicon and its nanostructures // Journal of Materials Research. – 2014. – Vol. 29. – P. 731–744. – DOI: 10.1557/jmr.2014.52.

2. Barlian A.A., Park W.-T., Mallon J.R., Rastegar A.J., Pruitt B.L. Semiconductor piezoresistance for microsystems // Proceedings of the IEEE. – 2009. – Vol. 97, No. 3. – P. 513–552. – DOI: 10.1109/JPROC.2009.2013612.

3. Mamatkarimov O.O., Khimmatkulov O., Tursunov I.G. Tensostimulated effect in a doped and heat-treated silicon at an oriented deformation // Physics of the Solid State. – 2021. – Vol. 63. – P. 738–741. – DOI: 10.1134/S1063783421050127.

4. Rakhmanov M.A., Tursunov I.G., Mamatkarimov O.O., Sharibaev N.Yu., Sharipbaev S.S. Determination of the energy spectrum of the density of states under uniaxial pressure // East European Journal of Physics. – 2026. – No. 2. – P. 239–244. – DOI: 10.26565/2312-4334-2026-2-25.

5. Gulyamov G., Sharibaev N.U. Determination of the density of surface states at the semiconductor-insulator interface in a metal-insulator-semiconductor structure // Semiconductors. – 2011. – Vol. 45. – P. 174–178. – DOI: 10.1134/S1063782611020084.

LEGIRLANGAN KREMNIYDA BOSIM VA HARORATNING BIRGALIKDAGI TA’SIRIDA FERMI SATHI SILJISHINI ANALITIK MODELLASHTIRISH

M.A. Raxmonov[1], Z.X. Abduxolisov[2]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika kafedrasi o‘qituvchi

[2]Chirchiq davlat pedagogika universiteti 1-bosqich magistranti

Annotatsiya. Legirlangan kremniyda gidrostatik bosim va haroratning birgalikdagi ta’sirida Fermi sathining holati zaryad neytralligi sharti asosida tahlil qilindi. Degeneratsiyalanmagan tashuvchilar va to‘liq ionlangan kirishmalar uchun yopiq analitik yechim chiqarildi. Yechimning xususiy, elektron va kovak o‘tkazuvchanlik chegaralaridagi ko‘rinishlari hamda bosimga sezgirligi

aniqlandi. To‘liq bo‘lmagan ionlanishda Fermi sathini aniqlovchi umumiy tenglama va uning lokal hosilalari keltirildi. Model bosim va harorat ta’sirini energetik sanoq boshi aniq belgilangan holda baholash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: legirlangan kremniy, Fermi sathi, gidrostatik bosim, harorat, zaryad neytralligi, kirishma ionlanishi, analitik yechim.

Yarimo‘tkazgichlarda bosim va haroratning birgalikdagi ta’sirini tavsiflash zona chetlari, erkin tashuvchilar statistikasi va kirishmalarning ionlanishini izchil hisobga olishni talab qiladi. Balslevning optik tadqiqotida bir o‘qli mexanik kuchlanish ta’siridagi zona ajralishi kristallografik yo‘nalishga bog‘liqligi ko‘rsatilgan [1]. Ushbu natija gidrostatik bosim modelini bir o‘qli bosimga bevosita ko‘chirish mumkin emasligini asoslaydi.

Rowe sharhida hajmiy kremniyning pyezorezistiv javobi elektron tuzilish va effektiv massalarning o‘zgarishi bilan bog‘langan [2]. Shuning uchun qarshilik o‘zgarishini faqat Fermi sathi siljishi bilan izohlash yetarli emas. Mamatkarimov, Xamidov va Tursunov qo‘llanmasida deformatsiya sharoitida Fermi sathini neytrallik shartidan aniqlash va tashuvchilarning energetik minimumlar orasida qayta taqsimlanishi yoritilgan [3].

Mamatkarimov va hammualliflar marganes bilan kompensatsiyalangan kremniyning tenzostimullashgan javobini tashuvchilar konsentratsiyasi va harakatchanligining birgalikdagi o‘zgarishi bilan izohlagan [4]. Ushbu tajribaviy natija bizning gidrostatik modelimizning tekshiruvi sifatida olinmaydi; u konsentratsiyani o‘zgarmas deb qabul qilishdan oldin ionlanish rejimini aniqlash zarurligini ko‘rsatadi.

Zona kengligining haroratga bog‘liqligi uchun Varshni munosabati tanlandi [5]. Altermatt va hammualliflar $Si{:}As$ va $Si{:}B$ tizimlarida to‘liq bo‘lmagan ionlanish, kirishma energiyasi hamda statistik koeffitsiyentlarning rolini tahlil qilgan [6]. Ularning modeli konsentratsiyaga bog‘liq ekranlanish va kirishma holatlari taqsimotini ham qamrab oladi. Mazkur tezisda esa kichik legirlash va diskret mustaqil markazlar yaqinlashuvi tanlanadi. Ishning vazifasi mavjud nazariy munosabatlardan bosim va harorat uchun birgalikdagi yopiq yechim hamda lokal sezgirliklarni chiqarishdir; yangi fundamental qonun yoki tasdiqlangan ilmiy yangilik da’vo qilinmaydi.

Ishning maqsadi – legirlangan kremniyda Fermi sathining bosim va haroratga bog‘liqligi uchun analitik yechim chiqarish, uning fizik mazmuni va amal qilish shartlarini aniqlash.

Modelda bir jinsli, termodinamik muvozanatdagi, tashuvchilari degeneratsiyalanmagan kremniy qaraladi. Dastlab gidrostatik bosim va kirishmalarning to‘liq ionlanishi qabul qilinadi. Bosim ta’sirida hajm va kirishma

konsentratsiyalarining nisbiy o‘zgarishi e’tiborga olinmaydi. Energetik sanoq boshi har bir holatdagi valent zona cho‘qqisiga bog‘lanadi:

$$\varepsilon_F(P,T) = E_F(P,T) - E_v(P,T). \quad (1)$$

Demak, ushbu ishda hisoblanadigan siljish valent zona cho‘qqisiga nisbatan aniqlanadi. Mutlaq Fermi energiyasining siljishi uchun valent zona cho‘qqisining umumiy sanoq boshiga nisbatan o‘zgarishi ham zarur.

Zona kengligining haroratga bog‘liqligi Varshni munosabati [5], bosimga bog‘liqligi esa chiziqli yaqinlashuv bilan ifodalanadi:

$$E_g(P,T) = E_g(0,0) - \frac{aT^2}{T+b} + \gamma_g P. \quad (2)$$

Bu yerda a – harorat koeffitsiyenti (eV/K), b – harorat parametri (K), γ_g – gidrostatik bosim koeffitsiyenti (eV/Pa). Bosim P Pa da, harorat T K da olinadi. Koeffitsiyentning ishorasi oldindan belgilanmaydi; u kremniy uchun tegishli manba yoki tajriba bilan aniqlanishi kerak. Ifoda chiziqli elastik va barqaror kristall fazasi doirasida qo‘llanadi.

Boltsman statistikasi asosida elektron va kovaklar konsentratsiyasi:

$$n = N_c exp\left(\frac{\varepsilon_F - E_g}{k_B T}\right), \quad p = N_v exp\left(-\frac{\varepsilon_F}{k_B T}\right). \quad (3)$$

Bu yerda N_c va N_v – zonalarning effektiv holatlar zichligi, k_B – Boltsman doimiysi. Effektiv massalar o‘zgarmas deb qaralganda N_c va N_v haroratning 3/2 darajasiga proporsional. Energiya eV da ifodalansa, k_B ham eV/K birlikda olinadi.

To‘liq ionlangan donor va akseptorlar uchun neytrallik va massalar ta’siri qonuni:

$$n - p = \Delta N, \quad \Delta N = N_D - N_A, \quad np = n_i^2. \quad (4)$$

$$n_i = \sqrt{N_c N_v} exp\left(-\frac{E_g}{2k_B T}\right). \quad (5)$$

(4) dan n uchun kvadrat tenglama hosil qilinadi. Uning fizik, musbat ildizi (3) ga qo‘yilganda quyidagi yopiq yechim olinadi:

$$\varepsilon_F = E_g + k_B T\, ln\left[\frac{\Delta N + \sqrt{(\Delta N)^2 + 4n_i^2}}{2N_c}\right]. \quad (6)$$

Yechimning fizik mazmuni xususiy Fermi sathi orqali yanada aniq ifodalanadi:

$$\varepsilon_i = \frac{E_g}{2} + \frac{k_B T}{2} ln\frac{N_v}{N_c}, \quad \varepsilon_F = \varepsilon_i + k_B T\, arsinh\left(\frac{\Delta N}{2n_i}\right). \quad (7)$$

Bu yerda arsinh – teskari giperbolik sinus. (7) ning birinchi hadi zona tuzilishi va holatlar zichligi nisbatini, ikkinchi hadi esa kompensatsiyalangan legirlashning Fermi sathiga hissasini tavsiflaydi. Boshlang‘ich holatga nisbatan siljish:

$$\Delta\varepsilon_F = \varepsilon_F(P,T) - \varepsilon_F(P_0,T_0). \quad (8)$$

Xususiy o‘tkazuvchanlik chegarasida, ya’ni $|\Delta N| \ll 2n_i$ bo‘lganda Fermi sathi ε_i ga yaqinlashadi. Elektron o‘tkazuvchanlik ustun bo‘lsa $\varepsilon_F \approx E_g +$

$k_B T ln(\Delta N/N_c)$; kovak o‘tkazuvchanlik ustun bo‘lsa $\varepsilon_F \approx k_B T\ ln[N_v/(-\Delta N)]$. Bu munosabatlar mos ravishda $\Delta N \gg n_i$ va $-\Delta N \gg n_i$ shartlarida o‘rinli.

N_c, N_v va ΔN ning bosimga bog‘liqligi e’tiborga olinmagan holda (7) ni differensiallash natijasida:

$$\left(\frac{\partial \varepsilon_F}{\partial P}\right)_T = \frac{\gamma_g}{2}\left[1 + \frac{\Delta N}{\sqrt{(\Delta N)^2 + 4n_i^2}}\right]. \quad (9)$$

Ushbu hosila elektron, xususiy va kovak o‘tkazuvchanlik chegaralarida mos ravishda γ_g, $\gamma_g/2$ va nolga yaqinlashadi. Kovaklar uchun nolga yaqinlashish mutlaq energetik siljish yo‘qligini anglatmaydi: natija valent zona cho‘qqisiga nisbatan olingan. Harorat n_i ni o‘zgartirgani tufayli bosimga sezgirlik ham haroratga bog‘liq bo‘ladi. Harorat bo‘yicha sezgirlikni oshkor ko‘rinishda yozish uchun $r = \Delta N/\sqrt{(\Delta N)^2 + 4n_i^2}$ belgilanadi. Effektiv massalar, bosim koeffitsiyenti va kirishma konsentratsiyalari haroratga bog‘liq emas deb qaralganda:

$$\left(\frac{\partial \varepsilon_F}{\partial T}\right)_P = \frac{1+r}{2}\frac{\partial E_g}{\partial T} + \frac{k_B}{2} ln \frac{N_v}{N_c} + k_B arsinh\left(\frac{\Delta N}{2n_i}\right) - r\left(\frac{3k_B}{2} + \frac{E_g}{2T}\right). \quad (10)$$

Bu yerda (2) dan $\partial E_g/\partial T = -aT(T+2b)/(T+b)^2$. (9) va (10) birgalikda bosim hamda haroratning lokal ta’sirini baholaydi. Siljish yo‘nalishi legirlash turi va zona parametrlariga bog‘liq; harorat ortishi uchun umumiy bir xil ishora belgilash mumkin emas.

To‘liq bo‘lmagan ionlanishni hisobga olish uchun bir elektronli donor va akseptor markazlarining ionlangan konsentratsiyalari kiritiladi [6]:

$$N_D^+ = \frac{N_D}{1+g_D exp[(\varepsilon_F - \varepsilon_D)/(k_B T)]}. \quad (11)$$

$$N_A^- = \frac{N_A}{1+g_A exp[(\varepsilon_A - \varepsilon_F)/(k_B T)]}. \quad (12)$$

ε_D va ε_A – valent zona cho‘qqisiga nisbatan kirishma energiyalari, g_D va g_A – mazkur yozuvdagi statistik koeffitsiyentlar. Alohida sayoz markazlar uchun odatda $g_D = 2$, $g_A = 4$ olinadi. Manbadagi lokal holatlar ulushi birga intilgan chegarada bu yozuv ularning ionlanish munosabatlariga mos keladi; manbada ishlatilgan g koeffitsiyenti mazkur g_D yoki g_A ning teskarisidir. Bosim va harorat ta’sirida bu energiyalar ham o‘zgarishi mumkin. Ko‘p zaryadli chuqur markazlarga (11)–(12) ni bevosita tatbiq qilish o‘rniga ularning zaryad holatlari statistikasi tuzilishi zarur.

Umumiy neytrallik tenglamasi va lokal sezgirliklar:

$$F(\varepsilon_F, P, T) = n + N_A^- - p - N_D^+ = 0. \quad (13)$$

$$\left(\frac{\partial \varepsilon_F}{\partial P}\right)_T = -\frac{F_P}{F_{\varepsilon_F}}, \quad \left(\frac{\partial \varepsilon_F}{\partial T}\right)_P = -\frac{F_T}{F_{\varepsilon_F}}. \quad (14)$$

Hosilalar muvozanat yechimida hisoblanadi. (13) odatda sonli yechiladi; (14) esa bosim va haroratga sezgirlikning analitik ifodasini beradi. Kichik

o‘zgarishlarda $\Delta\varepsilon_F \approx (\partial\varepsilon_F/\partial P)_T \Delta P + (\partial\varepsilon_F/\partial T)_P \Delta T$. Kengroq parametr oralig‘ida aralash hosila va yuqori tartibli hadlar ham hisobga olinadi.

Asosiy natija. Neytrallik shartidan to‘liq ionlanish rejimi uchun yopiq yechim hamda bosim va haroratga sezgirlik chiqarildi. To‘liq bo‘lmagan ionlanishda muammoni umumlashtirish yo‘li ko‘rsatildi. Natijalar nazariy hosilalardir; mazkur ishda tajribaviy yoki sonli tekshiruv natijalari keltirilmagan.

Xulosa. Bosim va harorat Fermi sathini zona kengligi, tashuvchilar statistikasi va kirishmalarning ionlanishi orqali birgalikda boshqaradi. Taklif etilgan tavsifning analitik qismi to‘liq ionlanish hamda degeneratsiyalanmagan statistika doirasida o‘rinli. Chuqur markazlar va bir o‘qli bosim uchun model mos ravishda zaryad holatlari statistikasi va vodiylar bo‘yicha tashuvchilar yig‘indisi bilan kengaytirilishi lozim. Muayyan kirishma uchun parametrlarni asoslash va yechimni sonli tekshirish ushbu yondashuvni magistrlik dissertatsiyasida rivojlantirish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Balslev I. Influence of Uniaxial Stress on the Indirect Absorption Edge in Silicon and Germanium // Physical Review. – 1966. – Vol. 143, No. 2. – P. 636–647. – DOI: 10.1103/PhysRev.143.636.

2. Rowe A.C.H. Piezoresistance in silicon and its nanostructures // Journal of Materials Research. – 2014. – Vol. 29, No. 6. – P. 731–744. – DOI: 10.1557/jmr.2014.52.

3. Mamatkarimov O.O., Xamidov R.X., Tursunov I.G. Yarimo‘tkazgichlar va ular asosidagi asboblarda deformasion hodisalar: o‘quv qo‘llanma. – Namangan, 2020.

4. Mamatkarimov O.O., Khimmatkulov O., Tursunov I.G. Tensostimulated Effect in a Doped and Heat-Treated Silicon at an Oriented Deformation // Physics of the Solid State. – 2021. – Vol. 63, No. 5. – P. 738–741. – DOI: 10.1134/S1063783421050127.

5. Varshni Y.P. Temperature dependence of the energy gap in semiconductors // Physica. – 1967. – Vol. 34, No. 1. – P. 149–154. – DOI: 10.1016/0031-8914(67)90062-6.

6. Altermatt P.P., Schenk A., Schmithüsen B., Heiser G. A simulation model for the density of states and for incomplete ionization in crystalline silicon. II. Investigation of Si:As and Si:B and usage in device simulation // Journal of Applied Physics. – 2006. – Vol. 100, No. 11. – Article 113715. – DOI: 10.1063/1.2386935.

52 TRANZIT VA RADIAL TEZLIK METODLARI ASOSIDA EKZOSAYYORALARNI ANIQLASH USULLARINING QIYOSIY TADQIQI

Nurmamatov Sheroz Eraliyevich
CHDPU, Fizika kafedrasi katta o‘qituvchisi, p.f.f.d. (PhD)
sheroznurmamatov@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada ekzosayyoralarni kashf etish va ularning fizik parametrlarini aniqlashda eng keng ko‘lamda qo‘llaniladigan ikki yondashuv – tranzit fotometriyasi hamda radial tezlik metodlarining qiyosiy-analitik tahlili keltirilgan. Har bir metodning nazariy va fizik asoslari, olinadigan ma’lumotlarning aniqlik darajasi, shuningdek, kuzatuv jarayonida yuzaga keladigan asbobsozlik va astrofizik cheklovlar o‘rganildi. Sayyoralarning massasi va radiusi o‘rtasidagi bog‘liqlikni topishda ushbu ikki usulning sinergetik xususiyati ochib berilgan. Zamonaviy kosmik observatoriyalar va yer usti spektrograflari tomonidan to‘plangan empirik ma’lumotlar asosida, turli sinfga oid ekzosayyoralarni aniqlashda qaysi metodning ustunligi ilmiy nuqtai nazardan asoslandi.

Kalit so‘zlar: Ekzosayyora, tranzit fotometriya, radial tezlik, Doppler effekti, yorug‘lik egri chizig‘i, spektroskopiya, Kepler, TESS, HARPS, yulduz faolligi, barimarkaz.

Yulduzlararo fazoda boshqa yulduzlar tizimiga tegishli sayyoralarni, ya’ni ekzosayyoralarni qidirish jarayoni astronomiyaning sof nazariy sohasidan empirik kuzatuvlarga asoslangan aniq fanga aylandi. 1995-yilda Mishel Mayor va Didye Kelo tomonidan 51 Pegasi b sayyorasining kashf etilishi ushbu tadqiqotlarning boshlang‘ich nuqtasi bo‘ldi [1]. Hozirgi kunga qadar tasdiqlangan besh mingdan ortiq ekzosayyoralarning mutlaq ko‘pchiligi ikkita asosiy texnika yordamida qayd etilgan [8]. Sayyora sirtidan qaytgan zaif yorug‘likni to‘g‘ridan-to‘g‘ri suratga olish texnik jihatdan nihoyatda murakkab bo‘lganligi sababli, astrofiziklar yulduzning nurlanishi va mexanik harakatiga sayyoraning ko‘rsatadigan bilvosita ta’sirini o‘lchashga majburdirlar.

Ushbu maqolaning maqsadi – tranzit va radial tezlik usullarining sof fizik mohiyatini tahlil qilish, ularning instrumentalli va tabiiy chegaralarini aniqlash hamda muayyan yulduz tizimlarini o‘rganishda qaysi yondashuv ko‘proq obyektiv ma’lumot bera olishini qiyosiy o‘rganishdan iborat.

Tranzit fotometriyasi metodi sayyoraning kuzatuvchi nigohi chizig‘ini kesib o‘tib, o‘z ona yulduzi diski oldidan harakatlanishi (tranzit) natijasida yulduz yorqinligining vaqtinchalik va davriy pasayishini qayd etishga asoslangan.

Kuzatiladigan yorug‘lik oqimining nisbiy kamayishi (yoki tranzit chuqurligi) asosan yulduz va sayyora sirt yuzalarining nisbati bilan ifodalanadi [5]. Agar sayyora sirtini qorong‘i disk deb qabul qilsak, yorqinlikning pasayish amplitudasi quyidagi formula orqali topiladi:

$$\frac{\Delta F}{F} \approx \left(\frac{R_p}{R_*}\right)^2$$

Bu yerda F – yulduzning umumiy yorug‘lik oqimi, ΔF – yorug‘likning kamayish miqdori, R_p – sayyora radiusi, R_* – yulduz radiusi. Ushbu oddiy ko‘ringan bog‘liqlik orqali sayyoraning geometrik o‘lchamini aniq hisoblab chiqish mumkin bo‘ladi. Biroq, tranzit hodisasi yuz berishi uchun tizim tekisligi kuzatuvchi nigohiga deyarli parallel bo‘lishi talab etiladi. Tranzitning ro‘y berish geometrik ehtimolligi sayyora orbitasining katta yarim o‘qiga (a) teskari mutanosibdir:

$$P_{tr} \approx \frac{R_*}{a}$$

Ushbu qonuniyat tranzit usulining nima uchun asosan yulduzga juda yaqin aylanuvchi sayyoralarni topishda o‘ta samarali ekanligini ilmiy tasdiqlaydi. Yulduzdan uzoqlashgan sari tranzit ehtimolligi eksponensial ravishda pasayib boradi. Tranzit yorug‘lik egri chizig‘ining shakli va davomiyligi orbitaning qiyaligi (i), sayyoraning orbital davri hamda yulduz sirtidagi yorug‘likning chekka qismlarida pasayishi effektlariga bog‘liq holda shakllanadi [9].

Radial tezlik (yoki Doppler siljishi) metodi Nyutonning butun olam tortishish qonuniga binoan, yulduz va sayyora umumiy massa markazi atrofida aylanishi prinsipiga tayanadi. Garchi sayyoraning massasi yulduznikiga nisbatan juda kichik bo‘lsa-da, u yulduzni o‘zining qat’iy o‘rnidan siljitishga qodir. Yulduz barimarkaz atrofida aylanar ekan, uning yorug‘lik nurlari Yerga nisbatan yaqinlashganda va uzoqlashganda spektral chiziqlarida Doppler siljishi ro‘y beradi [7].

Ushbu usul o‘lchaydigan asosiy parametr – yulduzning yorug‘lik tezligi bo‘ylab kuzatiladigan radial tezligi (v_r) amplitudasidir. Kepler qonunlari va harakat miqdori momentining saqlanish qonunidan kelib chiqib, yulduz radial tezligining yarim amplitudasi (K) quyidagicha ifodalanadi:

$$K = \left(\frac{2\pi G}{P}\right)^{\frac{1}{3}} \frac{m_p \sin i}{\left(m_* + m_p\right)^{\frac{2}{3}}} \frac{1}{\sqrt{1-e^2}}$$

Bu yerda G – gravitatsion doimiylik, P – orbital davr, m_p – sayyora massasi, m_* – yulduz massasi, i – orbita tekisligining qiyaligi, e – orbita ekssentrisiteti [7].

Ushbu metodning o‘ziga xosligi va asoratli tomoni shundaki, orbita qiyaligi i ma’lum bo‘lmaguncha sayyoraning aniq massasini topish imkonsiz. Biz faqatgina sayyoraning minimal massasi $m_p \sin i$ haqida xulosa qila olamiz. Radial tezlik metodi sayyoraning massasi qanchalik katta bo‘lsa va yulduzga qanchalik yaqin joylashgan bo‘lsa, shunchalik kuchli ishora beradi.

Metodlarning imkoniyatlarini taqqoslash ularning bir-birini inkor etmasligi, aksincha to‘ldirishini ko‘rsatadi.

1. Olinadigan parametrlar – tranzit faqat radiusni beradi. Radial tezlik esa (orbita qiyaligi noma’lum qolganda ham) sayyoraning massasini belgilaydi. Agar bir sayyora har ikki usulda kuzatilsa, tranzitdan olingan orbita qiyaligi ($\sin i \approx 1$) orqali radial tezlik usulidagi massaning noma’lumliligi yo‘qoladi.

Ikkala parametr mavjud bo‘lganda sayyoraning o‘rtacha zichligi $\rho = \frac{3m_p}{4\pi R_p^3}$ ni hisoblash mumkin. Bu o‘z navbatida, sayyora gaz gigantimi, muzli dunyomi yoki toshloq tuzilishga egami degan savolga aniq astrofizik javob beradi [6].

2. Kuzatuv davomiyligi va tanlov effekti – tranzit usulida yulduzdan signal olish uchun sayyoraning to‘liq aylanish davrini kamida uch marta qayd etish zarur. Bu uzoq orbital davrli sayyoralarni izlashda o‘nlab yillik to‘xtovsiz monitoringni talab qiladi. Radial tezlik usuli ham uzoq muddat talab qilsa-da, uzuq-yuluq olingan spektral ma’lumotlarni matematik Furye-tahlil orqali birlashtirib, davrni tiklash imkoniyatiga ega.

3. Texnik murakkablik – tranzit uchun bir vaqtning o‘zida yuz minglab yulduzlarni uzluksiz kuzata oladigan keng burchakli teleskoplar yetarli. Radial tezlik uchun esa alohida bir yulduzga uzoq vaqt qaratilgan va temperaturasi barqarorlashtirilgan, o‘ta yuqori aniqlikdagi yer usti spektrograflari zarur. Bugungi kunda massasi Yerga teng sayyoralar yulduzda $\sim 10\ sm/s$ darajasidagi tebranishni keltirib chiqaradi. Bu spektral chiziqlarning detektor matritsasida bir pikselning mingdan bir qismiga siljishini anglatadi va ulkan muhandislik yechimlarini talab qiladi.

Astronomiya asbobsozligi aynan ushbu metodlar talablari asosida keskin rivojlandi.

— Kepler kosmik teleskopi. Koinotga 2009-yilda uchirilgan ushbu missiya tranzit usulini mukammallashtirdi. Kepler faqat Oqqush yulduz turkumidagi ma’lum bir sohani tinimsiz kuzatish orqali sayyoralar tizimlari Galaktikada qoida ekanligini isbotladi va minglab ekzosayyoralarni kashf etdi [2].

— TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite). 2018-yilda ishga tushirilgan ushbu apparat butun osmon sferasini yoritib, Yerga eng yaqin va eng yorqin yulduzlar atrofidagi tranzitlarni izlaydi. Yulduzlarning yorqinligi kelgusida ularning atmosferasini Jeyms Uebb (JWST) teleskopi orqali o‘rganishga zamin yaratadi [3].

— HARPS va ESPRESSO. Yer usti (Chili) spektrograflari radial tezlik o‘lchashning mutlaq yetakchilaridir. Vakuum kameralarga joylashtirilgan ushbu optik tizimlar $1\ m/s$ dan to $10\ sm/s$ gacha bo‘lgan radial tezlik aniqligini ta’minlaydi. Ular orqali ko‘plab “qaynoq yupiterlar” o‘z massasini tasdiqlagan [4].

Fizik jarayonlarni tahlil qilish asnosida har bir usulning o‘tkir muammolari namoyon bo‘ladi. Tranzit usulidagi eng katta bosh og‘riq – yolg‘on ijobiy natijalar. Tutilishli qo‘shaloq yulduzlar yoki fondagi o‘ta xira yulduzlar juftligi asosiy yorqin yulduzning yorug‘lik egri chizig‘ida xuddi sayyora tranzitidek signal hosil qilishi mumkin. Shuning uchun tranzit usulida olingan ma’lumotlarning aksariyati dastlab “nomzod” maqomida qoladi va boshqa teleskoplar orqali tasdiqni talab etadi. Radial tezlik usulining asosiy cheklovi – yulduz faolligi. Yulduz faqatgina mukammal nur sochuvchi sharcha emas. Uning sirtida dog‘lar mavjud, konveksiya tufayli plazma qaynaydi va chaqnashlar sodir

bo‘ladi. Aylanuvchi yulduz sirtidagi ulkan qorong‘i dog‘ spektrografga xuddi yulduz harakatlanayotgandek vizual ta’sir ko‘rsatib, yuzaga keladigan asossiz Doppler siljishlarini paydo qiladi. Bu kabi yulduz “shovqinlari” kichik, Yer kabi toshloq sayyoralar beradigan tortishish signalini to‘liq yutib yuboradi [7]. Shuningdek, bu usul spektrlari xira bo‘lgan uzoq yulduzlar uchun mutlaqo yaroqsizdir.

Olib borilgan analitik qiyoslash shuni ko‘rsatadiki, ekzosayyoralarni aniqlashda yagona ideal yondashuv mavjud emas. Tranzit metodi osmonning katta qismini qamrab olish va statistik demografiyani yaratishda raqobatsiz hisoblanadi. Uning yordamida olingan natijalar asosan Galaktikadagi sayyoralar evolyutsiyasi to‘g‘risida global tasavvurni shakllantiradi.

O‘z navbatida, radial tezlik metodi sayyora dinamikasi va massasini qat’iy aniqlash imkonini beruvchi yagona tayanch fizik vositadir. Ayniqsa, tranzit ehtimoli juda past bo‘lgan ko‘plab yaqin yulduzlar atrofidagi sayyoralarni faqatgina shu spektroskopik tebranishlar orqali kashf etish imkoni mavjud.

Kelajakdagi astrofizik kuzatuvlar har ikki usul sinteziga tayanishga majbur. Kosmik missiyalar (TESS, PLATO) kashf etgan eng istiqbolli, o‘zining Yashash zonasida joylashgan va tranzit ro‘y beruvchi toshloq ekzosayyoralarni yer ustidagi o‘ta aniq spektrograflar (ESPRESSO) yordamida uzoq muddat tahlil qilish orqali massasi o‘lchanadi. Zichligi aniqlangan bunday sayyoralar keyinchalik hayot izlarini izlash uchun to‘g‘ridan-to‘g‘ri atmosferasi spektral tahlil qilinadigan asosiy nishonlarga aylanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mayor, M., & Queloz, D. (1995). A Jupiter-mass companion to a solar-type star. Nature, 378(6555), 355-359.
2. Borucki, W. J., et al. (2010). Kepler Planet-Detection Mission: Introduction and First Results. Science, 327(5968), 977-980.
3. Ricker, G. R., et al. (2015). Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS). Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems, 1(1), 014003.
4. Pepe, F., et al. (2004). The HARPS search for southern extra-solar planets. I. HD 330075 b: A new “hot Jupiter”. Astronomy & Astrophysics, 423(1), 385-389.
5. Perryman, M. (2018). The Exoplanet Handbook. Cambridge University Press.
6. Seager, S. (2010). Exoplanet Atmospheres: Physical Processes. Princeton University Press.
7. Lovis, C., & Fischer, D. (2010). Radial Velocity Techniques for Exoplanets. In Exoplanets (ed. S. Seager). University of Arizona Press, 27-53.
8. NASA Exoplanet Archive. (2024). Planetary Systems Composite Parameters. NASA Exoplanet Science Institute. Caltech.
9. Wright, J. T., & Gaudi, B. S. (2013). Exoplanet Detection Methods. Planets, Stars and Stellar Systems, Springer, 489-540.

10. Rauer, H., et al. (2014). The PLATO 2.0 mission. Experimental Astronomy, 38(1-2), 249-330.

EKZOSAYYORALAR TRANZIT YORUG‘LIK EGRI CHIZIG‘INI SHAKLLANTIRUVCHI ASOSIY FIZIK-GEOMETRIK PARAMETRLAR TAHLILI

Rustamova Muxlisa Sherzod qizi[1]
Saitov Mirhayot Muzaffar o‘g‘li[2]
1. CHDPU, Fizika kafedrasi 1-bosqich magistranti
2. CHDPU, Fizika kafedrasi 4-bosqich talabasi

Annotatsiya. Tezisda tranzit yorug‘lik egri chizig‘ining chuqurligi, davomiyligi hamda kirish va chiqish qismlari sayyora–yulduz radiuslari nisbati, orbital qiyalik, nisbiy katta yarim o‘q va impakt parametr bilan bog‘liq holda nazariy-analitik o‘rganiladi. Yulduz diskining chetga tomon qorayishi va ekspozitsiya davomiyligining ta’siri ajratiladi. Ideal model uchun bajarilgan namunaviy hisoblash geometrik o‘zgarishlarning fotometrik belgilarga qanday ko‘chishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: ekzosayyora, tranzit fotometriya, yorug‘lik egri chizig‘i, radiuslar nisbati, orbital qiyalik, impakt parametr, chetga tomon qorayish.

Kirish

Tranzit usulida o‘lchanadigan kattalik sayyoraning bevosita tasviri emas, balki yulduzdan kelayotgan integral nurlanish oqimining vaqt bo‘yicha o‘zgarishidir. Shu sababli bir xil chuqurlikka ega ikki tranzit turli orbital geometriyaga tegishli bo‘lishi mumkin. Yorug‘lik egri chizig‘ini talqin qilishda pasayish amplitudasi bilan bir qatorda uning davomiyligi, kontakt vaqtlari va minimum atrofidagi egriligi ham tekshiriladi [1, 2]. Mazkur ishning maqsadi ushbu kuzatiladigan belgilar bilan fizik-geometrik parametrlar o‘rtasidagi bog‘lanishni aniqlashtirishdir. Tahlil sferik yulduz va yorug‘ligi hisobga olinmaydigan sferik sayyora modeliga asoslanadi; sonli misol haqiqiy obyekt kuzatuvi emas.

Fizik model va tranzit chuqurligi

Yulduz radiusi $R_\star$, sayyora radiusi R_p, orbital katta yarim o‘q a, davr P bo‘lsin. Asosiy o‘lchamsiz kattaliklar $k = R_p/R_\star$ va $a_R = a/R_\star$ bilan belgilanadi. Qo‘shimcha yulduz nuri va yulduzning ichki o‘zgaruvchanligi mavjud bo‘lmagan holatda normallashtirilgan oqim quyidagicha ifodalanadi [1]:

$$f(t) = \frac{F(t)}{F_0} = 1 - \frac{\int_{A_{ov}(t)} I\,(x,y)\,dA}{\int_{A_\star} I\,(x,y)\,dA}. \qquad (1)$$

Bu yerda F_0 – tranzitdan tashqari oqim, $A_\star$ – yulduzning ko‘rinma diski, $A_{ov}(t)$ – sayyora to‘sayotgan soha, $I(x,y)$ – sirt yorqinligi. Demak, egri chiziq ikki omil: to‘silgan yuzaning geometrik o‘zgarishi va shu yuzadagi nurlanish intensivligi orqali shakllanadi. Sirt yorqinligi bir jinsli hamda sayyora diski to‘liq yulduz diski ichida bo‘lsa, chuqurlik $\delta = 1 - f_{min} = k^2$ bo‘ladi. Masalan, ideal

modelda $k = 0{,}10$ uchun pasayish 1%, $k = 0{,}05$ uchun esa 0,25% ni tashkil etadi. Shunday qilib, radiuslar nisbatining ikki marta kamayishi chuqurlikni to‘rt marta kamaytiradi.

Real yulduzning markazi va cheti bir xil yorqinlikka ega emas. Chetga tomon qorayishning kvadratik qonuni [1] quyidagicha yoziladi:

$$\frac{I(\mu)}{I(1)} = 1 - u_1(1-\mu) - u_2(1-\mu)^2. \qquad (2)$$

Bu yerda $\mu = \sqrt{1-(r/R_\star)^2}$, r – disk markazidan masofa, u_1 va u_2 – kuzatuv diapazoniga bog‘liq koeffitsiyentlar. Kichik sayyora disk ichida, chetdan yetarlicha uzoqda joylashganda $1 - f(t) \simeq k^2 I[\mu(t)]/\langle I\rangle$ yaqinlashuvi o‘rinli; $\langle I\rangle$ – disk bo‘yicha o‘rtacha sirt yorqinligi. Shu bois tranzit tubi mutlaqo tekis bo‘lishi shart emas: uning egriligi orbital geometriya bilan birga yulduz atmosferasining nurlanish taqsimotini ham aks ettiradi. Faqat chuqurlikdan $k = \sqrt{\delta}$ ni olish bu ta’sirni e’tibordan chetda qoldiradi.

Orbital geometriya va morfologik qismlar

Orbital qiyalik i orbita tekisligi bilan osmon tekisligi orasidagi burchak bo‘lib, $i = 90°$ tizimning yon tomondan ko‘rilishiga mos keladi. Impakt parametr b tranzit markazida sayyora va yulduz markazlari orasidagi osmon tekisligiga proyeksiyalangan masofaning yulduz radiusiga nisbatidir. Aylana orbita uchun [2]:

$$b = a_R cosi. \qquad (3)$$

Shu sababli a_R, i va b uchta mustaqil parametr emas. Modelda, masalan, a_R va b aniqlansa, i ulardan hisoblanadi. $0 < k < 1$ bo‘lganda tranzit kuzatilishining geometrik sharti $b < 1 + k$; $b < 1 - k$ bo‘lsa, sayyora diski bir muddat to‘liq yulduz diski ichida bo‘ladi. $1 - k < b < 1 + k$ holatida esa faqat chetni kesib o‘tuvchi tranzit yuz beradi va uning chuqurligi k^2 dan kichik bo‘lishi mumkin [2, 3].

Birinchi kontakt t_1 da sayyora yulduz diskini to‘sa boshlaydi; ikkinchi kontakt t_2 da uning diski to‘liq ichkariga kiradi. t_2–t_3 oralig‘i tranzitning ichki qismi, t_3–t_4 esa chiqish bosqichidir. Kirish va chiqishdagi oqim o‘zgarishi ikki disk kesishish yuzasining o‘sishi va kamayishidan kelib chiqadi; shu bois bu qismlar hatto bir jinsli yulduz uchun ham aniq to‘g‘ri chiziq emas. Tranzitni trapetsiya sifatida tasvirlash faqat yaqinlashuvdir [1, 2].

Aylana orbitada birinchi va to‘rtinchi kontaktlarda markazlar masofasi $R_\star(1 + k)$ ga teng. Orbital burchak tezligi $2\pi/P$ ekanidan umumiy davomiylik topiladi [2, 3]:

$$T_{14} = \frac{P}{\pi} arcsin\left[\frac{\sqrt{(1+k)^2 - b^2}}{a_R sini}\right]. \qquad (4)$$

Ikkinchi va uchinchi kontaktlarda masofa $R_\star(1 - k)$ bo‘lgani uchun, faqat $b < 1 - k$ holatida:

$$T_{23} = \frac{P}{\pi} arcsin\left[\frac{\sqrt{(1-k)^2 - b^2}}{a_R sini}\right]. \qquad (5)$$

Aylana orbitada kirish va chiqish davomiyliklari teng: $\tau = (T_{14} - T_{23})/2$. b ortishi bilan tranzit yo‘li yulduz chetiga siljiydi, ichki bosqich qisqaradi va kirish–chiqish qismlarining umumiy davomiylikdagi ulushi ortadi. Natijada egri chiziq V-simon ko‘rinishga yaqinlashadi. Biroq V-simonlikning o‘zi obyektning sayyora emasligini isbotlamaydi; chetni kesib o‘tuvchi sayyora tranziti ham shunday shakl hosil qilishi mumkin.

Namunaviy hisoblash va parametrlarni talqin qilish

Geometrik ta’sirni alohida ko‘rsatish uchun $P = 3$ sutka, $a_R = 10$ va $k = 0{,}10$ saqlanib, faqat orbital qiyalik o‘zgartirildi. (3)–(5) ifodalardan hisoblangan qiymatlar 1-jadvalda keltirilgan. Yulduz bir jinsli deb olingani sababli barcha uch holatda chuqurlik 1% ga teng; davomiyliklar esa sezilarli farq qiladi.

1-jadval. Ideal aylana orbitada tranzit geometriyasining ta’siri

b	i, **daraja**	T_{14}, **soat**	T_{23}, **soat**	τ, **daqiqa**
0,00	90,000	2,526	2,065	13,82
0,50	87,134	2,252	1,719	15,99
0,80	85,411	1,738	0,948	23,68

Jadval shuni ko‘rsatadiki, bir xil radiuslar nisbati tranzit shaklining bir xil bo‘lishini anglatmaydi. $b = 0$ dan $b = 0{,}8$ ga o‘tishda umumiy davomiylik kamaygan, kirish davomiyligi esa ortgan. Demak, k ni chuqurlik, b va a_R ni esa davomiyliklar bilan birgalikda cheklash maqsadga muvofiq. Geometrik taqqoslashda P va b saqlansa, a_R ning ortishi tranzitni qisqartiradi; real tizimlarda esa a va P Kepler qonuni orqali bog‘langan.

Sayyora massasi yulduz massasidan ancha kichik bo‘lsa, Keplerning uchinchi qonunidan yulduzning o‘rtacha zichligi uchun [3]:

$$\rho_\star \simeq \frac{3\pi}{GP^2}\left(\frac{a}{R_\star}\right)^3. \qquad (6)$$

Bu yerda G – gravitatsion doimiy. Demak, fotometriya mutlaq radiuslarni emas, avvalo ularning nisbatini va yulduz zichligiga bog‘liq kombinatsiyani cheklaydi. $R_p = kR_\star$ ni topishda yulduz radiusining mustaqil bahosi zarur. Ekssentrik orbitada tranzit paytidagi tezlik hamda yulduz–sayyora masofasi o‘zgaradi; (3)–(5) ifodalarni bunday orbitaga tuzatishsiz qo‘llash mumkin emas. Ekssentrisitetni noto‘g‘ri qabul qilish (6) orqali chiqarilgan zichlikka ham ta’sir qiladi [2, 3].

Ekspozitsiya davomiyligi kirish yoki chiqish vaqtiga yaqinlashsa, o‘lchash jarayoni egri chiziqni vaqt bo‘yicha silliqlaydi. Natijada fizik geometriya o‘zgarmasa ham kontaktlar xiralashadi. Shuning uchun model kuzatuvdagi ekspozitsiya oralig‘i bo‘yicha integrallanishi, parametrlar noaniqligi esa ularning o‘zaro bog‘liqligi bilan birga baholanishi kerak [4].

Xulosa

Tranzit yorug‘lik egri chizig‘i oddiy yorug‘lik pasayishi emas, balki disklarning kesishish geometriyasi va yulduz sirt yorqinligining vaqt bo‘yicha proyeksiyasidir. Chuqurlik radiuslar nisbatini, umumiy va ichki davomiyliklar orbital geometriyani, kirish–chiqish hamda tubning egriligi esa ularning birgalikdagi ta’sirini ifodalaydi. Namunaviy hisoblash bir xil chuqurlik turli davomiylik va shakllarga mos kelishini ko‘rsatdi. Ishonchli fizik talqin uchun parametrlarning mustaqil emasligi, chetga tomon qorayish va ekspozitsiya ta’siri yagona modelda hisobga olinishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Mandel K., Agol E. Analytic Lightcurves for Planetary Transit Searches // The Astrophysical Journal Letters. 2002. Vol. 580. P. L171. DOI: 10.1086/345520.

[2] Winn J. N. Exoplanet Transits and Occultations // Exoplanets / ed. S. Seager. Tucson: University of Arizona Press, 2010. P. 55–77. arXiv:1001.2010.

[3] Seager S., Mallén-Ornelas G. A Unique Solution of Planet and Star Parameters from an Extrasolar Planet Transit Light Curve // The Astrophysical Journal. 2003. Vol. 585. P. 1038–1055. DOI: 10.1086/346105.

[4] Kipping D. M. Binning is sinning: morphological light-curve distortions due to finite integration time // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2010. Vol. 408. P. 1758–1769. DOI: 10.1111/j.1365-2966.2010.17242.x.

KOSMIK VA YERUSTI FOTOMETRIK KUZATUVLARNI BIRGALIKDA TAHLIL QILISHNING O‘ZIGA XOS XUSUSIYATLARI VA AFZALLIKLARI

Rustamova Muxlisa Sherzod qizi
CHDPU, Fizika kafedrasi 1-bosqich magistranti

Annotatsiya. Tezisda TESS kosmik fotometriyasi va Maydanak kabi yerusti observatoriyalari kuzatuvlarini birgalikda tahlil qilishning uslubiy asoslari yoritiladi. Qo‘shni yulduzlar nurining qo‘shilishi, tranzit manbasini fazoviy ajratish, filtrlar va vaqt shkalalarini muvofiqlashtirish masalalari ko‘rib chiqiladi. Umumiy orbital parametrlar hamda har bir ma’lumotlar to‘plamiga xos instrumental omillarni ajratadigan model taklif etiladi. Afzalliklar bilan birga usulning cheklovlari ham belgilab beriladi.

Kalit so‘zlar: TESS, Maydanak observatoriyasi, tranzit, differensial fotometriya, fazoviy ajratish, oqim aralashuvi, efemerida, birgalikdagi modellashtirish.

Kirish

Kosmik va yerusti kuzatuvlari bir xil vazifani takrorlashdan ko‘ra, tranzit signalining turli jihatlarini tekshirishi bilan ahamiyatlidir. TESS ko‘p sonli yulduzlarni vaqt bo‘yicha muntazam kuzatib, takrorlanuvchi pasayishlarni aniqlashga xizmat qiladi. Yerusti fotometriyasi esa topilgan signal aynan qaysi

yulduzda yuz berishini tekshirish va keyingi tranzitlarni qayd etish imkonini beradi [1, 6]. Ishning maqsadi ushbu to‘ldiruvchanlikni fotometrik o‘lchash va modellashtirish nuqtayi nazaridan asoslashdir. Tahlil qiyosiy-uslubiy xarakterga ega; unda muayyan nomzod uchun yangi kuzatuv natijasi yoki statistik tasdiq da’vo qilinmaydi.

Kosmik fotometriyaning imkoniyatlari va cheklovlari

TESS atmosferadan tashqarida ishlagani sababli yerusti fotometriyasiga xos atmosfera ekstinksiyasi va ssintillyatsiyasidan xoli. Uning kuzatuvlari sektor ichida deyarli uzluksiz bo‘lsa-da, ma’lumot uzatish, texnik holatlar va sifat talablariga javob bermaydigan o‘lchovlarni chiqarish tufayli vaqt bo‘shliqlari mavjud. Shuning uchun ma’lumotni «mutlaqo uzluksiz» deb qabul qilish to‘g‘ri emas. Kosmik fotometriyaning o‘zi ham instrumental trendlar va fon nurlanishidan to‘liq xoli bo‘lmaydi [1, 8].

TESS detektorining piksel masshtabi taxminan 21 burchak soniya/piksel; fotometriya odatda bir nechta pikselni qamrab oluvchi apertura orqali olinadi [8]. Bitta pikselning burchak o‘lchami teleskopning fazoviy ajrata olish qobiliyatiga aynan teng emas: yulduz tasviri optika, detektor javobi va apparat silkinishlari bilan shakllanadi. Keng apertura maqsad yulduz bilan birga qo‘shni manbalardan ham nur yig‘ishi mumkin. Bu tasodifiy shovqindan farqli ravishda tranzit chuqurligini sistematik ravishda kamaytiradi va ayrim hollarda signalni noto‘g‘ri yulduzga bog‘lashga olib keladi [5, 6].

Aperturaga tushgan maqsad yulduz oqimi $F_\star$, qo‘shni manbalarning jami o‘zgarmas oqimi F_c bo‘lsin. Faqat maqsad yulduzda tranzit yuz berib, haqiqiy nisbiy pasayish δ_{true} bo‘lsa, oqimlar yig‘indisidan:

$$\delta_{obs} = D\,\delta_{true}, \qquad D = \frac{F_\star}{F_\star + F_c}. \qquad (1)$$

Bu yerda D – maqsad yulduzning jami aperturaviy oqimdagi ulushi. Bir jinsli yulduz va to‘liq tranzit yaqinlashuvida $k_{true} = \sqrt{\delta_{obs}/D}$. Namunaviy hisobda $F_c = 0{,}25F_\star$ bo‘lsa, $D = 0{,}8$: haqiqiy 1% tranzit 0,8% ko‘rinadi. Aralashuv hisobga olinmasa, $k = 0{,}10$ o‘rniga taxminan 0,0894 olinadi. Bu sun’iy misol bo‘lib, kuzatuvdan olingan natija emas. Qo‘shni manbaning o‘zi tutiluvchi qo‘shaloq bo‘lsa, u yaratgan pasayish ham umumiy oqimda sayyora tranzitiga o‘xshab ko‘rinishi mumkin [6].

Yerusti kuzatuvining to‘ldiruvchi vazifasi

Maydanakning yuqori sifatli tasvir olish imkoniyati astroiqlim tadqiqotlari bilan asoslangan. Ehgamberdiev va hammualliflar 1996–1999-yillardagi o‘lchovlarda 0,5 mikrometr to‘lqin uzunligi uchun zenitdagi median seeingni 0,69 burchak soniya deb aniqlagan [2]. Bu tarixiy statistik ko‘rsatkich har bir tungi CCD tasvirining kafolatlangan sifati emas: amaliy ajratish atmosfera, teleskop optikasi, fokus, kuzatib borish va piksel masshtabiga ham bog‘liq. Shu bois 21 burchak soniya/piksel bilan 0,69 burchak soniyalik seeing nisbatini bevosita «aniqlik necha marta oshdi» deb talqin qilib bo‘lmaydi.

Qulay sharoitda yerusti tasvirlari TESS aperturasida qo‘shilib ketgan yulduzlarni alohida aperturalarda o‘lchashga imkon beradi. Bashorat qilingan tranzit vaqtida maqsad yulduz va yaqin qo‘shnilar parallel tekshiriladi. Pasayish maqsad yulduzda qayd etilib, ajratilgan qo‘shnilarda zarur amplitudadagi tutilish kuzatilmasa, signalning joylashuvi aniqlashtiriladi. TESS kuzatuvlarini qo‘llab-quvvatlovchi TFOP dasturida ham yerusti fotometriyasining asosiy vazifalaridan biri shu tarzda qo‘shni tutiluvchi qo‘shaloqlarni ajratishdir [6].

Biroq yerusti tasvirida ajralmagan yaqin hamroh, yetarlicha xira qo‘shni yoki shovqindan kichik signal tekshiruvdan chetda qolishi mumkin. Qo‘shnida tutilish topilmagani faqat o‘sha kuzatuvning fazoviy, vaqt va amplituda sezgirligi doirasida xulosa beradi. Ayrim vaziyatlarda yuqori burchak aniqligidagi tasvir yoki spektroskopiya talab qilinadi; oddiy yerusti fotometriyasi nomzodni avtomatik ravishda tasdiqlangan sayyoraga aylantirmaydi [6].

Ma’lumotlarni muvofiqlashtirish va yagona model

Yerusti CCD tasvirlariga bias, zarur bo‘lsa dark va flat-field tuzatishlari kiritilib, osmon foni chiqariladi. So‘ng maqsad yulduz oqimi barqaror taqqoslash yulduzlari ansambliga nisbatan o‘lchanadi. AstroImageJ ushbu kalibrlash, differensial fotometriya, trendlarni hisobga olish va tranzit modelini moslashtirish vazifalarini bajarishga mo‘ljallangan [3]. Tranzitdan oldin ham, keyin ham bazaviy oqim kuzatilishi muhim: faqat minimum yozib olingan qator chuqurlik bilan instrumental trendni ajratishni qiyinlashtiradi.

Vaqt belgilarini yagona BJD_{TDB} tizimiga keltirish zarur; bunda ekspozitsiya boshi emas, uning o‘rta vaqti olinadi. TESS faylidagi tayanch sana, vaqt shkalasi va barysentrik tuzatish holati tekshirilishi, allaqachon tuzatilgan vaqtga bir xil tuzatish qayta qo‘llanmasligi kerak. Turli vaqt standartlarini aralashtirish sun’iy tranzit vaqti siljishlarini yuzaga keltirishi mumkin [4].

Birgalikdagi tahlil nuqtalarni bitta egri chiziqqa oddiy qo‘shish emas. Aylana orbitaning boshlang‘ich modeli uchun umumiy parametrlar $\theta = \{P, T_0, k, a/R_\star, b\}$ bilan tanlanishi mumkin. Har bir j kuzatuv qatorida alohida bazaviy funksiya $B_j(t)$, chetga tomon qorayish koeffitsiyentlari $u_{1,j}$ va $u_{2,j}$, oqim ulushi D_j hamda shovqin modeli saqlanadi [5]:

$$f_j(t) = B_j(t)\{1 - D_j[1 - \mathcal{T}_j(t; \theta, u_{1,j}, u_{2,j})]\} + \epsilon_j(t). \qquad (2)$$

Bu yerda $\mathcal{T}_j$ – aralashuvsiz normallashgan tranzit modeli, ϵ_j – qoldiq shovqin. Model har bir qatorning ekspozitsiya davomiyligi bo‘yicha o‘rtachalanadi [7]. $B_j(t)$ vaqt, havo massasi, fon yoki tasvir kengligi bilan bog‘liq sekin o‘zgarishlarni ifodalashi mumkin; ortiqcha moslashuv tranzit signalining bir qismini olib tashlamasligi lozim. Mustaqil deb qaralgan kuzatuv qatorlari uchun umumiy log-ehtimollik alohida log-ehtimolliklar yig‘indisidan tuziladi. Vaznlar faqat nuqtalar soniga emas, individual xatolar va vaqt bo‘yicha korrelyatsiyalangan shovqinga ham bog‘liq bo‘lishi kerak [5].

TESS va yerusti filtrlari turlicha bo‘lgani sababli ko‘rinadigan chuqurliklarni to‘g‘ridan-to‘g‘ri tenglashtirish noto‘g‘ri. Chetga tomon qorayish

hamda qo‘shni yulduzlar oqimining ulushi har bir diapazon uchun alohida baholanadi. D_j radiuslar nisbati bilan o‘zaro bog‘liq bo‘lgani uchun uni qo‘shni manbalar fotometriyasi va apertura modeli orqali mustaqil cheklash muhim. Yerusti oqimlari TESS diapazoniga moslashtirilmasdan uning aralashuv ulushi sifatida olinmaydi. Umumiy k boshlang‘ich geometrik gipoteza sifatida olinadi; rangga bog‘liq farq qolsa, uning instrumental yoki astrofizik sababi tekshiriladi. Tayyor yorug‘lik egri chizig‘ida aralashuv tuzatishi avval qo‘llangan-qo‘llanmagani ham aniqlanishi kerak: (1) ni ikkinchi marta tatbiq etish sun’iy ravishda chuqurlikni oshiradi.

Kutiladigan afzalliklar va xulosa

TESSning takroriy tranzitlari davr va umumiy shaklni cheklasa, keyingi yerusti kuzatuvlari vaqt bazasini uzaytiradi. Davr o‘zgarmas modelda tranzit markazi $T_N = T_0 + NP$ ko‘rinishida bashorat qilinadi; uning noaniqligi:

$$\sigma_{T_N}^2 = \sigma_{T_0}^2 + N^2\sigma_P^2 + 2N\,Cov(T_0, P). \qquad (3)$$

Bu yerda N – orbital sikl raqami, $Cov(T_0, P)$ – tayanch vaqt va davr kovariatsiyasi. Ifoda xatolarni tarqatish qonunidan kelib chiqadi: davrdagi kichik noaniqlik ham uzoq muddatda tranzit oynasini kengaytiradi. Uzoq vaqt oralig‘idan keyingi sifatli yerusti kuzatuvi davrni va bashorat vaqtini aniqlashtirishi mumkin. Biroq yaxshilanish darajasi oldindan universal foiz bilan belgilanmaydi; u signal sifati, vaqt qamrovi va sistematik xatolarga bog‘liq.

Shunday qilib, kosmik va yerusti fotometriyasining ustunligi ularning turli cheklovlarini birgalikda nazorat qilishdadir. TESS signalning takrorlanuvchanligini aniqlashga, yerusti kuzatuvi esa signal manbasining joylashuvini aniqlash, oqim aralashuvini baholash va efemeridani yangilashga xizmat qiladi. Ishonchli natija umumiy orbital parametrlar bilan asbobga xos ta’sirlar ajratilganida olinadi. Bu yondashuv parametrlar noaniqligini va yolg‘on musbat ssenariylar sonini kamaytirishga xizmat qiladi, lekin har bir nomzodning sayyoraviy tabiati alohida dalillar majmuasi asosida baholanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Ricker G. R. et al. Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) // Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems. 2015. Vol. 1. 014003. DOI: 10.1117/1.JATIS.1.1.014003.

[2] Ehgamberdiev S. A. et al. The astroclimate of Maidanak Observatory in Uzbekistan // Astronomy and Astrophysics Supplement Series. 2000. Vol. 145. P. 293–304. DOI: 10.1051/aas:2000244.

[3] Collins K. A., Kielkopf J. F., Stassun K. G., Hessman F. V. AstroImageJ: Image Processing and Photometric Extraction for Ultra-Precise Astronomical Light Curves // The Astronomical Journal. 2017. Vol. 153. 77. DOI: 10.3847/1538-3881/153/2/77.

[4] Eastman J., Siverd R., Gaudi B. S. Achieving Better Than 1 Minute Accuracy in the Heliocentric and Barycentric Julian Dates // Publications of the Astronomical Society of the Pacific. 2010. Vol. 122. P. 935–946. DOI: 10.1086/655938.

[5] Espinoza N., Kossakowski D., Brahm R. juliet: a versatile modelling tool for transiting and non-transiting exoplanetary systems // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2019. Vol. 490. P. 2262–2283. DOI: 10.1093/mnras/stz2688.

[6] MIT TESS Science Office. TESS Follow-up Observing Program: TFOP Overview. Rasmiy elektron manba. Murojaat sanasi: 29.09.2026.

[7] Kipping D. M. Binning is sinning: morphological light-curve distortions due to finite integration time // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2010. Vol. 408. P. 1758–1769. DOI: 10.1111/j.1365-2966.2010.17242.x.

[8] NASA HEASARC. TESS Telescope Information. TESS Science Support Center: rasmiy texnik hujjat. Murojaat sanasi: 29.09.2026.

CCD TASVIRLARINI DASTLABKI KALIBRLASHNING DIFFERENSIAL FOTOMETRIYA ANIQLIGIGA TA’SIRI

Saitov Mirhayot Muzaffar o‘g‘li
CHDPU, Fizika kafedrasi 4-bosqich talabasi

Annotatsiya: CCD tasvirlarini bias, dark va flat kadrlar yordamida kalibrlashning differensial fotometriyaga ta’siri tahlil qilinadi. Burxonov va hammualliflarning o‘quv qo‘llanmasidagi tasvirlarni tayyorlash ketma-ketligi xatolar tarqalishi modeli bilan bog‘lanadi. Additiv fon qoldig‘i xira yulduzlarga kuchliroq ta’sir qilishi, flat xatosining esa nishon va tayanch yulduz orasidagi farqi saqlanishi ko‘rsatiladi. Kalibrlash sifatini nazorat yulduzi va vaqt qatorining tarqoqligi orqali baholash tartibi taklif etiladi. Tahlil nazariy va metodik xarakterga ega.

Kalit so‘zlar: CCD, bias, dark, flat-field, differensial fotometriya, kalibrlash, o‘lchov noaniqligi.

Kirish va tadqiqot maqsadi

Ekzosayyora tranziti kabi kichik yorqinlik o‘zgarishlarini o‘lchashda tasvirning tashqi ko‘rinishi uning ilmiy sifatini to‘liq ifodalamaydi. Detektorning elektron siljishi, qorong‘ilik toki va piksel sezgirligining farqlari fotometrik signalga qo‘shiladi. Differensial fotometriya umumiy atmosfera o‘zgarishlarini susaytiradi, ammo nishon va taqqoslash yulduzlari turli piksellarga tushgani sababli detektor xatolari to‘liq bekor bo‘lmaydi. Maqsad kalibrlash bosqichlarining xatolar budjetidagi o‘rnini ajratish va ularni kuzatuv qatori darajasida tekshirish mezonlarini asoslashdir.

Burxonov va hammualliflar ishchi tasvirlarga ishlov berishdan oldin kalibrlash kadrlarini turi, ekspozitsiyasi va filtri bo‘yicha ajratishni bayon qilgan [5; 43–44]. Ushbu tartib differensial fotometriyada ham zarur: nishon va tayanch yulduz bir kadrda joylashgani tasvirning barcha nuqsonlari o‘zaro bekor bo‘lishini anglatmaydi. Bu ishda qo‘llanmadagi amaliy ketma-ketlikning o‘lchash noaniqligiga ta’siri ko‘rib chiqiladi.

Kalibrlashning matematik modeli

Bir xil elektron kuchaytirish koeffitsiyenti va o‘qish rejimida olingan tasvirlar uchun quyidagi modelni qaraymiz [1]:

$$C_i = (R_i - B_i - \alpha D_i) / f_i, \quad \alpha = t_s / t_D. \quad (1)$$

Bu yerda i piksel indeksi; R xom ilmiy kadr; B birlashtirilgan bias; D biasdan tozalangan birlashtirilgan dark; f kalibrlangan va birlik medianaga normallashtirilgan flat; t_s va t_D mos ekspozitsiya davomiyliklari. R, B va D qiymatlari ADU birlikda, f va α o‘lchamsiz. Darkni vaqt bo‘yicha masshtablash faqat detektor harorati mos va qorong‘ilik signali vaqtga chiziqli bog‘liq bo‘lganda asosli. Mos ekspozitsiyali, biasni o‘z ichiga olgan dark ayirilsa, biasni qayta ayirish mumkin emas. Flatning o‘zi ham tegishli bias va darkdan tozalanadi [1].

Qo‘llanmadagi IRAF misolida umumlashtirilgan kalibrlash kadrlari zerocombine, darkcombine va flatcombine bilan tayyorlanadi, ishchi kadrga tuzatishlar esa ccdproc orqali kiritiladi [5; 47–66]. Darklar ekspozitsiya bo‘yicha, flatlar filtr bo‘yicha guruhlanadi. Masalan, R filtrida 60 soniya davomida olingan tasvir uchun shu filtrdagi flat va mos ekspozitsiyali dark tanlanadi. (1) formuladagi vaqt bo‘yicha masshtablash esa faqat yuqorida ko‘rsatilgan shartlar bajarilganda qo‘llanadigan umumlashtirishdir.

X = R − B − αD deb olinsa, birinchi tartibli noaniqlik tarqalishi quyidagicha yoziladi:

$$Var(C) \approx Var(X)/f^2 + X^2 Var(f)/f^4 - 2X\, Cov(X,f)/f^3. \quad (2)$$

X va f mustaqil bo‘lsa kovariatsiya hadi yo‘qoladi. R, B va D ham mustaqil, α aniq deb qaralganda Var(X) = Var(R) + Var(B) + α²Var(D). Biroq bir xil master bias dark va flatni tayyorlashda ishlatilsa, mustaqillik taxmini buzilishi mumkin. Shuning uchun (2) ifodaning soddalashtirilgan ko‘rinishi har qanday kalibrlash zanjiriga avtomatik tatbiq etilmaydi.

Fotometrik xatoga o‘tish mexanizmlari

Nishonning fon ayirilgan apertura signali T, taqqoslash yulduzlari signallari yig‘indisi E bo‘lsin. Nisbiy oqim q = T/E uchun differensiallash quyidagi munosabatni beradi:

$$\Delta q/q \approx \Delta T/T - \Delta E/E. \quad (3)$$

Agar additiv qoldiq signal nishon uchun a_t, taqqoslash ansambli uchun a_e bo‘lsa, $\Delta q/q \approx a_t/T - a_e/E$. Demak, bir xil mutlaq qoldiq xira yulduzga kattaroq nisbiy ta’sir qiladi. Mahalliy osmon foni bahosi bir tekis qoldiqning bir qismini yo‘qotishi mumkin; fazoviy gradient yoki issiq piksel esa saqlanib qoladi. Shu sababli bias va darkdagi tuzatishlarni mahalliy fonni ayirishning o‘zi bilan almashtirib bo‘lmaydi.

Multiplikativ qoldiqlar ε_t va ε_e kichik bo‘lganda $T' = T(1 + \varepsilon_t)$, $E' = E(1 + \varepsilon_e)$ dan $\Delta q/q \approx \varepsilon_t - \varepsilon_e$ kelib chiqadi. Bu tahliliy natija flat xatolarining differensial o‘lchovda faqat umumiy qismi bekor bo‘lishini ko‘rsatadi. Yulduz markazi siljishi yoki tasvir profili o‘zgarishi piksel xatolarining vaznini o‘zgartirib, vaqt bo‘yicha trend hosil qilishi mumkin. Flatdagi barcha notekislikni faqat kvant

samaradorligi farqi deb talqin qilish ham cheklangan: piksel geometriyasi bilan bog‘liq ta’sirlar alohida tekshiruvni talab qiladi [2].

Kalibrlash fizik foton shovqini yoki ilmiy kadrning o‘qish shovqinini yo‘q qilmaydi. Mustaqil, bir xil dispersiyali N ta tayanch kadrning oddiy o‘rtachasida tasodifiy dispersiya N marta kamayadi; bu qoida umumiy tizimli xatoga taalluqli emas. Median yoki chet qiymatlarni rad etib birlashtirishda samarali dispersiya tanlangan algoritmga bog‘liq. Shu bois ko‘proq tayanch kadr olish bilan noto‘g‘ri harorat, filtr yoki optik konfiguratsiyani qoplab bo‘lmaydi.

Oqimdagi xatoni yulduz kattaligiga o‘tkazish Pogson munosabatiga tayanadi [5; 23–24]. $\Delta m = -2{,}5 \log_{10} q$ uchun kichik o‘zgarishda $\delta(\Delta m) \approx -1{,}0857 \cdot \delta q/q$. Demak, nisbiy oqimning 0,1 foizlik qoldiq xatosi taxminan 0,00109 magnituda, ya’ni 1,09 millimagnituda siljishga mos keladi. Bu qiymat kuzatuv natijasi emas, logarifmik bog‘lanishdan olingan hisobiy misoldir.

Qiyosiy tekshirish metodikasi

Amaliy tekshiruv uchun bir kuzatuv qatori uch xil ishlanadi: faqat bias tuzatish; bias va biasdan tozalangan dark tuzatish; to‘liq bias, dark va flat kalibrlash. Birinchi ikki variant yakuniy ilmiy mahsulot sifatida emas, bosqichlarning ta’sirini ajratadigan nazorat sifatida olinadi. Har bir variantda kadrlar to‘plami, apertura, fon halqasi, taqqoslash yulduzlari va vaqt intervallari bir xil saqlanadi. To‘yingan yoki chiziqli javob chegarasidan chiqqan yulduzlar tahlilga kiritilmaydi.

Har bir bosqichda tasvirning o‘rtacha foni, tarqoqligi va chekka piksel qiymatlari tekshiriladi. Qo‘llanmada buning uchun imstat, sarlavha ma’lumotlari uchun hselect, ishlov berish holati uchun ccdlist ishlatilgan [5; 50–66]. Mazkur tekshiruvni natija jurnaliga kiritish noto‘g‘ri filtr yoki ekspozitsiya tanlanganini aniqlashga yordam beradi. Fotometriyaga o‘tishda esa yulduz markazlari, FWHM va yulduzsiz sohadagi fon tarqoqligi qayta baholanadi [5; 69–76].

Nisbiy oqim tranzitdan tashqari bir xil interval bo‘yicha normallashtiriladi. Sifat uch yo‘l bilan baholanadi: shu intervaldagi qoldiqlarning o‘rtacha kvadratik tarqoqligi; alohida nazorat yulduzining barqarorligi; qoldiqlarning yulduz markazi koordinatalari va osmon foni bilan bog‘liqligi. Nazorat yulduzi taqqoslash ansambliga kiritilmaydi. Vaqt bo‘yicha guruhlangan qoldiqlar tarqoqligi ham tekshiriladi, chunki korrelyatsiyalangan shovqin tranzit ahamiyatliligini faqat oq shovqin modeliga nisbatan pasaytirishi mumkin [3].

Natijalarni taqqoslashda bir variant uchun kuchliroq trend olib tashlashga yo‘l qo‘yilmaydi: bu kalibrlash ta’sirini yashiradi. Har bir variantning aniqlik bahosi bilan birga ishlatilgan master kadrlar soni, harorat, ekspozitsiya va rad etish mezonlari qayd etiladi. AstroImageJ tasvirlarni kalibrlash hamda ko‘p yulduzli differensial fotometriyani bir muhitda bajarishga imkon beradi [4]; biroq dastur bergan formal xato qoldiq tizimli ta’sirlarning barchasini qamrab olgan deb olinmaydi.

Xulosa

Kalibrlashning foydasi detektor xatolarining kamayishi bilan tayanch kadrlardan qo‘shiladigan noaniqlik o‘rtasidagi nisbatda namoyon bo‘ladi. Qo‘llanmadagi saralash va tekshirish bosqichlari bu nisbatni nazorat qilish uchun amaliy asos beradi. Additiv qoldiqning ta’siri yulduz signaliga, flat qoldig‘ining ta’siri esa nishon va taqqoslash yulduzlari tushgan piksellarga bog‘liq. Shu sababli sifatni yakuniy differensial egri chiziq va alohida nazorat yulduzi bilan tekshirish lozim. Aniqlikning miqdoriy yaxshilanishini baholash uchun real kuzatuv qatori talab etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Astropy Project. CCD Data Reduction Guide. Calibrating the flats. 2.0.1-nashr. https://www.astropy.org/ccd-reduction-and-photometry-guide/v/2.0.1/notebooks/05-03-Calibrating-the-flats.html (murojaat: 28.09.2026).

2. Baumer M. va boshq. Is Flat Fielding Safe for Precision CCD Astronomy? 2017. arXiv:1706.07400. https://doi.org/10.1088/1538-3873/aa749f

3. Pont F., Zucker S., Queloz D. The effect of red noise on planetary transit detection. MNRAS. 2006. 373. 231–242. https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2006.11012.x

4. Collins K. A., Kielkopf J. F., Stassun K. G., Hessman F. V. AstroImageJ: Image Processing and Photometric Extraction for Ultra-Precise Astronomical Light Curves. AJ. 2017. 153. 77. https://doi.org/10.3847/1538-3881/153/2/77

5. Burxonov O. A., Axunov T. A., Xamrakulov F. B., Nurmamatov Sh. E. Astronomik tasvirlarni qayta ishlash. O‘quv qo‘llanma. Toshkent: ZEBO PRINTS, 2026. 134 b.

EKZOSAYYORA TRANZITI VA SOXTA SIGNALLARNI (FALSE POSITIVES) FARQLASHNING ASOSIY FOTOMETRIK MEZONLARI

Xabibullayeva Zulfizar Bahriddin qizi[1]
Azizova Asalxon Azizovna[2]
1. CHDPU, Fizika kafedrasi 1-bosqich magistranti
2. CHDPU, Fizika kafedrasi 4-bosqich talabasi

Annotatsiya. Tezisda ekzosayyora tranzitiga o‘xshash fotometrik pasayishlarning fizik kelib chiqishi qiyosiy tahlil qilinadi. Yorug‘lik egri chizig‘ining U-simon va V-simon shakllari tranzit geometriyasi bilan bog‘lanib, fondagi tutiluvchan qo‘shaloq yulduzlar, qo‘shimcha yorug‘lik va yulduz o‘zgaruvchanligining ta’siri yoritiladi. Shakliy tahlilni toq–juft minimumlar, ikkilamchi tutilish, signal manbasini lokalizatsiyalash va rangga bog‘liqlik bilan birlashtirish asoslanadi. Bitta belgiga tayanish o‘rniga, o‘zaro mos keluvchi dalillar asosida nomzodni baholash zarurligi ko‘rsatiladi.

Kalit so‘zlar: ekzosayyora, tranzit fotometriyasi, soxta ijobiy signal, tutiluvchan qo‘shaloq yulduz, impakt parametr, yorug‘lik egri chizig‘i.

Kirish

Yulduz yorug‘ligining davriy kamayishi uning oldidan sayyora o‘tganini ko‘rsatishi mumkin, biroq bunday pasayish o‘z-o‘zidan sayyora mavjudligini tasdiqlamaydi. Tutiluvchan qo‘shaloq tizimlar, kuzatuv aperturasidagi qo‘shni manbalar va yulduz o‘zgaruvchanligi o‘xshash signallarni hosil qiladi. Astrofizik false positive – haqiqiy o‘zgarish kuzatilgan, ammo u noto‘g‘ri ravishda sayyoraga nisbat berilgan holatdir. Asbob yoki ma’lumotlarni qayta ishlash sababli paydo bo‘lgan pasayish esa instrumental artefakt bo‘lib, uni astrofizik hodisadan ajratish lozim [1; 2].

Tadqiqotning maqsadi – tranzit shaklining diagnostik imkoniyatlari va cheklovlarini aniqlash, sayyoraviy talqinni tekshiruvchi asosiy fotometrik mezonlarni umumlashtirish. Ish nazariy-qiyosiy xususiyatga ega; unda yangi kuzatuv natijasi yoki muayyan nomzodning tasdiqlangani da’vo qilinmaydi.

Tranzit shaklining fizik-geometrik mazmuni

Sayyora yulduz diskining bir qismini to‘sadi. Yulduz sirti bir xil yorqinlikka ega, sayyora optik diapazonda qorong‘i va kuzatuvga begona yorug‘lik qo‘shilmagan ideal holatda, sayyora diski to‘liq yulduz proyeksiyasi ichida bo‘lganda:

$$k = \frac{R_p}{R_\star}, \qquad \delta = 1 - \frac{F_{tr}}{F_{out}} = k^2. \qquad (1)$$

Bu yerda R_p va $R_\star$ – sayyora hamda yulduz radiuslari; F_{tr} va F_{out} – tranzitdagi va undan tashqaridagi oqimlar. Haqiqiy yulduzning chetga tomon qorayishi tranzit tubini egri qiladi, shuning uchun kuzatilgan eng katta chuqurlik har doim k^2 ga teng bo‘lavermaydi [3].

Aylana orbitada impakt parametr $b = (a/R_\star)cosi$ orqali aniqlanadi; bunda a – katta yarim o‘q, i – orbita qiyaligi. $k < 1$ va $b < 1 - k$ bo‘lsa, sayyora diski bir muddat to‘liq yulduz proyeksiyasi ichida joylashadi. Kirish, to‘liq ustma-ust tushish va chiqish bosqichlari ajralib, ko‘pincha U-simon egri chiziq kuzatiladi. Aksincha, $1 - k < b < 1 + k$ shartida chekka, ya’ni grazing tranzit yuz beradi: yassi tub bo‘lmaydi va haqiqiy sayyora ham V-simon signal berishi mumkin [3; 4].

Birinchi–to‘rtinchi kontakt oralig‘i T_{14}, ikkinchi–uchinchi kontakt oralig‘i T_{23} bilan belgilansin. Proyeksiyadagi tezlik deyarli o‘zgarmasa, to‘liq ustma-ust tushish mavjud holatda geometrik munosabat quyidagicha:

$$q = \frac{T_{23}}{T_{14}} \simeq \sqrt{\frac{(1-k)^2 - b^2}{(1+k)^2 - b^2}}. \qquad (2)$$

Demak, tub davomiyligining umumiy davomiylikka nisbati obyekt tabiatidan tashqari geometriyaga ham bog‘liq. Ekspozitsiyaning uzoqligi kontaktlarni silliqlashtiradi, shovqin esa qisqa tubni yashiradi. Shu sababli U/V tasnifi qat’iy mezon emas; modelni ekspozitsiya oralig‘ida o‘rtachalab kuzatuv bilan taqqoslash zarur.

Soxta signallarning kelib chiqishi: qiyosiy tahlil

Asosiy nishon bilan bir aperturada ko‘rinadigan xira tutiluvchan qo‘shaloq yulduz xavfli taqlid manbasidir. Uning chuqur tutilishi yorqin nishon oqimi bilan qo‘shilganda sayyora tranzitidek sayozlashadi. Bu holat fondagi tizimda ham, nishonga fizik bog‘langan ko‘p yulduzli tizimda ham yuz berishi mumkin [2; 5].

$$\delta_{obs} = \delta_{EB}\frac{F_{EB}}{F_{tar} + F_{EB}}. \qquad (3)$$

Bu yerda F_{EB} – qo‘shaloq tizimning tutilishdan tashqari oqimi, F_{tar} – boshqa nishon oqimi. Namunaviy hisobda qo‘shaloq tizim umumiy oqimning 2 foizini bersa va uning o‘z yorug‘ligi 50 foizga kamaysa, kuzatilgan pasayish $0{,}02 \times 0{,}50 = 0{,}01$, ya’ni 1 foiz bo‘ladi. Bu kuzatuv emas, sayozlikning o‘zi sayyoraviylikni isbotlamasligini ko‘rsatuvchi hisobiy misoldir.

1-jadval. O‘xshash fotometrik signallarni qiyoslash

Signal manbasi	Ko‘p uchraydigan ko‘rinish	Talqindagi cheklov
To‘liq ustma-ust tushuvchi sayyora	U-simon, kirish va chiqish ajraladi	Tutiluvchan yulduz ham shu shaklni bera oladi
Chekka sayyora tranziti	V-simon, yassi tubsiz	Faqat V shakliga qarab rad etilmaydi
Yorug‘ligi aralashgan qo‘shaloq tizim	Sayoz U yoki V minimum	Qo‘shimcha oqim haqiqiy tutilishni suyultiradi
Dog‘li yoki pulsatsiyalanuvchi yulduz	Ko‘pincha silliq, sinusoidal yoki asimmetrik	Qisqa kuzatuv va detrending tranzitga o‘xshatishi mumkin

Jadvaldagi belgilar [1–5] asosida umumlashtirildi. Xususan, o‘zgaruvchan yulduzlarning barcha minimumlarini V-simon deb hisoblash noto‘g‘ri. Ularning farqlovchi xususiyati ko‘pincha tranzitdan tashqaridagi uzluksiz o‘zgarish, minimum shaklining evolyutsiyasi va rangga bog‘liqlikdir. Biroq yulduz faolligi haqiqiy sayyora tranziti bilan bir vaqtda ham mavjud bo‘lishi mumkin.

Bir-birini to‘ldiruvchi fotometrik tekshiruvlar

Davriylik va toq–juft minimumlar. Bir xil davrda takrorlanish tranzit talqinini qo‘llab-quvvatlaydi, lekin qo‘shaloq yulduz ham davriy tutiladi. Qidiruv algoritmi uning haqiqiy davrini ikki marta kichik aniqlasa, birlamchi va ikkilamchi minimumlar navbatma-navbat keladi. Mustaqil baholangan chuqurliklar uchun farqning ahamiyati:

$$S_{oe} = \frac{|\delta_{odd} - \delta_{even}|}{\sqrt{\sigma_{odd}^2 + \sigma_{even}^2}}. \qquad (4)$$

Bu yerda σ – chuqurlik noaniqligi. Katta farq qo‘shaloq tizimga shubhani kuchaytiradi; farqning aniqlanmasligi esa shovqin yoki komponentlarning o‘xshashligi bilan izohlanishi mumkin. Qaror chegarasi ma’lumot sifati va tekshiruvlar soniga mos tanlanadi [1].

Ikkilamchi tutilish va fazaviy o‘zgarish. Yorqin ikkilamchi minimum yoki kuchli ellipsoidal modulyatsiya yulduz yo‘ldoshga xos bo‘lishi mumkin.

Ammo issiq sayyora ham ikkilamchi tutilish beradi. Uning chuqurligi sayyoraning qaytargan va issiqlik nurlanishidan kutiladigan oqim bilan taqqoslanadi. Ekssentrik orbitada ikkilamchi hodisa fazaning aynan 0,5 nuqtasiga to‘g‘ri kelishi shart emas [2].

Signal joylashuvi va rang. Tranzit ichidagi va tashqarisidagi tasvirlar farqi pasayish qaysi manbadan kelayotganini tekshirishga yordam beradi. Turli aperturalar va qo‘shni yulduzlarning alohida fotometriyasi ham foydali; sentroid siljishining yo‘qligi ajratilmagan manbani mutlaq inkor etmaydi [1]. Filtrlar bo‘yicha taqqoslashda xom chuqurlik emas, chetga tomon qorayish hamda qo‘shimcha oqim hisobga olingan radius nisbati tekshiriladi. O‘xshash rangli qo‘shaloq komponentlar deyarli axromatik signal berishi mumkin [5].

Fizik moslik va ma’lumot sifati. Aylana orbita va kichik yo‘ldosh massasi farazida tranzitdan olinadigan yulduz zichligi $\rho_\star \simeq 3\pi(a/R_\star)^3/(GP^2)$ mustaqil yulduz tavsifi bilan solishtiriladi; bunda P – davr, G – gravitatsiya doimiysi [4]. Nomoslikni darhol soxta signal deb talqin qilish mumkin emas: ekssentrisitet va qo‘shimcha oqim ham uni keltirib chiqaradi. Shuningdek, normalash bazasi, atmosfera shaffofligi, tasvir siljishi va vaqt bo‘yicha korrelyatsiyalangan qoldiqlar tekshiriladi.

Muhokama va xulosa

Mezonlar “U – sayyora, V – qo‘shaloq yulduz” qoidasi emas, muqobil fizik ssenariylarni ketma-ket cheklovchi dalillar tizimini hosil qiladi. Avval signalning instrumental emasligi va manbasi tekshiriladi; so‘ng takrorlanish, kontaktlar, minimumlar hamda ko‘p filtrli moslik baholanadi. Bu tekshiruvlar umumiy ma’lumotlardan foydalanishi mumkinligi sababli ularning dalillarini mustaqil deb hisoblab, ehtimollarni oddiy ko‘paytirish to‘g‘ri emas.

Fotometriya nomzodni saralashda kuchli, lekin bitta tranzit shakli yakuniy tasdiq uchun yetarli emas. Ishonchli xulosa sayyora va soxta signal modellarini birgalikda solishtirish, mavjud bo‘lsa yuqori ajratuvchan tasvirlash hamda spektroskopik dalillar bilan asoslanadi [2]. Dalillar yetarli bo‘lmagan holatda obyekt “nomzod ekzosayyora” maqomida qolishi ilmiy jihatdan to‘g‘ridir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Guerrero N. M. et al. The TESS Objects of Interest Catalog from the TESS Prime Mission // The Astrophysical Journal Supplement Series. – 2021. – Vol. 254. – Art. 39. – DOI: 10.3847/1538-4365/abefe1.
2. Morton T. D. An Efficient Automated Validation Procedure for Exoplanet Transit Candidates // The Astrophysical Journal. – 2012. – Vol. 761. – Art. 6. – DOI: 10.1088/0004-637X/761/1/6.
3. Mandel K., Agol E. Analytic Light Curves for Planetary Transit Searches // The Astrophysical Journal Letters. – 2002. – Vol. 580. – P. L171–L175. – DOI: 10.1086/345520.
4. Seager S., Mallén-Ornelas G. A Unique Solution of Planet and Star Parameters from an Extrasolar Planet Transit Light Curve // The Astrophysical Journal. – 2003. – Vol. 585. – P. 1038–1055. – DOI: 10.1086/346105.

5. Parviainen H. et al. Multicolour photometry for exoplanet candidate validation // Astronomy & Astrophysics. – 2019. – Vol. 630. – Art. A89. – DOI: 10.1051/0004-6361/201935709

KO‘P FILTRLI FOTOMETRIYADA TRANZIT CHUQURLIGI O‘ZGARISHLARI VA YULDUZ SIRTI QORAYISHI (LIMB DARKENING) EFFEKTINING O‘ZARO BOG‘LIQLIGI

Xabibullayeva Zulfizar Bahriddin qizi
CHDPU, Fizika kafedrasi 1-bosqich magistranti

Annotatsiya. Tezisda B, V, R va I filtrlardagi tranzit fotometriyasining fizik mazmuni yulduz diskining chetga tomon qorayishi bilan bog‘lab tahlil qilinadi. Kvadratik qorayish qonuni asosida geometrik va kuzatiladigan tranzit chuqurliklari o‘rtasidagi farq keltirib chiqariladi. Bir xil radius nisbatida filtrga bog‘liq chuqurliklar yuzaga kelishi namunaviy hisob bilan ko‘rsatiladi. Filtr tanlovi, kuzatuvlarning bir vaqtdaligi, qo‘shimcha yorug‘lik va yulduz faolligini hisobga oluvchi birgalikdagi modellashtirish tamoyillari asoslanadi.

Kalit so‘zlar: ko‘p filtrli fotometriya, tranzit chuqurligi, limb darkening, axromatiklik, radiuslar nisbati, spektral filtr.

Kirish

Tranzitning turli spektral diapazonlarda kuzatilishi uning sayyoraviy talqinini tekshirish va radius nisbatini aniqlashtirish imkonini beradi. Biroq “haqiqiy sayyora barcha filtrlarda aynan teng chuqurlik beradi” degan qoida fizik jihatdan to‘liq emas. Yulduz sirti yorqinligi bir tekis taqsimlanmaganligi sababli aynan bir sayyora B, V, R va I filtrlarda turlicha egri chiziq hosil qilishi mumkin [1; 2].

Mazkur ishning maqsadi – tranzitning geometrik axromatikligi bilan kuzatilgan fotometrik chuqurlikning rangga bog‘liqligi orasidagi farqni matematik asoslash. Tahlil nazariy xarakterga ega: namunaviy koeffitsiyentlar muayyan yulduzdan o‘lchangan qiymatlar emas. Tadqiqotda yulduz sferik, sayyora optik jihatdan qorong‘i deb olinadi; boshlang‘ich modelda dog‘lar, qo‘shimcha manba va sayyora atmosferasining radiusga ta’siri chetga chiqariladi.

Chetga tomon qorayishning fizik va matematik modeli

Yulduz diski markazi yo‘nalishida odatiy fotosferaning chuqurroq va issiqroq qatlamlari ko‘rinadi. Disk chetiga yaqin yo‘nalishda esa nurlanish yuqoriroq, nisbatan sovuq qatlamlardan chiqadi. Natijada sirt intensivligi chetga tomon kamayadi. Ta’sirning kattaligi to‘lqin uzunligi, fotosfera tuzilishi va kuzatuv diapazoniga bog‘liq; uni faqat filtrning nomi bilan aniqlab bo‘lmaydi [2; 3].

Sirt normali bilan kuzatish yo‘nalishi orasidagi burchak θ, disk markazidan proyeksiyadagi masofa r bo‘lsa, $\mu = cos\theta = \sqrt{1-(r/R_\star)^2}$. Demak, markazda $\mu = 1$, chetda $\mu = 0$. j-filtr uchun kvadratik qonun:

$$\frac{I_j(\mu)}{I_j(1)} = 1 - u_{1,j}(1-\mu) - u_{2,j}(1-\mu)^2. \qquad (1)$$

Bu yerda I_j – filtr bo‘yicha integrallangan intensivlik, $u_{1,j}$ va $u_{2,j}$ – qorayish koeffitsiyentlari. Ular yulduzning effektiv temperaturasi, sirt gravitatsiyasi, metalligi va asbobning spektral javobiga mos tanlanadi [2]. Intensivlik musbat va markazdan chetga monoton kamayishi uchun, masalan, $u_{1,j} > 0,\ u_{1,j} + 2u_{2,j} > 0$ va $u_{1,j} + u_{2,j} < 1$ shartlari qo‘yiladi. Har ikki koeffitsiyentning to‘lqin uzunligi bilan alohida monoton o‘zgarishi esa umumiy qonun emas.

Disk bo‘yicha o‘rtacha intensivlik halqalar yuzasi bo‘yicha integrallashdan topiladi:

$$\langle I_j \rangle = 2\int_0^1 I_j(\mu)\mu\, d\mu = I_j(1)\left(1 - \frac{u_{1,j}}{3} - \frac{u_{2,j}}{6}\right). \qquad (2)$$

(2) dagi ifoda fotosferaning lokal yorqinligini butun diskning o‘rtacha yorqinligi bilan to‘g‘ri taqqoslash imkonini beradi. Aynan shu normalashni e’tiborsiz qoldirish xom tranzit chuqurligidan radius nisbatini noto‘g‘ri baholashga olib keladi [1; 3].

Geometrik axromatiklik va kuzatiladigan chuqurlik

Atmosferaning spektral ta’siri e’tiborsiz bo‘lganda radiuslar nisbati $k = R_p/R_\star$ barcha filtrlarda bir xil bo‘ladi. Kichik sayyora yaqinlashuvida, uning diski to‘liq yulduz proyeksiyasi ichida joylashganda va to‘silgan sohada intensivlik o‘zgarishi kichik bo‘lsa [1]:

$$\delta_j(t) \simeq k^2 \frac{1 - u_{1,j}[1-\mu(t)] - u_{2,j}[1-\mu(t)]^2}{1 - u_{1,j}/3 - u_{2,j}/6}. \qquad (3)$$

Geometrik chuqurlik $\delta_{geom} = k^2$ o‘zgarmasa ham, (3) dagi intensivlik nisbati filtrga bog‘liq. Markaziy tranzitning o‘rta nuqtasida $\mu = 1$ va $\delta_{j,0} \simeq k^2/\left(1 - u_{1,j}/3 - u_{2,j}/6\right)$. Shunday qilib, axromatiklikning tekshiriladigan mazmuni xom minimumlarning tengligi emas, tegishli yulduz modeli bilan olingan umumiy k ning mosligidir.

Kirish va chiqishda sayyora avval qorong‘iroq chekka hududlarni, keyin yorqinroq qismlarni to‘sadi. Qorayish kuchli bo‘lsa, tranzit tubining egriligi ortadi; kontaktlar yaqinidagi qiyalik ham o‘zgaradi. (3) formula qisman ustma-ust tushish uchun yaroqli emas: u yerda ikki disk kesishgan yuzadagi intensivlik integrallanishi kerak. Kuzatuv bilan solishtirishda model ekspozitsiya davomiyligi bo‘yicha ham o‘rtachalanadi.

1-jadval. Bir xil sayyora uchun ko‘p filtrli namunaviy hisob

Filtr	u_1	u_2	δ_{geom}, **%**	δ_0, **%**
B	0,70	0,15	0,640	0,863
V	0,50	0,20	0,640	0,800
R	0,35	0,25	0,640	0,760
I	0,25	0,20	0,640	0,725

Hisob $k = 0{,}08$ va markaziy tranzit uchun (3) asosida bajarildi. Koeffitsiyentlar faqat effektni namoyish etish uchun tanlangan; ular atmosfera

jadvallaridan olingan yoki kuzatuvda o‘lchangan qiymatlar emas. B va I chuqurliklari farqi taxminan 0,138 foiz punktiga teng bo‘lsa-da, modeldagi sayyora radiusi barcha filtrlarda bir xil.

Impakt parametr o‘zgarsa, ranglar bo‘yicha tartib ham almashishi mumkin. Xuddi shu modelda $b = 0{,}8$ bo‘lganda tranzit o‘rtasida $\mu = 0{,}6$ va $\delta_B \simeq 0{,}601\%$, $\delta_I \simeq 0{,}629\%$ chiqadi. Demak, “ko‘k filtrda chuqurlik doimo kattaroq” degan xulosa ham noto‘g‘ri: natija tranzit yo‘li bilan intensivlik taqsimotining birgalikdagi ta’siridir.

Filtr tanlovi va birgalikdagi tahlil

Amalda filtr o‘tkazuvchanligining o‘zi yetarli emas. CCD qayd etadigan fotonlar uchun umumiy javob funksiyasi filtr, optika, detektor va yer atmosferasining o‘tkazuvchanligini qamrab oladi. $S_j(\lambda)$ ushbu o‘lchamsiz javob bo‘lsa, normalangan profil [3]:

$$\frac{I_j(\mu)}{I_j(1)} = \frac{\int I_\lambda(\mu) S_j(\lambda) \lambda \, d\lambda}{\int I_\lambda(1) S_j(\lambda) \lambda \, d\lambda}. \qquad (4)$$

λ ko‘paytuvchisi energiyaviy intensivlikni fotonlar soniga o‘tkazishdan keladi; umumiy $1/(hc)$ omili qisqaradi. Javob funksiyasiga bu og‘irlik oldindan kiritilgan bo‘lsa, uni takroran qo‘llash mumkin emas. Shuning uchun bir xil B, V, R yoki I nomli turli asbob filtrlari uchun ham mos koeffitsiyentlar tekshiriladi.

Keng ajratilgan ko‘k va qizil diapazonlar rang farqlariga sezgirlikni oshiradi, ammo xira yoki sovuq yulduzning B filtridagi fotonlar soni yetarli bo‘lmasligi mumkin. R va I tanlovi ham avtomatik ravishda eng yaxshi aniqlikni kafolatlamaydi: osmon foni, detektor sezgirligi va tasvir sifati hisobga olinadi. Amaliy tanlov kutiladigan rang farqini o‘lchash noaniqligi bilan solishtirishga asoslanadi. Kirish–chiqishni ajratadigan vaqt qadami hamda tranzitdan oldingi va keyingi bazaviy kuzatuvlar saqlanishi kerak.

Kuzatuvlarni imkon qadar bir vaqtda olish filtrlar orasidagi farqni yulduzning vaqt bo‘yicha o‘zgarishidan ajratishga yordam beradi [4]. Birgalikdagi modelda orbital davr, geometriya va, axromatik boshlang‘ich gipotezada, k umumiy olinadi; qorayish, bazaviy trend va shovqin parametrlari har filtr uchun alohida baholanadi. Nazariy koeffitsiyentlarni noaniqliksiz qotirib qo‘yish radiusda sistematik siljish keltirishi mumkin [3].

Qo‘shimcha manba mavjud bo‘lsa, $f_j = F_{cont,j}/F_{\star,j}$ belgilash orqali suyultirilgan chuqurlik $\delta_{obs,j} = \delta_j/(1 + f_j)$ bo‘ladi [4]. Yulduz dog‘lari va yorqin faol hududlar ham rangga bog‘liq o‘zgarish keltiradi [5]. Shuning uchun qoldiq xromatiklikni darhol qo‘shaloq yulduzga yoki sayyora atmosferasiga nisbat berishdan oldin ushbu muqobil sabablar tekshiriladi.

Xulosa

Ko‘p filtrli fotometriyaning asosiy afzalligi chuqurliklarni oddiy solishtirish emas, geometriya, yulduz atmosferasi va qo‘shimcha oqimni birgalikda cheklashdir. Namunaviy hisob bir xil radius nisbatidagi haqiqiy sayyora filtrlar bo‘yicha turli minimumlar berishini ko‘rsatdi. Ishonchli tekshiruv

umumiy radius modeli, filtrga mos qorayish koeffitsiyentlari va real fotometrik noaniqliklar bilan amalga oshiriladi. Xom chuqurlik farqi sayyoraviylikni rad etmaydi; farqning yo‘qligi esa uni yakka o‘zi tasdiqlamaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mandel K., Agol E. Analytic Light Curves for Planetary Transit Searches // The Astrophysical Journal Letters. – 2002. – Vol. 580. – P. L171–L175. – DOI: 10.1086/345520.

2. Claret A., Bloemen S. Gravity and limb-darkening coefficients for the Kepler, CoRoT, Spitzer, uvby, UBVRIJHK, and Sloan photometric systems // Astronomy & Astrophysics. – 2011. – Vol. 529. – Art. A75. – DOI: 10.1051/0004-6361/201116451.

3. Espinoza N., Jordán A. Limb darkening and exoplanets: testing stellar model atmospheres and identifying biases in transit parameters // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2015. – Vol. 450. – P. 1879–1899. – DOI: 10.1093/mnras/stv744.

4. Parviainen H. et al. Multicolour photometry for exoplanet candidate validation // Astronomy & Astrophysics. – 2019. – Vol. 630. – Art. A89. – DOI: 10.1051/0004-6361/201935709.

5. Rackham B. V., Apai D., Giampapa M. S. The Transit Light Source Effect: False Spectral Features and Incorrect Densities for M-dwarf Transiting Planets // The Astrophysical Journal. – 2018. – Vol. 853. – Art. 122. – DOI: 10.3847/1538-4357/aaa08c.

EKZOSAYYORALAR TRANZIT GEOMETRIYASINING ASOSIY FIZIK PARAMETRLARI: RADIUSLAR NISBATI VA ORBITA QIYALIGI TAHLILI

Azizova Asalxon Azizovna
CHDPU, Fizika kafedrasi 4-bosqich talabasi

Annotatsiya. Ushbu tezisda ekzosayyoralarni tranzit usuli yordamida tadqiq qilishda yorug‘lik egri chizig‘ining shakllanishini belgilovchi asosiy fizik-geometrik parametrlar tahlil qilinadi. Sayyora va yulduz radiuslari nisbati Rp/R★ ning tranzit chuqurligi bilan bog‘liqligi, orbital qiyalik i va impakt parametr b ning tranzit davomiyligi hamda yorug‘lik egri chizig‘i morfologiyasiga ta’siri ko‘rib chiqiladi. Radiuslar nisbati, orbital masofa va tranzit xordasi o‘rtasidagi geometrik bog‘lanishlar asosida kuzatilayotgan fotometrik signalning fizik mazmuni izohlanadi. Tranzit parametrlarini alohida emas, balki o‘zaro bog‘langan parametrlar tizimi sifatida baholash zarurligi ko‘rsatiladi.

Kalit so‘zlar: ekzosayyora, tranzit usuli, yorug‘lik egri chizig‘i, tranzit chuqurligi, sayyora radiusi, yulduz radiusi, orbita qiyaligi, impakt parametr, tranzit davomiyligi, fotometriya.

Kirish

Ekzosayyoralarni aniqlash va ularning asosiy fizik parametrlarini baholashda tranzit usuli zamonaviy kuzatuv astronomiyasining eng samarali metodlaridan biridir. Ushbu usul sayyora o‘z yulduzi diski oldidan kuzatuvchining ko‘rish chizig‘i bo‘ylab o‘tganida yulduz yorqinligining vaqtinchalik kamayishini qayd etishga asoslanadi. Yorqinlikning vaqtga bog‘liq o‘zgarishi tranzit yorug‘lik egri chizig‘i ko‘rinishida ifodalanadi. Uning chuqurligi, davomiyligi, kirish va chiqish bosqichlarining uzunligi hamda umumiy shakli sayyora-yulduz tizimining bir qator fizik va geometrik xususiyatlari haqida ma’lumot beradi [1–3].

Tranzit hodisasining muhim jihati shundaki, kuzatilayotgan yorug‘lik pasayishi faqat sayyoraning mavjudligini ko‘rsatib qolmay, uning o‘lchami va orbital geometriyasini ham aniqlash imkonini beradi. Xususan, sayyora va yulduz radiuslari nisbati tranzit chuqurligi bilan, orbita qiyaligi va impakt parametr esa sayyoraning yulduz diski bo‘ylab o‘tadigan yo‘lining uzunligi bilan bevosita bog‘liq. Shu sababli $R_p/R_\star$, i, b va $a/R_\star$ kabi parametrlar tranzit yorug‘lik egri chizig‘ini fizik talqin qilishda markaziy o‘rin egallaydi.

Sayyora va yulduz radiuslari nisbatining tranzit chuqurligiga ta’siri

Tranzit vaqtida sayyora yulduz diskining ma’lum qismini to‘sadi va kuzatuvchiga yetib kelayotgan umumiy yorug‘lik oqimi kamayadi. Eng sodda holda, yulduz diskining sirt yorqinligi bir xil deb qabul qilinsa, tranzit chuqurligi quyidagi munosabat orqali ifodalanadi:

$$\delta \approx (R_p / R_\star)^2$$

bu yerda δ – yulduz yorqinligining nisbiy kamayishi, R_p – sayyora radiusi, $R_\star$ esa yulduz radiusidir [1, 2]. Demak, kuzatilayotgan tranzit chuqurligi sayyora radiusining o‘ziga emas, balki sayyora va yulduz radiuslari nisbatining kvadratiga bog‘liq. Mazkur bog‘lanish tranzit fotometriyasining asosiy fizik munosabatlaridan biridir.

Masalan, agar $R_p/R_\star = 0{,}10$ bo‘lsa, nazariy tranzit chuqurligi $\delta = 0{,}01$, ya’ni yulduz yorqinligining taxminan 1 % kamayishiga teng bo‘ladi. Agar radiuslar nisbati 0,03 bo‘lsa, $\delta = 0{,}0009$ yoki 0,09 % (taxminan 900 ppm) ga teng bo‘ladi. Bu radiuslar nisbati kichraygani sari tranzit signalini aniqlash uchun yuqori fotometrik aniqlik talab qilinishini ko‘rsatadi.

Real yulduzlarning sirt yorqinligi bir xil emas. Yulduz diskining markazi odatda chekka qismlariga nisbatan yorqinroq ko‘rinadi; bu hodisa limb darkening, ya’ni disk chekkalarining qorayishi deb ataladi. Shu sababli $\delta = (R_p/R_\star)^2$ munosabati birinchi yaqinlashish sifatida qo‘llanadi, yuqori aniqlikdagi tranzitlarni modellashtirishda esa yulduz sirt yorqinligining radial taqsimoti ham hisobga olinadi [3]. Tranzit chuqurligidan sayyora radiusini aniqlash uchun yulduz radiusi mustaqil ravishda ma’lum bo‘lishi kerak:

$$R_p = R_\star\sqrt{\delta}$$

Shuning uchun yulduz radiusidagi noaniqlik sayyora radiusini aniqlash aniqligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Orbita qiyaligi va impakt parametrning fizik mazmuni

Tranzit sodir bo‘lishi uchun sayyora orbital tekisligi kuzatuvchining ko‘rish yo‘nalishiga deyarli yon tomondan yo‘nalgan bo‘lishi kerak. Orbita qiyaligi odatda i bilan belgilanadi. Agar i = 90° bo‘lsa, orbita kuzatuvchiga nisbatan ideal edge-on holatda joylashadi va sayyora yulduz diskining markaziga yaqin yo‘nalish bo‘ylab o‘tishi mumkin. Orbita qiyaligi 90° dan kamaygan sari sayyoraning yulduz markazidan o‘tish masofasi ortadi. Mazkur xususiyat impakt parametr b orqali tavsiflanadi. Aylana orbita uchun:

$$b = (a / R★) \cos i$$

bu yerda a – orbitaning katta yarim o‘qi. Impakt parametr tranzit o‘rtasida sayyora markazi bilan yulduz markazi orasidagi osmon tekisligiga proyeksiyalangan eng kichik masofani yulduz radiusi birliklarida ifodalaydi. b ≈ 0 bo‘lsa, sayyora yulduz diskining markaziga yaqin o‘tadi; 0 < b < 1 bo‘lsa, tranzit markazdan chetroqda sodir bo‘ladi; b qiymati 1 ga yaqinlashganda sayyora yulduz diskining chekka qismidan o‘tadi.

Sayyora radiusi ham hisobga olinsa, tranzit sodir bo‘lishining geometrik sharti taxminan b < 1 + Rp/R★ ko‘rinishda ifodalanadi. Sayyora diski ma’lum vaqt davomida to‘liq yulduz diski ustida joylashadigan to‘liq tranzit uchun esa b < 1 − Rp/R★ sharti bajarilishi lozim. Bu munosabatlardan orbital qiyalikdagi nisbatan kichik o‘zgarish ham, ayniqsa a/R★ qiymati katta bo‘lgan tizimlarda, impakt parametrni sezilarli o‘zgartirishi mumkinligi kelib chiqadi.

Orbita qiyaligi va impakt parametrning tranzit davomiyligiga ta’siri

Tranzit davomiyligi sayyoraning yulduz diski bo‘ylab bosib o‘tadigan xordasi uzunligi hamda orbital tezligi bilan belgilanadi. Aylana orbitada birinchi kontaktdan to‘rtinchi kontaktgacha bo‘lgan umumiy tranzit davomiyligi T14 uchun quyidagi geometrik ifodadan foydalanish mumkin [1, 4]:

$$T_{14} = (P / \pi) \arcsin[(R★ / a) \cdot \sqrt{((1 + k)^2 - b^2)} / \sin i], \quad k = Rp / R★$$

bu yerda P – orbital davr, a – katta yarim o‘q, i – orbita qiyaligi va b – impakt parametrdir. Ushbu ifoda tranzit davomiyligining faqat orbital davrga emas, balki orbital geometriyaga ham kuchli bog‘liqligini ko‘rsatadi. Markaziy tranzitda, ya’ni b ≈ 0 holatda, sayyora yulduz diski bo‘ylab mumkin bo‘lgan eng uzun xordani bosib o‘tadi va tranzit davomiyligi nisbatan katta bo‘ladi.

Orbita qiyaligi 90° dan chetlashganda b ortadi va sayyora yulduz markazidan uzoqroq trayektoriya bo‘ylab o‘tadi. Bunday holda tranzit xordasi qisqaradi:

$$L \approx 2R★\sqrt{((1 + k)^2 - b^2)}$$

Shunga mos ravishda tranzit davomiyligi ham kamayadi. Demak, boshqa parametrlar o‘zgarmagan holda impakt parametrning ortishi tranzit davomiyligining qisqarishiga olib keladi. Orbita qiyaligi yorug‘lik egri chizig‘i morfologiyasiga ham ta’sir qiladi. Markazga yaqin tranzitlarda egri chiziq aniq kirish, nisbatan tekis tub va chiqish bosqichlariga ega bo‘ladi. Yuqori b

qiymatlarida esa sayyora yulduz diskini to‘liq kesib o‘tmasligi mumkin va yorug‘lik egri chizig‘i ko‘proq V-simon shaklga yaqinlashadi.

Asosiy parametrlarning o‘zaro bog‘liqligi

Tranzit fotometriyasini tahlil qilishda Rp/R★, i, b va a/R★ parametrlarini bir-biridan mustaqil kattaliklar sifatida ko‘rib bo‘lmaydi. Tranzit chuqurligi asosan Rp/R★ ni belgilasa-da, yuqori impakt parametr va limb darkening tranzit tubining shakliga ta’sir qilib, radiuslar nisbatini baholashga ham ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shuningdek, b = (a/R★) cos i bog‘lanishi orbita qiyaligi, normallashtirilgan orbital masofa va impakt parametrning bevosita bog‘langanligini ko‘rsatadi. Shu sababli yorug‘lik egri chizig‘ini modellashtirish jarayonida ushbu parametrlar o‘rtasidagi korrelyatsiyalar e’tiborga olinishi lozim.

Yorug‘lik egri chizig‘ining uchta asosiy kuzatiladigan xarakteristikasi – chuqurligi, davomiyligi va shakli – turli fizik parametrlarning birgalikdagi ta’sirini aks ettiradi. Chuqurlik birinchi navbatda radiuslar nisbatini, davomiylik orbital geometriyani, kirish va chiqish bosqichlari esa radiuslar nisbati hamda impakt parametrning birgalikdagi ta’sirini ifodalaydi. Yetarlicha yuqori sifatli tranzit kuzatuvlari sayyora-yulduz tizimining fizik xususiyatlarini yanada aniq baholashga imkon beradi [2].

Xulosa

Ekzosayyora tranzit geometriyasini tahlil qilishda sayyora va yulduz radiuslari nisbati, orbita qiyaligi hamda impakt parametr asosiy fizik kattaliklar hisoblanadi. Tranzit chuqurligining $\delta \approx (Rp/R★)^2$ munosabatiga bo‘ysunishi fotometrik signal asosida sayyora o‘lchamini baholash imkonini beradi. Radiuslar nisbatining kvadratik ta’siri kichik sayyoralarni aniqlashda yuqori fotometrik aniqlik talab qilinishining asosiy sabablaridan biridir.

Orbita qiyaligi sayyoraning yulduz diski bo‘ylab qanday trayektoriya bo‘yicha harakatlanishini belgilaydi. i qiymati 90° ga yaqinlashgan sari markaziy tranzit ehtimoli ortadi, undan chetlashish esa impakt parametrning ortishiga olib keladi. Impakt parametrning ortishi tranzit xordasini qisqartirib, tranzit davomiyligini kamaytiradi va yuqori b qiymatlarida yorug‘lik egri chizig‘ining shaklini sezilarli o‘zgartiradi. Shunday qilib, tranzit yorug‘lik egri chizig‘i sayyora-yulduz tizimining fizik o‘lchamlari va orbital geometriyasini o‘zida mujassamlashtiruvchi muhim axborot manbaidir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Winn J.N. Exoplanet Transits and Occultations // Exoplanets. Ed. S. Seager. Tucson: University of Arizona Press, 2010. P. 55–77.

2. Seager S., Mallén-Ornelas G. A Unique Solution of Planet and Star Parameters from an Extrasolar Planet Transit Light Curve // The Astrophysical Journal. 2003. Vol. 585. P. 1038–1055. DOI: 10.1086/346105.

3. Mandel K., Agol E. Analytic Light Curves for Planetary Transit Searches // The Astrophysical Journal Letters. 2002. Vol. 580. P. L171–L175.

4. Kipping D.M. Investigations of Approximate Expressions for the Transit Duration // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2010. Vol. 407, No. 1. P. 301–313. DOI: 10.1111/j.1365-2966.2010.16894.x.

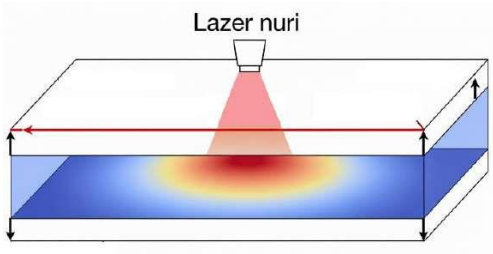
5. NASA Exoplanet Archive. Planetary Systems and Transit Parameters Database. California Institute of Technology / NASA Exoplanet Science Institute.

58 3D GRAFEN NANOSTRUKTURALARI SINTEZIGA LAZER VA MATERIAL PARAMETRLARINING TA’SIRINI SONLI MODELLASHTIRISH

Sotimova M.K.
satimovamahbuba@gmail.com
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti

Grafen va uning uch o‘lchamli g‘ovak nanostrukturalari yuqori elektr o‘tkazuvchanlik, katta solishtirma sirt va egiluvchanlik tufayli energiya saqlash qurilmalari, sensorlar va egiluvchan elektronikada keng qo‘llanilmoqda. Lazer-induksiyalangan grafen (LIG) texnologiyasi polimer sirtida grafensimon g‘ovak strukturani bir bosqichda, maskasiz hosil qilish imkonini beradi [1-3]. Biroq jarayon ko‘p parametrli bo‘lgani uchun uni faqat tajriba orqali optimallashtirish ko‘p vaqt va resurs talab qiladi [4-5].

Ushbu ishda polimid (PI) substratida lazer ta’sirida kechadigan issiqlik jarayonlari COMSOL Multiphysics muhitida chekli elementlar usuli (FEM) bilan modellashtirildi (1-rasm). Lazer energiyasining yutilishi Beer–Lambert qonuni (1), issiqlik tarqalishi esa Furye issiqlik o‘tkazuvchanlik tenglamasi (2) asosida tavsiflandi:



1-rasm. Lazer nurlanishining polimid sirtida issiqlik manbayi sifatida modellashtirilishi

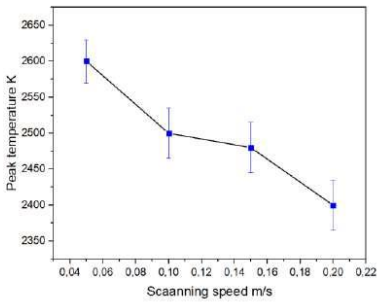
$$I(z) = I_0 \cdot e^{-\alpha z} \quad (1)$$

$$\rho\, c_p \cdot \partial T/\partial t = \nabla\cdot(k\nabla T) + Q, \qquad Q = \alpha \cdot I(z, t) \quad (2)$$

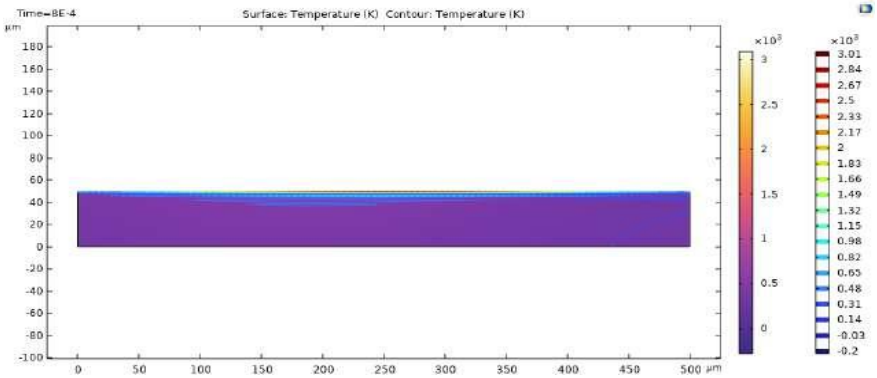
bu yerda I – nurlanish intensivligi, I_0 – sirtga tushayotgan intensivlik, α – yutilish koeffitsiyenti, ρ – zichlik, c_p – issiqlik sig‘imi, k – issiqlik o‘tkazuvchanligi, T – harorat, Q – hajmiy issiqlik manbayi. Modelda polimidning issiqlik o‘tkazuvchanligi, issiqlik sig‘imi, zichligi va optik yutilish koeffitsiyentining haroratga bog‘liqligi hisobga olindi [6]. Femtosoniyali lazer uchun impuls davomiyligi 250 fs, takrorlanish chastotasi 10 kHz deb olindi.

Hisoblashlar skanerlash tezligi 0,05 dan 0,20 m/s gacha oshganda yuzadagi maksimal harorat taxminan 2600 K dan 2400 K gacha pasayishini ko‘rsatdi (2-rasm, 3-rasm). Past tezliklarda impulslar orasida material to‘liq sovib ulgurmaydi

va issiqlik to‘planadi. Biroq eng past tezlikda issiqlik ta’sir zonasi kengayib, mahalliy qizib ketish va ablyatsiya xavfi ortadi.



2-rasm. Skanerlash tezligining maksimal sirt haroratiga ta’siri



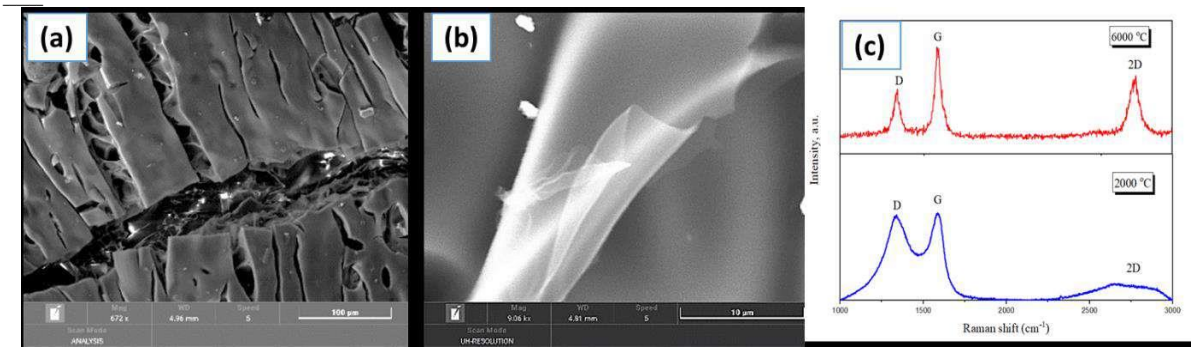
3-rasm. Lazer ta’siridagi polimid qatlamining harorat maydoni taqsimoti (COMSOL Multiphysics)

Yutilish koeffitsiyenti A = 0,7; 0,8 va 0,9 bo‘lgan rejimlar taqqoslanganda, A ≈ 0,8 grafen sifati, g‘ovaklik va termik barqarorlik jihatidan eng maqbul deb topildi (1-jadval).

1-jadval. Yutilish koeffitsiyentining LIG hosil bo‘lishiga ta’siri

A	**Hosil bo‘lgan struktura**
0,7	Ayrim zonalarda grafitlanish uchun energiya yetarli emas, struktura yetarlicha rivojlanmaydi
0,8	Karbonizatsiya va 3D g‘ovak tarmoq uchun eng maqbul muvozanat, nuqsonlar nisbatan kam
0,9	Grafitlanish darajasi eng yuqori, lekin lokal ablyatsiya va nuqsonlar ehtimoli ortadi

Sonli natijalar SEM, Raman spektroskopiyasi va elektr qarshilikni o‘lchash natijalari bilan solishtirildi. SEM tasvirlarida o‘zaro bog‘langan g‘ovak uglerod tarmog‘i kuzatildi, Raman spektrlarida esa D, G va 2D cho‘qqilari grafensimon struktura shakllanganini tasdiqladi (4-rasm).



4-rasm. CO2 va Yb:YAG lazer nurlari yordamida sintezlangan ko‘p qatlamli (a) va bitta qatlamli (b) grafenning SEM mikrofotosurati hamda mos Raman spektrlari (c)

Skanerlash soni 2 dan 10 gacha oshganda LIG qarshiligi ~60 dan ~10 Om/sm gacha kamaydi (2-jadval). Olingan natijalar lazer parametrlarini oldindan tanlash va 3D LIG sintezini maqsadli boshqarish uchun ilmiy asos bo‘ladi.

2-jadval. Femtosoniyali lazer skanerlash soniga bog‘liq holda LIG elektr qarshiligi

Skanerlash soni	**Qarshilik, Om/sm**
2	~60
4	~45
6	~20
10	~10

ADABIYOTLAR

1. Kumar H., et al. Graphene Properties, Synthesis and Applications: A Review. AIMS Materials Science, 2022.

2. Romero M., et al. Three-Dimensional (3D) Laser-Induced Graphene: Structure, Properties, and Application to Chemical Sensing. ACS Applied Materials & Interfaces, 2021.

3. Chen S., et al. Laser-Induced Graphene for Bioelectronics and Soft Actuators. Advanced Functional Materials, 2021.

4. Liu X., et al. Laser-Induced Graphene Structures: From Synthesis and Applications to Future Prospects. Materials Today, 2023.

5. Murray R., et al. Design of Experiments and Optimization of Laser-Induced Graphene. ACS Omega, 2021.

6. Ruan X., Wang R., Luo J., Yao Y., Liu T. Experimental and Theoretical Study of Thermal Properties of Polyimide. Materials & Design, 2018.

Al:ZnO NANOSTRUKTURALI YUPQA PLYONKALARNI HOSIL QILISHNING TEXNOLOGIK MUAMMOLARI VA ULARNING FIZIK XOSSALARI

Nigmatova Gulruza Alijon qizi
CHDPU Fizika kafedrasi magistranti

Annotatsiya. Bu tezisda, alyuminiy bilan legirlangan rux oksidi (Al : Al : plyonkalarni hosil qilishning asosiy muammolari va hujjat strukturaviy, elektr hamda optik xossalariga ta'sir etuvchi sifatli tahlil qilingan. Al :ZnO plyonkalarining yuqori optik fiksatorlik va o‘tgan elektr qarshilikni yuqori ta'minlash orqali ko‘rib chiqish. Al^{3+} ionlarining ZnO kristall panjarasidagi o‘rnini egallashi, tashuvchilar konsentratsiyasining o‘ energiyasi, kislorod vakansiyalari, donachalar chegaraviy tuzilishlarning xossalariga ta'sir ko‘rsatadi. magnetron sputtering, sol-gel, spray pyrolysis, bug‘ fazasida cho‘ktirish, pulsed laser deposition va atomic layer deposition kabi texnologiyalar orasida RF magnetron sputtering usulining yoritilgan. Sputtering quvvati, ishchi gaz quvvati, Ar/O_2 nisbati, substrat harorati, target–substrat masofasi va cho‘ktirish vaqti kabi texnologik parametrlarning Al :ZnO plyonkalarining nanostrukturasi, elektr va optikalarini kuzatishdagi roli ko‘rsatib berilgan. Al konsentratsiyasi va texnologik parametrlarni optimallashtirish orqali yuqori sifatli, shaffof va elektr o‘tkazuvchan Al :ZnO plyonkalarini olish mumkin. Tadqiqot manbasi Al :ZnO asosidagi elektronika, optoelektronika va sensor jihozini olish uchun muhim xavfsizlik ega.

Kalit so‘zlar: Al :ZnO , rux oksidi, alyuminiy bilan legirlash, nanostrukturali yupqa plyonka, RF magnetron sputtering, shaffof o‘tkazuvchi oksid, kristall struktura, kislorod vakansiyasi, nanomorfologiya, elektr o‘tkazuvchanlik, optik shaffoflik, Burstein–Moss effekti.

So‘nngi yillarda optoelektronika, sensorika va shaffof elektronika qurilmalarida bir vaqtning o‘zida yuqori optic shaffoflik va kichik elektr qarshilikka ega bo‘lgan yupqa qatlamli materiallarga bo‘lgan ehtiyojning ortishi shaffof o‘tkazuvchi oksidlarni tadqiq etishga bo‘lgan qiziqishni kuchaytirdi. Mazkur materiallar orasida alyuminiy bilan legirlangan rux oksidi – Al:ZnO istiqbolli materiallardan biri sifatida qaraladi. Bunga rux oksidining keng tarqalgan zona energiyasiga ega yarimo‘tkazgich ekanligi, nisbatan yuqori optik shaffofligi, xomashyo kompanentalarining keng tarqalganligi, shunigdek alyuminiy bila legirlash usuli orqali rux oksidining elektr xossalarini boshqarish imkoniyati mavjudligi asosiy sabablardir. ZnO kristalli odatda geksagonal wurtzite strukturada kristallanadi. Unda Zn^{2+} va O^{2-} ionlari hosil qilgan kristall panjara legirlovchi atomlarning kiritilishi uchun ma’lum imkoniyat yaratadi. Al^{3+} ionining Zn^{2+} ioniga yaqin ion radiusiga ega bo‘lishi Al atomlarining Zn kristall panjarasidagi tugunlarni egallashini ta’minlashi mumkin. Bunday substitutsion almashinish natijasida ortiqcha elektronlarning paydo bo‘lishi Al:ZnO plyonkalarining n-tip elektr o‘tkazuvchanligini oshirishning asosiy

mexanizmlaridan biri hisoblanadi. Biroq mazkur jarayonni faqat Al konsentratsiyasining ortishi bilan izohlash yetarli emas. Al atomlarining kristall panjaraga kiritilishi bilan bir vaqtda kristall deformatsiyasi, donachalar chegarasidagi nuqsonlar, kislorod bilan bog‘liq nuqsonlar va boshqa lokal buzilishlar yuzaga kelishi mumkin. Shuning uchun Al:ZnO plyonkalarining optimal elektr xossalarini olishda dopant konsentratsiyasini tanlash bilan bir qatorda, uning kristall struktura va nuqsonlar tizimiga ta’sirini aniqlash muhim hisoblanadi. Al:ZnO plyonkalarini hosil qilish uchun magnetron sputtering, sol-gel, spray pyrolysis, kimyoviy bug‘ fazasida cho‘ktirish, pulsed laser deposition va atomic layer deposition kabi usullardan foydalaniladi. Ushbu usullarning har biri plyonka shakllanish mexanizmi va texnologik parametrlarni boshqarish imkoniyati bo‘yicha bir-biridan farq qiladi. Ayniqsa, magnetron sputtering katta yuzali substratlarda bir xil tarkibli qatlamlarni hosil qilish va jarayon parametrlarini nisbatan aniq nazorat qilish imkoniyati tufayli amaliy nuqtayi nazardan katta ahamiyatga ega. RF magnetron sputtering yordamida Al:ZnO plyonkalarini olishda sputtering quvvati, ishchi gaz bosimi, Ar/O_2 nisbati, substrat harorati, target–substrat masofasi va cho‘ktirish vaqti kabi parametrlar plyonkaning yakuniy xossalarini belgilaydi. Masalan, RF quvvatining o‘zgarishi kristall panjaradagi nuqsonlar kimyosini o‘zgartirishi va shu orqali plyonkaning elektr hamda optik parametrlariga ta’sir qilishi ko‘rsatilgan [2]. Demak, cho‘ktirish quvvati faqat plyonka hosil bo‘lish tezligini belgilovchi parametr emas, balki nanostrukturaning shakllanish jarayonida ishtirok etuvchi muhim omil sifatida qaralishi kerak. Al:ZnO plyonkalarini hosil qilishda yana bir muhim muammo kislorodning material xossalariga ta’siri bilan bog‘liq. Magnetron sputtering jarayonida yuqori energiyali zarrachalarning o‘sayotgan qatlam sirtiga ta’siri natijasida kristall panjarada oxygen interstitial, oxygen vacancy va grain boundary bilan bog‘liq kislorod holatlari hosil bo‘lishi mumkin. Mazkur nuqsonlarning har biri tashuvchilar konsentratsiyasi va ularning harakatchanligiga turlicha ta’sir ko‘rsatadi. Tajribaviy tadqiqotlarda kislorod bilan bog‘liq ayrim nuqsonlar Al:ZnO plyonkalarining kristallik darajasini yomonlashtirishi va elektr tashuvchilarining harakatchanligini kamaytirishi ko‘rsatilgan [3]. Shu sababli Al:ZnO plyonkalarini hosil qilishda asosiy masala faqat yuqori miqdorda tashuvchi elektronlar hosil qilishdan iborat emas. Muhim vazifa – tashuvchilar konsentratsiyasini oshirish bilan bir vaqtda ularning kristall panjaradagi sochilishini kamaytirishdir. Bunda donachalar o‘lchami, donachalar chegaralari va strukturaviy nuqsonlar muhim rol o‘ynaydi. Xususan, kristallik darajasi past bo‘lgan plyonkalarda grain-boundary scattering kuchayishi natijasida tashuvchilar harakatchanligi pasayishi mumkin. Al:ZnO plyonkalarining optik xossalari ham ularning elektr xossalari bilan bevosita bog‘langan. Al konsentratsiyasi oshirilganda erkin tashuvchilar sonining ko‘payishi optik band gap qiymatining siljishiga olib kelishi mumkin. Bunday holat yuqori tashuvchi konsentratsiyasida Burstein–Moss effekti bilan izohlanadi. Bunda valent zona va o‘tkazuvchanlik zonasidagi elektron holatlarining bandligi

optik yutilish chegarasining yuqori energiya tomon siljishiga sabab bo‘ladi. Shu bilan birga, erkin tashuvchilar konsentratsiyasining ortishi yaqin infraqizil diapazondagi optik xossalarning o‘zgarishiga olib kelishi mumkin [4]. Demak, Al:ZnO nanostrukturali plyonkalar uchun asosiy texnologik qarama-qarshilikni quyidagicha ifodalash mumkin: elektr qarshilikni kamaytirish uchun tashuvchilar konsentratsiyasini oshirish talab qilinadi, biroq tashuvchilar konsentratsiyasining haddan tashqari ortishi optik yo‘qotishlar va tashuvchilarning sochilishi bilan bog‘liq salbiy ta’sirlarni kuchaytirishi mumkin. Shu nuqtayi nazardan, Al:ZnO plyonkalarining optimal xossalari alohida bitta parametrning maksimal qiymatiga emas, balki bir nechta strukturaviy va texnologik omillarning muvozanatiga bog‘liq. Xususan, xona haroratida Al:ZnO plyonkalarini hosil qilish masalasi alohida ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Yuqori substrat harorati yoki keyingi termik ishlov kristallanish jarayonini yaxshilashi mumkin, biroq bunday sharoitlar polimer substratlar, ayrim fotovoltaik strukturalar va past haroratda ishlov beriladigan qurilmalar uchun cheklov yaratadi. Shu sababli xona haroratida yoki nisbatan past haroratda yuqori sifatli Al:ZnO plyonkalarini olish texnologiyasini ishlab chiqish dolzarb yo‘nalishlardan biridir. RF sputtering sharoitida Ar oqimini o‘zgartirish orqali xona haroratida ham strukturaviy, optik va elektr parametrlarni sezilarli darajada boshqarish mumkinligi ko‘rsatilgan [5]. Shunday qilib, adabiyotlar tahlili Al:ZnO plyonkalarining xossalari Al konsentratsiyasi bilan bir qatorda cho‘ktirish energiyasi, kislorod muhitining holati, substrat harorati, plyonka qalinligi va termik ishlov bilan kompleks ravishda belgilanadi, degan xulosaga kelish imkonini beradi. Biroq ushbu parametrlarning nanostruktura shakllanishiga ta’sirini yagona «texnologiya–struktura–nuqson–xossa» tizimida izohlash hali ham muhim ilmiy masala bo‘lib qolmoqda. Shu munosabat bilan mazkur ishda Al:ZnO nanostrukturali yupqa plyonkalarni hosil qilishning texnologik shartlarini optimallashtirish, Al konsentratsiyasining kristall struktura va nanomorfologiyaga ta’sirini aniqlash hamda strukturaviy o‘zgarishlarning plyonkaning elektr va optik xossalari bilan bog‘liqligini ochib berish asosiy ilmiy vazifa sifatida qaraladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Yue H., Wu A., Feng Y., Zhang X., Li T. Structures and properties of the Al-doped ZnO thin films prepared by radio frequency magnetron sputtering. Thin Solid Films, 2011, Vol. 519, No. 16, pp. 5577–5581. DOI: 10.1016/j.tsf.2011.03.026.

2. Oh J.H., Kim K.K., Seong T.Y. Effects of deposition temperatures and annealing conditions on the microstructural, electrical and optical properties of polycrystalline Al-doped ZnO thin films. Applied Surface Science, 2011, Vol. 257, No. 7, pp. 2731–2736. DOI: 10.1016/j.apsusc.2010.10.053.

3. Tong H., Deng Z., Liu Z., Huang C., Huang J., Lan H., Wang C., Cao Y. Effects of post-annealing on structural, optical and electrical properties of Al-doped ZnO thin films. Applied Surface Science, 2011, Vol. 257, No. 11, pp. 4906–4911. DOI: 10.1016/j.apsusc.2010.12.144.

4. Ri K.H., Wang Y., Zhou W.L., Gao J.X., Wang X.J., Yu J. The structural properties of Al doped ZnO films depending on the thickness and their effect on the electrical properties. Applied Surface Science, 2011, Vol. 258, No. 4, pp. 1283–1289. DOI: 10.1016/j.apsusc.2011.07.022.

5. Room temperature deposition of Al-doped ZnO thin films on glass by RF magnetron sputtering under different Ar gas pressure. Journal of Alloys and Compounds, 2011, Vol. 509, No. 2, pp. 421–425. DOI: 10.1016/j.jallcom.2010.09.047.

NEUTRINO AND ITS EXPERIMENTAL CONFIRMATION

Hanif Mohammed Alom

Second year master's degree student at the Chirchiq state pedagogical university.

Annotation. This paper is dedicated to neutrinos, their nature and experiments that confirm their existence.

Key words: elementary particles, neutrino, leptonic number, Standard Model, types of neutrinos, experiments, neutrino oscillations.

Neutrinos are extremely difficult to detect directly, as they do not carry electric charge, which means they do not ionize the materials they pass through. They however carry a Weak charge, and can therefore interact with matter through the Weak interaction, in both charged and neutral current forms. However, given its short range and weak coupling, such interactions are exceedingly rare.

Antineutrinos were first detected in the 1950s near a nuclear reactor. Reines and Cowan used two giant tanks of scintillator solution, one loaded with cadmium octoate to detect the neutrino from the reaction

$p + \nu_e \rightarrow n + e^+$.

The tank with cadmium would produce two signals for a neutrino detection, one from positron and one from the neutron. Both signals at the same time, combined with no signal from the second tank, was considered one neutrino. Counts in both tanks at the same time was considered a cosmic ray event. They measured about 36 valid neutrino events per hour.

Antineutrinos with an energy above the threshold of 1.8 MeV caused charged current interactions with the protons in the water, an interaction usually known as inverse beta decay, producing positrons and neutrons. This is very much like β^+ decay, where energy is used to convert a proton into a neutron, a positron (e^+) and an electron neutrino (ν_e) is emitted:

$\text{Energy} + p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$

In the Cowan and Reines experiment, instead of an outgoing neutrino, an incoming antineutrino (ν_e) from a nuclear reactor interacts with a proton:

$\text{Energy} (> 1.8\ \text{MeV}) + p + \nu_e \rightarrow n + e^+$

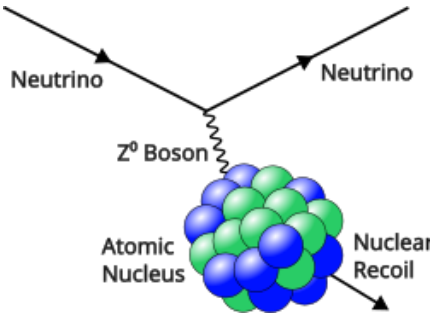
The resulting positron annihilation with electrons in the detector material created photons with an energy of about 0.5 MeV. Pairs of photons in coincidence

could be detected by the two scintillation detectors above and below the target. The neutrons were captured by cadmium nuclei resulting in gamma rays of about 8 MeV that were detected a few microseconds after the photons from a positron annihilation event.

Since then, various detection methods have been used. Super Kamiokande is a large volume of water surrounded by photomultiplier tubes that watch for the Cherenkov radiation emitted when an incoming neutrino creates an electron or muon in the water. The Sudbury Neutrino Observatory is similar, but used heavy water as the detecting medium, which uses the same effects, but also allows the additional reaction any-flavor neutrino photo-dissociation of deuterium, resulting in a free neutron which is then detected from gamma radiation after chlorine-capture. Other detectors, such as the one used in the Homestake Experiment, have consisted of large volumes of chlorine or gallium which are periodically checked for excesses of argon or germanium, respectively, which are created by electron-neutrinos interacting with the original substance. MINOS used a solid plastic scintillator coupled to photomultiplier tubes, while Borexino uses a liquid pseudocumene scintillator also watched by photomultiplier tubes and the NOνA detector uses liquid scintillator watched by avalanche photodiodes. The IceCube Neutrino Observatory uses 1 km3 of the Antarctic ice sheet near the South Pole with photomultiplier tubes distributed throughout the volume. Another modern detection method is The Liquid Argon Time Projection Chamber (LArTPC), which consists of a large volume of liquid argon with a high voltage field applied to drift the ionized electrons to a series of charge collection planes, allowing for 3D reconstruction of particle tracks. Several experiments have used this technology, including MicroBooNE, the Short-Baseline Near Detector, and the upcoming Deep Underground Neutrino Experiment.

Diagram of coherent elastic neutrino-nucleus scattering

More exotically, some experiments (such as COHERENT and CONUS) leverage the neutral current interaction of neutrinos with a whole nucleus, the Coherent elastic neutrino-nucleus scattering (CEνNS) interaction, to detect neutrinos below the threshold of inverse beta decay. These experiments, which overwhelmingly use crystal-based detectors very similar to the solid-state detectors in use for direct detection of dark matter experiments, are some of the most sensitive particle detectors in modern physics, boasting thresholds as low as 20 eV[118] deposited in the detector. This is necessary as the heavier nuclei, selected for the high probability of interaction, will retain very little of the energy in an elastic scattering, being much more massive than the neutrino.



Other ways neutrinos might affect their environment, such as the MSW effect, do not produce traceable radiation, and are not predicted to be detectable.

List of used literature:

1. Olive, K.A. et al. (Particle Data Group) (2024). Navas, S.; et al. (eds.). "Sum of neutrino masses" (PDF). Physical Review D. 110: 030001 – via Lawrence Berkeley Laboratory (lbl.gov).

2. Close, Frank (2010). Neutrinos (softcover ed.). Oxford University Press. ISBN 978-0-199-69599-7.

3. Jayawardhana, Ray (2015). The Neutrino Hunters: The chase for the ghost particle and the secrets of the universe (softcover ed.). Oneworld Publications. ISBN 978-1-780-74647-0.

4. Mertens, Susanne (2016). "Direct neutrino mass experiments". Journal of Physics: Conference Series. **718** (2) 022013. arXiv:1605.01579.

NEUTRINO OSCILLATIONS

Hanif Mohammed Alom

Second year master's degree student at the Chirchiq state pedagogical university.

Annotation. This article is devoted to problems of neutrino oscillation and experiments that are carried out to confirm their oscillation.

Key words: elementary particles, neutrino, leptonic number, Standard Model, types of neutrinos, experiments, neutrino oscillations.

A practical method for investigating neutrino oscillations was first suggested by Bruno Pontecorvo in 1957 using an analogy with kaon oscillations; over the subsequent 10 years, he developed the mathematical formalism and the modern formulation of vacuum oscillations. In 1985 Stanislav Mikheyev and Alexei Smirnov (expanding on 1978 work by Lincoln Wolfenstein) noted that flavor oscillations can be modified when neutrinos propagate through matter. This so-called Mikheyev–Smirnov–Wolfenstein effect (MSW effect) is important to understand because many neutrinos emitted by fusion in the Sun pass through the dense matter in the solar core (where essentially all solar fusion takes place) on their way to detectors on Earth.

Starting in 1998, experiments began to show that solar and atmospheric neutrinos change flavors (see Super-Kamiokande and Sudbury Neutrino Observatory). This resolved the solar neutrino problem: the electron neutrinos produced in the Sun had partly changed into other flavors which the experiments could not detect.

Although individual experiments, such as the set of solar neutrino experiments, are consistent with non-oscillatory mechanisms of neutrino flavor conversion, taken altogether, neutrino experiments imply the existence of neutrino oscillations. Especially relevant in this context are the reactor experiment KamLAND and the accelerator experiments such as MINOS. The KamLAND experiment has indeed identified oscillations as the neutrino flavor conversion mechanism involved in the solar electron neutrinos. Similarly MINOS confirms the oscillation of atmospheric neutrinos and gives a better determination of the mass squared splitting. Takaaki Kajita of Japan, and Arthur B. McDonald of

Canada, received the 2015 Nobel Prize for Physics for their landmark finding, theoretical and experimental, that neutrinos can change flavors.

List of used literature:

1. Maltoni, Michele; Schwetz, Thomas; Tórtola, Mariam A.; Valle, José W.F. (2004). "Status of global fits to neutrino oscillations". New Journal of Physics. 6 (1): 122. arXiv:hep-ph/0405172. Bibcode:2004NJPh....6..122M. doi:10.1088/1367-2630/6/1/122. S2CID 119459743.

2. Nakamura, Kengo; Petcov, Serguey Todorov (2016). "Neutrino mass, mixing, and oscillations" (PDF). Chinese Physics C. 40: 100001. Archived (PDF) from the original on 17 April 2018. Retrieved 13 December 2016 – via pdg.lbl.gov.

3. "Neutrino Oscillations" (PDF). Class for Physics of the RSAC. Nobelprize.org. Scientific background on the Nobel Prize in Physics. Royal Swedish Academy of Sciences. 2015. pp. 15–16. Retrieved 1 November 2015.

4. Langacker, P.; Petcov, S.T.; Steigman, G.; Toshev, S. (1987). "Implications of the mikheyev-smirnov-wolfenstein (MSW) mechanism of amplification of neutrino oscillations in matter". Nuclear Physics B. 282: 589–609. Bibcode:1987NuPhB.282..589L. doi:10.1016/0550-3213(87)90699-7.

LAW OF CONSERVATION OF LEPTON NUMBERS (CHARGES)

Hanif Mohammed Alom

Second year master's degree student at the Chirchiq state pedagogical university.

Annotation. In this article is described the conservation law of leptonic numbers and its physical means.

Key words: elementary particles, neutrino, leptonic number, Standard Model, types of neutrinos, experiments, neutrino oscillations.

Neutrinos have half-integer spin (1/2ħ); therefore they are fermions. Neutrinos are leptons; therefore they are colorless fermions that cannot interact with the gluons of the strong force. They have only been observed to interact through the weak force, although it is assumed that they also interact gravitationally. Since they have non-zero mass, some theories permit, but do not require, neutrinos to interact magnetically; as yet there is no experimental evidence for a non-zero magnetic moment in neutrinos.

Flavor, mass, and their mixing

Weak interactions create neutrinos in one of three leptonic flavors: electron neutrinos (νe), muon neutrinos (νμ), or tau neutrinos (ντ), associated with the corresponding charged leptons, the electron (e−), muon (μ−), and tau (τ−), respectively.

Although neutrinos were long believed to be massless, it is now known that there are three discrete neutrino masses; each neutrino flavor state is a linear combination of the three distinct mass eigenstates. From calculations based on cosmological models, the sum of the three neutrino masses must be below

0.120 eV/c2. Direct and independent measurements by the Karlsruhe Tritium Neutrino (KATRIN) experiment found the upper limit of the mass of the electron antineutrino as 0.45 eV/c2, which is at least 5 orders of magnitude below the next lightest fermion. This large ratio suggests the possibility that the mass-creation mechanism for neutrinos differs from that of other fermions.

Mass comparisons			
	Mass [MeV/c²]	**Charge**	**Source**
Electron e−	0.5110	−1 e	[3]
Electron anti-neutrino νe	< 0.45×10−6	0	[2]
Muon μ−	105.658	−1 e	[3]
Muon neutrino νμ	< 0.17×10−6	0	[3]
Tau τ−	1777	−1 e	[3]
Tau neutrino ντ	< 18.2×10−6	0	[3]

More formally, neutrino flavor eigenstates (creation and annihilation combinations) are not the same as the neutrino mass eigenstates (simply labeled "1", "2", and "3"). As of 2024, it is not known which of these three is the heaviest. The neutrino mass hierarchy consists of two possible configurations. In analogy with the mass hierarchy of the charged leptons, the configuration with mass 2 being lighter than mass 3 is conventionally called the "normal hierarchy", while in the "inverted hierarchy", the opposite would hold. Several major experimental efforts are underway to help establish which is correct.

A neutrino created in a specific flavor eigenstate is in an associated specific quantum superposition of all three mass eigenstates. The three masses differ so little that they cannot possibly be distinguished experimentally within any practical flight path. The proportion of each mass state in the pure flavor states produced has been found to depend profoundly on the flavor. The relationship between flavor and mass eigenstates is encoded in the PMNS matrix. Experiments have established moderate- to low-precision values for the elements of this matrix, with the single complex phase in the matrix being only poorly known, as of 2016.

A non-zero mass means neutrinos could have a tiny magnetic moment. If so, neutrinos would interact electromagnetically, albeit probably undetectably considering their enormous velocities. No such interaction has ever been observed.

List of used literature:

1. Olive, K.A.; et al. (Particle Data Group) (2024). Navas, S.; et al. (eds.). "Sum of neutrino masses" (PDF). Physical Review D. 110: 030001 – via Lawrence Berkeley Laboratory (lbl.gov).

2. Aker, M.; Mertens, S.; Schlösser, M.; et al. (KATRIN Collaboration) (February 2022). "Direct neutrino-mass measurement with sub-electronvolt sensitivity". Nature Physics.

3. Greenwood, D. A.; Cottingham, W. N., eds. (2001). "Leptons and the electromagnetic and weak interactions". An Introduction to Nuclear Physics

(2 ed.). Cambridge: Cambridge University Press. pp. 7–18. doi:10.1017/cbo9781139164405.006. ISBN 978-0-521-65149-3.

YARIMO‘TKAZGICH–DIELEKTRIK CHEGARASIDAGI SIRT HOLATLARINING TABIATI VA ULARNING SIG‘IMGA TA’SIRINI O‘RGANISH

Raxmonov Mufazzalshoh Alisher o‘g‘li[1], Abdullojonova Bashorat Olim qizi[2]

1Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi o‘qituvchi
2Chirchiq davlat pedagogika universiteti 4-bosqich talabasi.

Annotatsiya. Mazkur ishda yarimo‘tkazgich–dielektrik chegarasidagi sirt holatlarining fizik tabiati, tasnifi, energetik taqsimoti va ularning MIS strukturasining sig‘im xarakteristikasiga ta’sir mexanizmi o‘rganilgan. Sirt holatlari zichligining tipik qiymati 10^{13} sm^{-2} eV^{-1} tartibida bo‘lib, ular taqiqlangan zonada kvazikontinuall taqsimlanadi. Past chastota sharoitida ular qo‘shimcha sig‘im hissa qo‘shadi, yuqori chastotada esa hissasi bostiriladi. O‘tkazuvchanlik metodi eng aniq metod bo‘lib, vaqt konstantasi va tutib olish kesimini aniqlash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: sirt holati; sig‘im; MIS strukturasi; C–V xarakteristika; $N_{ss}(E)$

Yarimo‘tkazgich–dielektrik chegarasidagi sirt holatlari yarimo‘tkazgich asboblarining elektr xossalariga ta’sir qiluvchi muhim omillardan biridir [1]. Real metall–dielektrik–yarimo‘tkazgich (MIS) strukturalarida chegara sohasida osilgan bog‘lanishlar, oksid qatlami nuqsonlari va kirishma ionlari natijasida taqiqlangan zonada joylashgan lokal energetik sathlar hosil bo‘ladi [2]. Bu sirt holatlari zaryad tashuvchilarni tutib olish yoki qo‘yib yuborish xususiyatiga ega bo‘lib, chegara sohasidagi zaryad taqsimotini o‘zgartiradi va MIS strukturasining sig‘im xarakteristikasini modulyatsiya qiladi [3].

Sirt holatlarini o‘rganish muhim nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Nazariy nuqtayi nazardan, sirt holatlari zichligi $N_{ss}(E)$ chegaraning elektron tuzilishi xususiyatlarini bevosita aks ettiradi [2]. Amaliy nuqtayi nazardan esa MIS strukturasining C–V xarakteristikasi yarimo‘tkazgich asboblari sifatini baholashning standart usuli hisoblanib, sirt holatlari aynan C–V egri chizig‘ida chastota dispersiyasi va cho‘zilish buzilishlariga olib keladigan asosiy sababdir [1].

Zamonaviy yarimo‘tkazgich texnologiyasida sirt holatlarini nazorat qilish asboblar ishonchliligi va barqarorligini ta’minlashning muhim shartidir. Xususan, MOSFET tranzistorlarida sirt holatlari tok kuchlanish xarakteristikalarining beqarorligiga, DLTS spektrlarida esa qo‘shimcha cho‘qqilarning paydo bo‘lishiga olib keladi [4]. Shu sababli sirt holatlarining tabiatini chuqur o‘rganish va ularning sig‘imga ta’sir mexanizmini aniqlash dolzarb ilmiy masala hisoblanadi.

Mazkur ishning maqsadi sirt holatlarining tabiatini yoritish, ularning zaryad holati va energetik taqsimotini tahlil qilish hamda sig‘im o‘zgarishiga ta’sir mexanizmini o‘rganishdan iborat.

Sirt holatlari kristall panjaraning davriy strukturasining uzilishi natijasida vujudga keladi [1]. Kristall sirtida atomlarning to‘yimmagan valent aloqalari hosil bo‘lib, ular energiya jihatdan qulay holatga o‘tishga intiladi [2].

Oksidlanish jarayonida $Si - SiO_2$ tizimida Si va SiO_2 qatlamlari o‘rtasida SiO_x (x = 2–0) tipidagi o‘tish qatlami vujudga keladi. Bu o‘tish sohasida kremniy atomlarining buzilgan valent bog‘lanishlari musbat zaryadlar manbayi bo‘lib xizmat qiladi [1]. Shu sababli real yarimo‘tkazgich–dielektrik chegarasi ideal holatdan farq qiladi va bu farq asbob xossalarida sezilarli namoyon bo‘ladi.

Sirt holatlari fizik kelib chiqishiga ko‘ra to‘rt turga bo‘linadi [1]:

1. Tamm holatlari – kristall panjaraning uzilishi natijasida hosil bo‘ladi.

2. Shockley holatlari – chekli o‘lchamli atom zanjirining energiya spektrini hisoblashda aniqlangan.

3. Panjara nuqsonlari bilan bog‘liq holatlar – sirt yaqinidagi kristall struktura buzilishlari natijasida hosil bo‘ladi.

4. Kirishma atomlari bilan bog‘liq holatlar – sirt yaqinida joylashgan kirishma atomlari hisobiga vujudga keladi.

Real yarimo‘tkazgich–dielektrik chegarasida sirt holatlari zichligi toza atomar sirtga qaraganda ancha kam bo‘lib, $\sim 10^{13}$ sm^{-2} eV^{-1} tartibida [2].

Zaryad holatiga ko‘ra sirt holatlari donor va akseptor turlariga bo‘linadi [2]:

Donor holatlar – Fermi sathidan yuqorida joylashganda musbat zaryadlanadi, pastda esa neytral holatda bo‘ladi.

Akseptor holatlar – Fermi sathidan yuqorida joylashganda neytral, pastda esa manfiy zaryadlanadi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, taqiqlangan zonaning yuqori yarmida asosan akseptor tipidagi, pastki yarmida esa donor tipidagi holatlar joylashadi [2].

Yarimo‘tkazgich–dielektrik chegarasidagi sirt holatlari taqiqlangan zonada kvazikontinuall tarzda taqsimlanadi. Ular ma’lum energetik oraliqda deyarli tekis taqsimlanib, zona chekkalarida monoton ravishda ortib boradi [1]. Bu taqsimot xususiyati sirt holatlarining energiya bo‘yicha zichligi $N_{ss}(E)$ funksiyasi orqali ifodalanadi [3].

Sirt holatlarining bunday taqsimot xususiyati shuni anglatadiki: Fermi sathi taqiqlangan zonada siljiganida turli energetik joylashuvdagi sirt holatlari navbatma-navbat zaryad almashishda qatnashadi, natijada sig‘imning kuchlanishga bog‘liqligi uzluksiz o‘tish xarakteriga ega bo‘ladi [1].

$Si - SiO_2$ tizimi uchun sirt holatlari zichligining tipik qiymati 10^{13} sm^{-2} eV^{-1} tartibida [2]. GaAs / native oxide chegarasi bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlarda sirt holatlari zichligi 10^{13} sm^{-2} dan yuqori qiymatlarda aniqlangan va Fermi sathi pinning holati kuzatilgan [4].

MIS strukturasining umumiy zatvor zaryadi Q_g quyidagi qismlardan iborat [1]:

$$Q_g = -(Q_s + Q_{ss} + Q_f)$$

bu yerda Q_s – fazoviy zaryad sohasidagi ionlangan kirishma zaryadi, Q_{ss} – sirt holatlari zaryadi, Q_f – dielektrikdagi qo‘zg‘almas zaryad. Bu munosabat sirt holatlari zaryadi Q_{ss} ning yarimo‘tkazgichning umumiy zaryad holatiga bevosita ta’sir qilishini ko‘rsatadi [2].

Sirt holatlarining sig‘imga ta’siri eng yaqqol chastotaga bog‘liqlikda namoyon bo‘ladi [3].

Past chastota sharoitida o‘zgaruvchan signalning davri sirt holatlarining zaryadlanish–zaryadsizlanish vaqt konstantasidan ancha uzun bo‘ladi. Bu holda sirt holatlari signal o‘zgarishiga to‘liq ergashadi va qo‘shimcha C_{ss} sig‘im hissa qo‘shadi [2]. Natijada past chastotali C–V egri chizig‘ida kamayish sohasida sezilarli “pog‘ona” kuzatiladi [1].

Yuqori chastota sharoitida sirt holatlari o‘zgaruvchan signalga ulgurmaydi va ularning zaryadlanish–zaryadsizlanish jarayoni “muzlatilgan” holatga o‘tadi [1]. Bu holda sig‘im asosan dielektrik sig‘imi C_d va fazoviy zaryad sohasi sig‘imi C_s ning ketma-ket ulanishi bilan aniqlanadi [3].

Sirt holatlarining ekvivalent parallel o‘tkazuvchanligi G_p/ω chastota funksiyasi sifatida o‘lchanadi [5]. Bu funksiya xarakterli cho‘qqi hosil qiladi. Cho‘qqining balandligidan N_{ss}, joylashuvidan esa vaqt konstantasi τ aniqlanadi [5]. O‘tkazuvchanlik metodi eng aniq metod hisoblanadi, chunki u vaqt konstantasi va tutib olish kesimini aniqlash imkonini beradi [6].

Muhokama

Sirt holatlarining sig‘imga ta’siri ikki qatlamli fizik jarayondan kelib chiqadi. Birinchi qatlam – **zaryad qatlami**: sirt holatlari chegara sohasida qo‘shimcha zaryad Q_{ss} ni kiritadi va zatvor zaryadining taqsimlanishini o‘zgartiradi [2]. Ikkinchi qatlam – **vaqt qatlami**: sirt holatlarining zaryadlanish–zaryadsizlanishi xarakterli vaqt konstantasiga ega bo‘lib, bu vaqt o‘zgaruvchan signal davri bilan raqobatlashadi [3].

Ikki qatlamning birgalashuvi sirt holatlarining C–V xarakteristikasidagi namoyon bo‘lishini ham $N_{ss}(E)$ kattaligiga, ham o‘lchash chastotasiga bog‘liq qiladi [1]. Shu sababli real C–V xarakterlashda odatda yuqori va past chastotali o‘lchashlarni birgalikda o‘tkazish zarur [6].

Xulosa

(1) Yarimo‘tkazgich–dielektrik chegarasidagi sirt holatlari kristall panjaraning uzilishi va oksid qatlami nuqsonlari natijasida hosil bo‘ladi. Ular donor va akseptor turlariga bo‘linib, taqiqlangan zonada kvazikontinuall taqsimlanadi [1].

(2) Sirt holatlari zichligi $N_{ss}(E)$ tipik qiymati $\sim 10^{13}$ sm^{-2} eV^{-1} tartibida bo‘lib, bu asbob xossalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatish uchun yetarli [2].

(3) Sirt holatlarining sig‘imga ta’siri sezilarli chastotaga bog‘liqlikka ega: past chastotada qo‘shimcha sig‘im hissa qo‘shadi, yuqori chastotada esa ularning javobi muzlatiladi [3].

(4) O‘tkazuvchanlik metodi sirt holatlarini aniqlashning eng aniq metodi hisoblanadi, chunki u vaqt konstantasi va tutib olish kesimini aniqlash imkonini beradi [5].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Novkovski, N. (2026). Range of applications and modifications of the Terman method for the determination of the density of interface states. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 59, 323001.

2. Robertson, J., & Falabretti, B. (2013). Band offsets and defect levels at semiconductor/dielectric interfaces. *Discover Nano*, Springer Nature.

3. Re-examination of the extraction of MOS interface-state density by C–V stretchout and conductance methods. (2013). *Semiconductor Science and Technology*, 28(8), 085008.

4. Ahrenkiel, R. K., & Dunlavy, D. J. (1984). The density of states at GaAs/native oxide interfaces. *Solid-State Electronics*, 27(5), 485–489.

5. Nicollian, E. H., & Goetzberger, A. (1967). The Si–SiO_2 interface – electrical properties as determined by the metal-insulator-silicon conductance technique. *Bell System Technical Journal*, 46(6), 1055–1133.

6. Analytic approach to the a.c. conductance method for rapid characterization of interface states in MOS structures. (1990). *Solid-State Electronics*, 33(1), 127–137.

EFFECTIVE POTENTIAL OF MASSIVE PARTICLES IN BLACK HOLE AND WORMHOLE SPACETIMES

Rashidov Diyor Gayrat ugli[1], Hamidov Voxid Sobirovich[2]

[1] PhD Student, Institute of Fundamental and Applied Research (IFAR), National Research University “TIIAME”.

[2]Associate Professor, PhD, International Islamic Academy of Uzbekistan.

Abstract. This paper investigates the effective potential of massive test particles in a static, spherically symmetric spacetime that admits both black hole and wormhole regimes. A numerical analysis of the effective potential's behavior is conducted for various values of the minimum-length parameter l_0/M. It is shown that increasing this parameter alters the height and shape of the potential barrier. In the wormhole regime, the potential exhibits a structure symmetric about x=0. The results demonstrate the influence of the minimum-length parameter on the motion of massive test particles.

Keywords: black hole, wormhole, effective potential, massive particles, geodesic motion, black-bounce, minimal length.

Introduction. Black holes and wormholes are key objects in modern relativistic astrophysics; their study enables an investigation of the properties of strong gravitational fields and potential deviations from the classical solutions of general relativity [6]. Of particular interest are regular geometries in which the central singularity is eliminated through the introduction of an additional

parameter or a minimal length scale [7]. One such approach is the "black-bounce" concept, which allows for the description of both regular black holes and traversable wormholes within a unified geometric framework [2].

In the model under consideration, a minimal length scale l_0 is introduced, associated with the regularization of the geometry in the central region [1]. The original study demonstrates that the corresponding static, spherically symmetric spacetime can smoothly interpolate between regular black hole and wormhole regimes [3]. Varying the parameter l_0 affects not only the global spacetime structure but also the nature of test particle motion.

One of the most convenient tools for investigating such motion is the effective potential [4]. For timelike geodesics, the radial motion of a massive particle can be represented in the form

$$\dot{x}^2 = E^2 - V_{m(x)} \quad (1)$$

where E is the conserved energy of the particle and $V_{m(x)}$ is its effective potential. In the original model, this potential is determined by the metric function $A_{(x)}$, the particle's angular momentum, and the minimum-length parameter l_0. Analyzing the shape of this potential makes it possible to investigate the existence and nature of circular orbits, as well as to track changes in the orbital structure during transitions between different geometric regimes [5].

The aim of this work is to numerically investigate the effective potential of massive particles for various values of the parameter l_0/M and to conduct a comparative analysis of its behavior in black hole and wormhole regimes.

Consider a static, spherically symmetric black-bounce spacetime, the geometry of which is determined by a minimum-length parameter l_0. The radial coordinate is related to the area of the spheres by a function $\Sigma(x)$ of the form

$$\Sigma^2(x) = x^2 + l_0^2 \quad (2)$$

where E denotes the conserved energy of the particle. The effective potential of a massive particle is defined by the expression

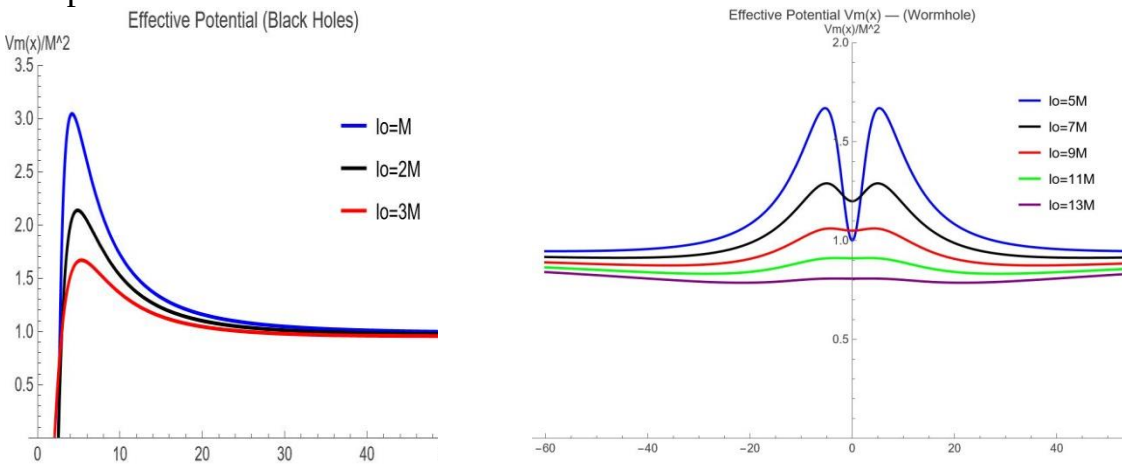
$$V_{m(x)} = A(x)\left(1 + \frac{\ell^2}{\Sigma^2(x)}\right) \quad (3)$$

Taking expression (2) into account, the effective potential can be represented in the form

$$V_{m(x)} = A(x)\left(1 + \frac{\ell^2}{x^2 + l_0^2}\right) \quad (4)$$

Here, ℓ is the specific angular momentum of the particle, and $A(x)$ is the metric function of the spacetime under consideration. Subsequently, the effective potential is analyzed numerically for various values of the dimensionless parameter l_0/M. This allows for a direct comparison of the changes in the shape of the potential curves between the black hole and wormhole regimes, as well as

an assessment of the influence of the minimum-length parameter on the motion of massive particles.



(a) **(b)**

Figure 1. Effective potential of massive particles: (a) black-hole regime and (b) wormhole regime.

Figure 1 presents the results of a numerical study of the effective potential for massive particles at various values of the minimum-length parameter l_0/M. In the black hole regime, Fig. 1(a) considers the values l_0/M =1, 2, 3. It is evident that the effective potential exhibits a pronounced maximum at small radial coordinates. As l_0/M increases, the height of the potential barrier decreases noticeably: the highest maximum corresponds to l_0/M, whereas for l_0=3M, the maximum is significantly lower. At large values of x/M, the differences between the curves gradually diminish, and the potentials approach similar asymptotic values.

In the wormhole regime shown in Fig. 1(b), values of l_0/M =5, 7, 9, 11, 13 are considered. Unlike the black hole regime, the effective potential exhibits a symmetric structure about x=0, a feature linked to the geometry of the two spacetime regions connected by the throat. For smaller values of l_0/M, pronounced maxima are observed on either side of the central region. As l_0/M increases, the height of these maxima decreases, and the effective potential profile becomes smoother.Thus, the parameter l_0 significantly influences the structure of the effective potential for massive particles. The results demonstrate a qualitative difference between the potential profiles in the black hole and wormhole regimes and reveal changes in the orbital dynamics of test massive particles as the model's geometric parameter is varied.

Conclusion. This paper investigates the effective potential of massive particles in black hole and wormhole regimes for various values of the minimal length parameter l_0/M. Numerical analysis reveals that increasing l_0/M leads to a noticeable change in the shape and height of the potential barrier. In the black hole regime, the height of the effective potential maximum decreases as l_0/M increases. The wormhole regime is characterized by a potential structure symmetric about x=0, where increasing l_0/M smooths the profile and reduces the

prominence of the maxima. The results demonstrate that the minimal length parameter significantly affects the effective potential and, consequently, the dynamics of massive test particles in the geometry under consideration.

References

1. Alencar G., Crispim T. M., Sáez-Chillón Gómez D., Silva M. V. de S. Black bounce as a quantum correction from string T-duality: Thermodynamics, energy conditions, and observational imprints from EHT // arXiv preprint. - 2026. - arXiv:2603.05543.
2. Simpson A., Visser M. Black-bounce to traversable wormhole // Journal of Cosmology and Astroparticle Physics. - 2019. - No. 02. - Art. 042.
3. Lobo F. S. N., Rodrigues M. E., Silva M. V. de S., Simpson A., Visser M. Novel black-bounce spacetimes: wormholes, regularity, energy conditions, and causal structure // Physical Review D. - 2021. - Vol. 103. - Art. 084052.
4. Bronnikov K. A., Walia R. K. Field sources for Simpson-Visser spacetimes // Physical Review D. - 2022. - Vol. 105. - Art. 044039.
5. Perlick V., Tsupko O. Y. Calculating black hole shadows: Review of analytical studies // Physics Reports. - 2022. - Vol. 947. - P. 1-39.
6. Hamidov V., Rashidov D. Analysis of gravitational lensing in the presence of plasma around a black hole // O‘zMU Xabarlari (ACTA NUUz). – 2026. - No. 2. - P. 582–585.
7. Abdullaev M., Allambergenov G., Rashidov D., Jamolov P., Rayimbaev J. Eikonal Ringing, Shadows, Lensing, Grey-Body Factors, and Binding Energy of Asymptotically Flat Regular Black Holes in Phantom Dirac-Born-Infeld Gravity // International Journal of Gravitation and Theoretical Physics. - 2026. - Vol. 2, No. 2.

GaP(100) TAGLIKDA O‘STIRILGAN Si–GaP–ZnSe–ZnTe ASOSIDAGI n–n$^+$ STRUKTURANING 300 K DAGI VOLT-AMPER XARAKTERISTIKASI VA TOK O‘TISH MEXANIZMLARI

Saidov A.S., Usmonov Sh.N., Saparov D.V., Abdullayev H.Sh.
O‘zR FA S.A. Azimov nomidagi Fizika-texnika instituti, Toshkent sh., Ch. Aytmatov ko‘chasi, 2B
E-mail: habibabdullayev04@gmail.com

Annotatsiya. Sn eritmasidan suyuq fazali epitaksiya usulida GaP(100) taglikda o‘stirilgan Si–GaP–ZnSe–ZnTe asosidagi n–n$^+$ strukturaning 300 K dagi volt-amper xarakteristikasi (VAX) tadqiq etildi. Musbat tarmoqda 0,35–0,65 V oralig‘ida eksponensial bog‘lanish qayd etilib, uning samarali koeffitsiyenti $c \approx$ 8,9 ni tashkil etdi. 0,70–1,10; 1,10–1,30 va 1,30–2,00 V oraliqlarida darajali bog‘lanish ko‘rsatkichi mos ravishda 2,69; 2,42 va 1,91 ga teng bo‘ldi. Kuchlanish ortishi bilan superkvadratik tok o‘sishidan kvadratik qonunga yaqin bog‘lanishga o‘tish qayd etildi. Natijalar interfeys holatlari, tutqichlarning to‘lishi

va fazoviy zaryad bilan cheklangan tokka yaqin injeksion transport doirasida talqin qilindi.

Kalit so‘zlar: n–n$^+$ izotip struktura; GaP(100); suyuq fazali epitaksiya; volt-amper xarakteristikasi; Hall effekti; injeksion transport; interfeys holatlari; tutqich sathlari; fazoviy zaryad bilan cheklangan tok.

Ko‘p komponentli yarimo‘tkazgich qatlamlarda tarkibiy murakkablik, lokal energetik holatlar va qatlam–taglik chegarasida shakllanadigan ichki elektr maydon zaryad tashuvchilar transportiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi [1]. GaP, Si hamda II–VI guruh birikmalari ishtirokidagi qatlamlarni Sn eritmasidan suyuq fazali epitaksiya (SFE) usulida shakllantirish ularning tarkibiy va elektrofizik xossalarini boshqarish imkonini beradi [1,2]. Bunday tizimlarda qatlam va taglik o‘tkazuvchanlik turi bir xil, lekin zaryad tashuvchilar konsentratsiyalari keskin farq qilganda n–n$^+$ izotip chegara hosil bo‘lib, undagi konsentratsiya gradienti, energetik zonalar egilishi va interfeys holatlari volt-amper xarakteristikasining shakliga ta’sir etishi mumkin. Mazkur ishning maqsadi GaP(100) taglikda o‘stirilgan Si–GaP–ZnSe–ZnTe asosidagi n–n$^+$ strukturaning 300 K dagi volt-amper xarakteristikasini kuchlanish sohalari bo‘yicha tahlil qilish va tok o‘tish mexanizmlarini aniqlashdan iborat.

Qatlam GaP(100) monokristall taglikda Sn eritmasidan SFE usulida o‘stirildi. Boshlang‘ich eritma Sn – 80 g, Si – 0,55 g, GaP – 1,90 g, ZnSe – 1,20 g va ZnTe – 1,50 g dan iborat bo‘lib, eritma 850 °C da to‘yintirildi va 750 °C gacha 1 °C/min tezlikda sovitildi. O‘stirilgan qatlamning haqiqiy qalinligi taxminan 10 μm ni tashkil etdi. Hall o‘lchovlari HMS-7000 tizimida 300 K da bajarildi. VAX o‘lchovlari uchun GaP taglikning orqa tomonida Sn asosidagi qotishmali kontakt 600 °C da 20 min davomida shakllantirilib, kontakt barqarorligini oshirish maqsadida ustiga Ni qatlami bug‘latildi. VAX vakuumli kriostatda tok manbai, ampermetr va voltmetr asosidagi o‘lchov sxemasida 300 K da olindi.

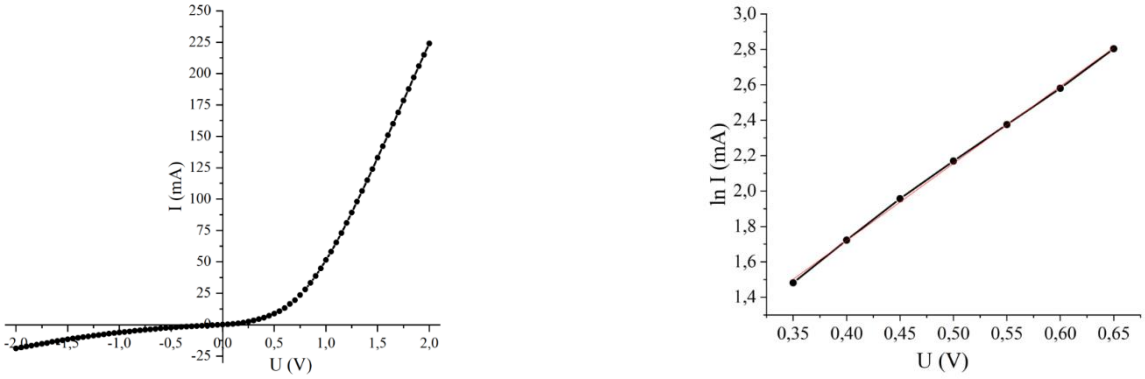
Hall effekti natijalariga ko‘ra, 300 K da qatlamdagi elektronlar konsentratsiyasi $n \approx 2{,}90\times10^{19}$ cm^{-3}, harakatchanlik $\mu \approx 33{,}99$ cm^2/(V·s), solishtirma elektr qarshilik $\rho \approx 6{,}34\times10^{-3}$ Ω·cm va elektr o‘tkazuvchanlik $\sigma \approx 157{,}8$ S/cm ni tashkil etdi. Hall koeffitsiyentining $R_H \approx -0{,}215$ cm^3/C manfiy qiymati asosiy zaryad tashuvchilar elektronlar ekanligini ko‘rsatadi. Shuning uchun o‘stirilgan qatlam n$^+$-turga, n-turdagi GaP(100) taglik bilan birgalikdagi tizim esa n-GaP/n$^+$-Si–GaP–ZnSe–ZnTe izotip struktura sifatida qaraldi.

n–n$^+$ chegarada elektronlar konsentratsiyasi gradienti mavjud bo‘lganligi sababli zaryad tashuvchilar transportini birinchi yaqinlashuvda dreyf va diffuziya oqimlarining yig‘indisi orqali ifodalash mumkin:

$$J_n = q\, n\, \mu_n E + qD_n\, dn/dx$$

bu yerda J_n – elektron toki zichligi, n – elektronlar konsentratsiyasi, μ_n – elektronlar harakatchanligi, D_n – diffuziya koeffitsiyenti va E – elektr maydon kuchlanganligi. n$^+$- qatlam bilan n-GaP taglik orasidagi konsentratsiya farqi elektronlarning n$^+$ sohadan n sohaga diffuziyasini yuzaga keltiradi; hosil bo‘lgan

fazoviy zaryad va ichki elektr maydon esa unga qarama-qarshi yo‘nalgan dreyf oqimini shakllantiradi. Tashqi kuchlanish ushbu muvozanatni o‘zgartirib, VAXning turli sohalarida turli transport rejimlarining namoyon bo‘lishiga olib keladi. 300 K dagi to‘liq VAX musbat va manfiy qutblanishlarda sezilarli asimmetriyaga ega (1a-rasm). Musbat kuchlanishda tok tez va nochiziqli ortib, $U = 2{,}0$ V da $I \approx 224$ mA ga yetadi; manfiy qutblanishda esa shu kuchlanish modulida tokning absolyut qiymati taxminan bir tartib kichik bo‘lib qoladi. Kontaktlarning alohida VAXlari chiziqli va simmetrik ekanligi sababli kuzatilgan asimmetriya metall kontakt to‘siqlaridan ko‘ra $n–n^+$ qatlam–taglik chegarasidagi ichki elektr maydon, konsentratsiya gradienti va interfeys holatlari bilan bog‘liq deb talqin qilindi.



a) b)

1-rasm. n-GaP/n^+-Si–GaP–ZnSe–ZnTe strukturasining 300 K dagi volt-amper xarakteristikasi: (a) to‘liq VAX; (b) 0,35–0,65 V oralig‘idagi ln I=f(U) bog‘lanishi va chiziqli approksimatsiyasi

VAXning musbat tarmog‘ida 0,05–0,35 V oralig‘ida tok qiymati kichik bo‘lib, kuchlanish ortishi bilan nisbatan sekin o‘sadi. Ushbu boshlang‘ich soha past elektr maydon va kuchsiz injeksiya rejimiga mos keladi. Mazkur oraliq $n–n^+$ chegaradagi dreyf-diffuzion transport bilan bog‘liq boshlang‘ich soha sifatida talqin qilindi.

Kuchlanish 0,35–0,65 V oralig‘iga yetganda tokning kuchlanishga bog‘liqligi eksponensial ko‘rinishga o‘tadi (1b-rasm). Tajribaviy natijalar quyidagi ifoda bilan yaxshi tavsiflanadi:

$$I = I_0 e^{(q_0 U/ckT)}$$

bu yerda I_0 – eksponentaning old koeffitsiyenti, q_0 – elementar zaryad, k – Boltsman doimiysi, T – absolyut temperatura, c – strukturadagi injeksion transportning samarali parametrlarini ifodalovchi o‘lchamsiz koeffitsiyent. Tenglamani logarifmlash orqali

$$\ln I = \ln I_0 + (q_0/ckT)U$$

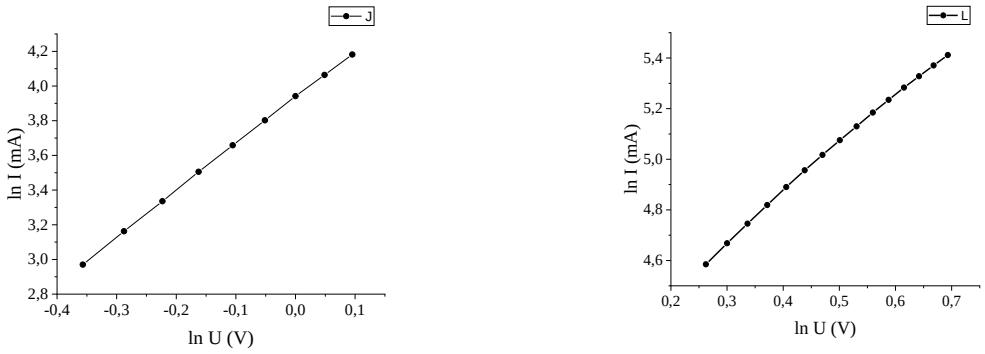
bog‘lanish olinadi. 0,35–0,65 V oralig‘idagi eksperimental nuqtalarning chiziqli approksimatsiyasi uchun $d(\ln I)/dU \approx 4{,}36$ V^{-1} va $R^2 \approx 0{,}999$ qiymat olindi. $T = 300$ K da bundan $c \approx 8{,}9$ hamda $I_0 \approx 0{,}98$ mA qiymatlar kelib chiqadi. Bu yerda c eksperimental VAXning mazkur kuchlanish oralig‘idagi qiyaligini ifodalovchi samarali parametr sifatida qaraldi. Mazkur struktura p–n o‘tish emas,

n–n^+ izotip tizim bo‘lganligi sababli ushbu eksponensial qonun klassik uzun $p-n$ diod talqiniga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘chirilmaydi; u n–n^+ chegaradagi potensial profilning kuchlanish bilan modulyatsiyalanishi va injeksion-diffuzion transportning kuchayishi sifatida qaraladi.

Kuchlanishning keyingi oshishi bilan VAX eksponensial sohadan darajali tok o‘tish rejimiga o‘tadi. Ushbu sohalarni tahlil qilish uchun

$$I = A \cdot U^m$$

bog‘lanishidan foydalanildi. Logarifmlash natijasida $\ln I = \ln A + m \ln U$ ifoda olinadi; bunda $m = d(\ln I)/d(\ln U)$ logarifmik VAXning qiyalik koeffitsiyenti bo‘lib, transport mexanizmining kuchlanishga bog‘liq o‘zgarishini tavsiflaydi.



a) b)

2-rasm. n-GaP/n^+-Si–GaP–ZnSe–ZnTe strukturasining ln I–ln U bog‘lanishlari: (a) 0,70–1,10 V; (b) 1,30–2,00 V oralig‘idagi chiziqli approksimatsiyalar

0,70–1,10 V oralig‘ida m=2,69 (R^2 =0,9998) qiymat olindi. $m > 2$ bo‘lishi tokning oddiy omik yoki ideal kvadratik qonundan tezroq o‘sayotganini ko‘rsatib, ushbu sohada superkvadratik injeksion transport mavjudligini bildiradi. Bunday xatti-harakat injeksiyalangan elektronlar konsentratsiyasining ortishi, taqiqlangan zonadagi lokal tutqich sathlarining bosqichma-bosqich to‘lishi va fazoviy zaryadning elektr maydon taqsimotiga ta’siri bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin [3–5]. 1,10–1,30 V oralig‘ida qiyalik $m \approx 2{,}42$ bo‘lib, bu superkvadratik rejimdan kvadratik rejimga o‘tishning oraliq bosqichini ko‘rsatadi. Kuchlanish ortishi bilan tutqichlarning bandlik darajasi o‘zgaradi va tokka qo‘shilayotgan erkin tashuvchilar ulushi ortadi.

1,30–2,00 V oralig‘ida $m = 1{,}91$ (R^2=0,9980) bo‘lib, u 2 ga juda yaqin. Ideal tutqichsiz fazoviy zaryad bilan cheklangan tok uchun Lampert qonuniga ko‘ra $I \sim U^2$ bog‘lanish kuzatiladi [3–5]. Ushbu soha fazoviy zaryad bilan cheklangan tokka (SCLC) yaqin injeksion rejim sifatida talqin qilindi. Bunda $m \approx 2$ qiymati SCLC mexanizmining mustaqil isboti hisoblanmaydi. Kuchlanish ortishi bilan m ning 2,69→2,42→1,91 tarzida kamayishi superkvadratik bog‘lanishdan kvadratik qonunga yaqin tok o‘sishiga o‘tishni ko‘rsatadi. Ushbu o‘zgarish tutqichlar bilan modulyatsiyalangan injeksion transport doirasida izohlandi.

VAXning manfiy tarmog‘i alohida fizik xususiyatga ega. Manfiy qutblanishda tok $|U|$ ortishi bilan uzluksiz oshadi, biroq $+U$ dagi mos kuchlanishlarga nisbatan uning absolyut qiymati ancha kichikManfiy qutblanishda tashqi elektr maydon $n–n^+$ chegaradagi ichki maydon bilan shunday o‘zaro ta’sirlashadiki, elektronlarning n^+ qatlamdan n-GaP taglikka samarali injeksiyasi musbat qutblanishdagiga nisbatan cheklanadi. Natijada interfeys yaqinidagi fazoviy zaryad sohasi va potensial egilish elektronlar oqimiga kattaroq qarshilik ko‘rsatadi. Shu bilan birga, tokning nolga tushmasligi n-GaP va n^+ qatlamda erkin elektronlarning mavjudligi, dreyf-diffuzion transport hamda interfeysdagi lokal energetik holatlar orqali qo‘shimcha tok kanallarining saqlanib qolishi bilan tushuntiriladi.

Xulosa

GaP(100) taglikda SFE usulida o‘stirilgan Si–GaP–ZnSe–ZnTe asosidagi $n–n^+$ strukturaning 300 K dagi VAXi kuchlanishga bog‘liq bir necha transport sohalaridan tashkil topishi aniqlandi. 0,05–0,35 V oralig‘i past maydonli, kuchsiz injeksiya sohasi bo‘lib, unda dreyf va diffuziya oqimlarining o‘zaro kompensatsiyasi hamda interfeysning boshlang‘ich transport xususiyatlari muhim rol o‘ynaydi. 0,35–0,65 V da $I = I_0\exp(q_0U/ckT)$ eksponensial bog‘lanish kuzatilib, chiziqli approksimatsiyadan $c \approx 8{,}9$ qiymat olindi; bu soha $n–n^+$ chegaradagi potensial profil modulyatsiyasi va injeksion-diffuzion transportning kuchayishi bilan bog‘landi. 0,70–1,10 V da m=2,69, 1,10–1,30 V da $m \approx 2{,}42$ va 1,30–2,00 V da $m = 1{,}91$ qiymatlarining kuzatilishi transportning tutqichlar ta’siri kuchli bo‘lgan superkvadratik rejimdan $I \sim U^2$ qonuniga yaqin fazoviy zaryad bilan cheklangan injeksion rejim tomon o‘tishini ko‘rsatdi.

Adabiyotlar

1. Saidov A.S., Usmonov Sh.N., Rakhmonov U.Kh., Kurmantayev A.N., Bahtybayev A.N. Multicomponent Solid Solutions $(ZnSe)_{1-x-\gamma}(Si_2)_x(GaP)_\gamma$ // Journal of Materials Science Research. 2012. Vol. 1, No. 2. P. 150–156. DOI: 10.5539/jmsr.v1n2p150.

2. Saidov A.S., Saidov M.S., Usmonov Sh.N., Amonov K.A., Saparov D.V. Growth and spectral sensitivity of $pSi - n(Si_2)_{1-x}(ZnSe)_x$ structures // Applied Solar Energy. 2008. Vol. 44, No. 2. P. 144–145. DOI: 10.3103/S0003701X08020199.

3. Wright G.T. Mechanisms of space-charge-limited current in solids // Solid-State Electronics. 1961. Vol. 2. P. 165–189. DOI: 10.1016/0038-1101(61)90034-X.

4. Mark P., Helfrich W. Space-Charge-Limited Currents in Organic Crystals // Journal of Applied Physics. 1962. Vol. 33, No. 1. P. 205–215. DOI: 10.1063/1.1728487.

5. Lampert M.A., Mark P. Current Injection in Solids. New York: Academic Press, 1970.

6. Schroder D.K. Semiconductor Material and Device Characterization. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006.

MOZELI QONUNI VA UNING AHAMIYATI

Latifova Husnida Asilbek qizi

Chirchiq davlat pedagogika universiteti 4-bosqich bakalavr talabasi.

Annotatsiya. Ushbu ishda Mozeli qonuni, uning atomlar tuzilishini tushuntirishdagi o‘rni hamda atom fizikasidagi ahamiyati yoritilgan. Atomlarning rentgen diapozonidagi nurlanish spektri, bu nurlanishning atom tartib raqami bilan bog‘liqligi tahlil qilinadi. Mozeli tomonidan aniqlangan qonun kimyoviy elementlarning davriy jadvaldagi tartibini atom raqami asosida izohlash imkonini bergani, Mendeleyev jadvalidagi ayrim noaniqliklarni bartaraf etgani va elementlarning fizik-kimyoviy xossalarini chuqurroq tushunishga xizmat qilgani bayon qilinadi. Ishda, shuningdek, mazkur qonunning yadro fizikasi, spektroskopiya va materiallar tadqiqotidagi qo‘llanilish yo‘nalishlari ko‘rib chiqiladi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, Mozeli qonuni atom tuzilishi haqidagi tasavvurlarni rivojlantirishda muhim bosqich bo‘lib, u elementlarning ilmiy tasnifi va ularning xossalarini aniqlashda fundamental ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Mozeli qonuni, atom tartib raqami, rentgen spektri, davriy qonun, elementlar tasnifi, spektroskopiya, atom tuzilishi.

Mozeli qonuni atom nurlanish spektrlari va elementlarning rentgen nurlanishidagi tartibni tushunishda juda muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi, chunki u spektr chiziqlarining to‘lqin uzunligi yoki chastotasi elementning atom raqamiga bevosita bog‘liq ekanini ko‘rsatadi. Shu sababli qonun kimyoviy elementlarni faqat massasi yoki tashqi ko‘rinishiga qarab emas, balki ularning ichki tuzilishi va yadro zaryadi orqali tizimli ravishda tasniflash imkonini beradi. Uning amaliy ahamiyati shundaki, noma’lum moddalarning tarkibini aniqlash, elementlarni identifikatsiya qilish va materialshunoslik hamda analitik kimyoda aniqroq natijalarga erishishda qo‘llaniladi. Ilmiy jihatdan esa Mozli qonuni Mendeleyev jadvalidagi ayrim nomuvofiqliklarni izohlashga yordam berib, davriylikning atom raqamiga asoslanganligini mustahkamladi. Natijada bu qonun hodisalarni yanada ravshan talqin qilish, elementlarning xossalarini oldindan bashorat qilish va tadqiqot hamda amaliy faoliyatda to‘g‘ri qaror qabul qilish uchun ishonchli mezon yaratadi.

Mozeli qonunining hozirgi talqini, avvalo, atom spektrlaridagi chastotalar va elementlarning zaryad soni o‘rtasidagi bog‘liqlikni ifodalovchi asosiy empirik qonun sifatida saqlanib qolgan bo‘lsa-da, zamonaviy ilmiy adabiyotlarda u faqat oddiy chiziqli munosabat emas, balki yadroviy zaryad, ichki qobiq tuzilishi va elektron o‘tishlarning kvant xususiyatlari bilan bog‘liq kengroq nazariy doira ichida sharhlanadi. Klassik qarashlarda bu qonun elementlarni davriy tizimda tartiblashda muhim mezon sifatida baholangan va uning tarixiy ahamiyati aynan kimyoviy xossalardan ko‘ra atom raqami bilan bog‘liq izchillikni ko‘rsatganida namoyon bo‘lgan. Hozirgi tadqiqotlarda ushbu yondashuv bilan ko‘pchilik olimlar prinsipial jihatdan hamfikr: ya’ni Mozeli qonuni davriylikning fizik asosini aniqroq ochib bergani tan olinadi. Shu bilan birga, ayrim nozik jihatlar ham qayd etiladi, chunki qonun asosan rentgen spektrlari va nisbatan oddiy atom

tizimlari uchun juda samarali bo‘lib, murakkab ko‘p elektronli o‘zaro ta’sirlar, relativistik effektlar yoki yuqori aniqlikdagi spektroskopik holatlarda bevosita qo‘llanishi cheklanishi mumkin. Demak, zamonaviy talqin an’anaviy ilmiy qarashlarni tasdiqlagan holda, uning fizik mazmunini yanada chuqurlashtiradi va qonunning universalligi bilan tajribaviy qo‘llanish doirasi o‘rtasidagi nisbatni ehtiyotkorlik bilan baholash zarurligini ko‘rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 1. Введение в атомную физику. – Москва. Лань, 2021. – 558 с.
2. Nasriddinov K.R., Xudayberdiyev E.N., Samandarov L.Q., Xudoyberdiyev M.E. Atom fizikasi. – Toshkent. Zebo Prints, 2025. – 412 b.
3. E.N.Xudayberdiyev, K.R.Nasriddinov, A.M.Madaliyev, L.Q.Samandarov, M.E.Xudoyberdiyev. Atom yadrosi va elementar zarralar fizikasi. – Toshkent. Zebo prints, 2026. – 484 b.

KOMPTON EFFEKTI VA UNING SODIR BO‘LISH MEXANIZMI

Olimnazarova Aziza Shavkatjon qizi.
Chirchiq davlat pedagogika universiteti 4-bosqich bakalavr talabasi.

Annotatsiya. Kompton effekti - bu yuqori energiyali elektromagnit nurlanishning, xususan rentgen va gamma fotonlarning modda bilan o‘zaro ta’siri natijasida ularning to‘lqin uzunligi o‘zgarishi bilan kechadigan noelastik sochilish hodisasidir. Mazkur ishda Kompton effektining fizik mohiyati, sodir bo‘lish mexanizmi hamda ushbu hodisani tavsiflovchi asosiy qonuniyatlar tahlil qilinadi. Ishda foton va erkin yoki kuchsiz bog‘langan elektron o‘rtasidagi to‘qnashuv jarayoni kvant nazariya asosida ko‘rib chiqildi, energiya va impuls saqlanish qonunlari yordamida sochilish formulasining kelib chiqishi yoritildi. Shuningdek, Kompton siljishining burchakka bog‘liqligi, foton energiyasining elektron kinetik energiyasiga aylanishi hamda sochilish jarayonida moddaning atom tuzilishiga bog‘liq omillar muhokama qilindi. Ish davomida Kompton effektining tarixiy ahamiyati, u orqali yorug‘likning korpuskulyar xossalarining tasdiqlanishi va kvant elektrodinamika rivojidagi o‘rni ham ko‘rsatib berildi. O‘rganilgan natijalar Kompton effektining rentgen spektroskopiyasi, materialshunoslik va yadro fizikasi sohalaridagi amaliy ahamiyatini ochib beradi.

Kalit so‘zlar: Kompton effekti, noelastik sochilish, foton, elektron, to‘lqin uzunligi siljishi, kvant nazariyasi, energiya va impuls saqlanishi, rentgen nurlari.

Kompton effekti deb nom olgan hodisani 1923 yilda A.Kompton rentgen nurlarining sochilishiga oid tajribada aniqlandi. Kompton effekti elektromagnit nurlanishning modda bilan o‘zaro ta’sirini tushuntiruvchi eng muhim fundamental hodisalardan biri bo‘lib, u yorug‘likning zarracha tabiatini asoslashda katta tarixiy ahamiyatga ega. Ushbu hodisaning asosiy mazmuni

shundan iboratki, yuqori energiyali fotonlar zaif bog‘langan yoki deyarli erkin holatdagi elektronlar bilan to‘qnashganda, sochilgan nurlanishning to‘lqin uzunligi o‘zgaradi. Natijada, foton o‘z energiyasining bir qismini elektronga beradi va sochilish jarayonidan keyin nurlanish ilgari kuzatilgan holatdan farqli spektral xususiyatlarga ega bo‘ladi. Kompton effekti klassik to‘lqin tasavvurlari bilan to‘liq izohlab bo‘lmaydigan mazkur jarayonni kvant nuqtai nazardan tushuntirishga imkon bergani sababli, u zamonaviy kvant fizikasi va nurlanish-modda o‘zaro ta’siri haqidagi tasavvurlar rivojida asosiy o‘rin tutadi.

Kompton effekti mexanizmini o‘rganishning ilmiy ahamiyati shundan iboratki, u nurlanish va modda o‘zaro ta’sirining kvant tabiatini aniq namoyon etadi. Klassik fizika yorug‘likning sochilishini to‘lqin jarayoni sifatida tushuntirishga urinadi, biroq Kompton effekti foton va elektron o‘rtasidagi to‘qnashuvni energiya hamda impuls saqlanish qonunlari asosida izohlab, bu hodisaning kvant xususiyatini ko‘rsatadi. Shu sababli ushbu effektni tushunish kvant nazariyasining shakllanishida, foton-elektron o‘zaro ta’sirlarini tahlil qilishda va nurlanish-moddaviy munosabatlarni klassik yondashuvdan kvant yondashuvga o‘tishda muhim o‘rin tutadi. Ayniqsa, rentgen nurlari va gamma nurlanishining moddada qanday tarqalishi, energiya yo‘qotishi hamda yo‘nalishini o‘zgartirishi kabi jarayonlarni talqin etishda Kompton sochilishining mexanizmi asosiy nazariy kalitlardan biridir. Ushbu ishning maqsadi Kompton effekti qanday sodir bo‘lishini batafsil yoritish va uning mexanizmi nurlanishning moddada keltirib chiqaradigan jarayonlarni tushuntirishda nega muhim ekanini aniqlab olishdan iboratdir. Buning uchun Kompton effektini vizuallashtirish hamda Blum taksonomiyasi asosida 4 ta qiyinlik darajadagi test ishlanmalari orqali mavzu mazmunini mustahkamlash, uning yuqori darajada o‘zlashtirilish samaradorligini ta’minlashga xizmat qilishi shubhasiz.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Compton A. H. A quantum theory of the scattering of X-rays by light elements. Physical Review, (1923).21(5), –P. 483–502.

2. Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 1. Введение в атомную физику. – Москва. Лань, 2021. – 558 с.

3.Nasriddinov K.R., Xudayberdiyev E.N., Samandarov L.Q., Xudoyberdiyev M.E. Atom fizikasi. – Toshkent. Zebo Prints, 2025. – 412 b.

4.E.N.Xudayberdiyev, K.R.Nasriddinov, A.M.Madaliyev, L.Q.Samandarov, M.E.Xudoyberdiyev. Atom yadrosi va elementar zarralar fizikasi. – Toshkent. Zebo prints, 2026. – 484 b.

KREMNIY ASOSIDAGI QUYOSH ELEMENTLARINING ISHLASH MEXANIZMI VA ENERGIYA SAMARADORLIGINI BELGILOVCHI FIZIK OMILLAR

Sapardurdiyeva Gulnur
Nizomiy nomidagi O‘zbekiston milliy pedagogika universiteti,
Fizika ta’lim yo‘nalishi talabasi
Ilmiy rahbar: Xushvaqtov O‘ral Norqobilovich, dotsent

Annotatsiya. Maqolada kremniy asosidagi bir o‘tishli quyosh elementining fotoelektrik ishlash mexanizmi hamda energiya samaradorligini belgilovchi fizik omillar ilmiy adabiyotlar asosida tizimli tahlil qilinadi. Energetik zonalar nazariyasi, fotonlarning yutilishi, p–n o‘tishdagi ichki elektr maydon va zaryad tashuvchilarning yig‘ilishi o‘rtasidagi bog‘lanish izohlanadi. Ideal diod modeli asosida volt-amper xarakteristikasi, salt ishlash kuchlanishi, to‘ldirish koeffitsiyenti va foydali ish koeffitsiyentining hisoblash ifodalari keltiriladi. Optik, rekombinatsion va qarshilikka oid yo‘qotishlar taqqoslanib, ularni kamaytirishning fizik-texnologik yo‘llari muhokama qilinadi. Tadqiqot sharh-tahliliy xarakterga ega bo‘lib, unda yangi eksperimental natijalar da’vo qilinmaydi.

Kalit so‘zlar: kremniy, quyosh elementi, ichki fotoeffekt, taqiqlangan zona, p–n o‘tish, volt-amper xarakteristikasi, to‘ldirish koeffitsiyenti, fotoelektrik samaradorlik.

Kirish

Fotoelektrik texnologiyalarning ilmiy asosi yorug‘lik energiyasining yarimo‘tkazgichda elektr energiyasiga aylanishidir. Quyosh elementining ishlashini to‘g‘ri talqin qilish uchun foton energiyasi, yarimo‘tkazgichning energetik zona tuzilishi, zaryad tashuvchilarning transporti va elektr kontaktlardagi yo‘qotishlarni yagona tizimda ko‘rib chiqish zarur [1–3]. Kremniy fotoelementlarining o‘quv va amaliy ahamiyati ushbu jarayonlarni fizik qonunlar yordamida miqdoriy izohlash imkoniyatidadir.

Standart sinov sharoitida fotoelektrik qurilmaning xarakteristikalari AM1.5 global spektri, 1000 W/m² nurlanish oqimi zichligi va elementning 25°C haroratida baholanadi [4]. Bu qiymatlar mahalliy meteorologik sharoitning doimiy ko‘rsatkichi emas, balki qurilmalarni bir xil mezonda taqqoslash uchun qabul qilingan sinov sharoitidir.

Maqolaning maqsadi – kremniy asosidagi bir o‘tishli quyosh elementida yorug‘likning elektr energiyasiga aylanish jarayonini fizik jihatdan tizimlashtirish va samaradorlikka ta’sir etuvchi yo‘qotishlarni ularni kamaytirish usullari bilan bog‘liq holda tahlil qilish.

Tadqiqot materiallari va usullari

Ish sharh-tahliliy tadqiqot sifatida bajarildi. Yarimo‘tkazgichlar fizikasi va fotoelektrik o‘zgartirishga oid monografiyalar [1–2], batafsil muvozanatga asoslangan nazariy model [3], standart sinov sharoitlari bo‘yicha texnik manbalar

[4] va samaradorlikni cheklovchi omillarning izohlariga oid materiallar [5] mazmuniy-qiyosiy tahlil qilindi. Fizik jarayonlar energetik zonalar modeli hamda yoritilgan ideal diodning volt-amper tenglamasi yordamida tavsiflandi. Keltirilgan sonli parametrlar o‘lchangan yangi natijalar emas, adabiyotlarda qo‘llanadigan ma’lumot va namunaviy shartlardir.

Natijalar va muhokama

1. Foton yutilishi va elektron–teshik juftliklarining hosil bo‘lishi. Yarimo‘tkazgichda elektronlarning valent zonadan o‘tkazuvchanlik zonasiga o‘tishi uchun foton energiyasi taqiqlangan zona kengligidan kam bo‘lmasligi kerak. Foton energiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$E_\gamma = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \tag{1}$$

bu yerda h – Plank doimiysi, ν – foton chastotasi, c – yorug‘lik tezligi, λ – to‘lqin uzunligi. Xona haroratidagi kremniy uchun taqiqlangan zona kengligi taxminan $E_g \approx 1{,}12$ eV bo‘lib, yutilishning taxminiy uzun to‘lqinli chegarasi quyidagicha baholanadi [1, 2]:

$$E_\gamma = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \tag{1}$$

$E_\gamma < E\_g$ bo‘lgan fotonlar odatda foydali elektron–teshik juftligi hosil qilmaydi: ular qaytishi, o‘tib ketishi yoki boshqa mexanizmlar orqali yutilishi mumkin. $E_\gamma > E\_g$ bo‘lganda ortiqcha energiyaning katta qismi tashuvchilarning relaksatsiyasi jarayonida issiqlikka aylanadi. Kremniyning bilvosita taqiqlangan zonali material ekani sababli yutilish ehtimoli to‘lqin uzunligi va material qalinligiga ham bog‘liq [1, 5].

2. p–n o‘tish va zaryad tashuvchilarning ajralishi. Akseptor kirishmali p-soha va donor kirishmali n-soha tutashganda tashuvchilarning dastlabki diffuziyasi natijasida kambag‘allashgan qatlam hamda ichki elektr maydon hosil bo‘ladi. Muvozanat holatidagi keskin p–n o‘tish uchun kontakt potensiallar farqi quyidagicha yoziladi [1]:

$$V_{bi} = \frac{k_B T}{q}\left(\frac{N_A N_D}{n_i^2}\right) \tag{3}$$

bu yerda k_B – Bolsman doimiysi, T – mutlaq harorat, q – elementar zaryad moduli, N_A va N_D – kirishmalar konsentratsiyasi, n_i – xususiy tashuvchilar konsentratsiyasi. Ushbu ifoda termik muvozanat va odatiy soddalashtirishlarga taalluqlidir. Kontakt potensiallar farqini Quyosh elementining tashqi klemmalarida o‘lchanadigan salt ishlash kuchlanishi bilan aynanlashtirish noto‘g‘ri. Fotonlar ta’sirida hosil bo‘lgan tashuvchilarning bir qismi diffuziya orqali kambag‘allashgan qatlamga yetib boradi va ichki maydon ta’sirida ajraladi; qolgan qismi tegishli kontaktlarga diffuziya yoki drift orqali yetkaziladi [1, 2].

3. Volt-amper xarakteristikasi va samaradorlik. Yoritilgan ideal quyosh elementi fototok manbai va parallel ulangan diod yordamida modellashtiriladi. Tokning tashqi zanjirga berilish yo‘nalishi musbat deb olinganda quyidagi ifoda hosil bo‘ladi [1, 2]:

$$I = I_{ph} - I_0[\exp\left(\frac{qV}{nk_BT}\right) - 1] \quad (4)$$

bu yerda I_{ph} – yorug‘lik hosil qilgan tok, I_0 – diodning teskari to‘yinish toki, n – ideallik koeffitsiyenti, V – kuchlanish. Model ketma-ket va shunt qarshiliklarni hisobga olmaydi; shu sababli real elementni tavsiflashda qo‘shimcha hadlar talab etilishi mumkin. Ideal modeldan $I_{sc} = I_{ph}$ (V = 0) hamda I = 0 shartida salt ishlash kuchlanishi kelib chiqadi:

$$V_{oc} = \frac{nk_BT}{q}\ln\left(1 + \frac{I_{ph}}{I_0}\right) \quad (5)$$

Eng katta elektr quvvat beriladigan nuqtada V_m va I_m qiymatlari qayd etiladi. To‘ldirish koeffitsiyenti (FF) maksimal quvvatning $I_{sc}\cdot V_{oc}$ ko‘paytmasiga nisbati sifatida, fotoelektrik foydali ish koeffitsiyenti esa maksimal elektr quvvatning element yuzasiga tushayotgan optik quvvatga nisbati sifatida aniqlanadi:

$$FF = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} \quad (6)$$

$$\eta = \frac{V_m I_m}{GA}\cdot 100\% \quad (7)$$

bu yerda G – element tekisligidagi nurlanish oqimi zichligi (W/m^2), A – faol o‘lchash ta’rifiga mos ravishda qabul qilingan element yuzasi (m^2). Samaradorlikni taqqoslashda bir xil spektr, harorat va yuzani hisobga olish tartibidan foydalanish zarur [4].

4. Samaradorlikni cheklovchi omillar. Bir o‘tishli elementda yo‘qotishlarning bir qismi yarimo‘tkazgichning taqiqlangan zona kengligidan, boshqa qismi esa tayyorlangan elementning optik va elektr xususiyatlaridan kelib chiqadi [3, 5].

1-jadval. Fotoelektrik o‘zgartirishdagi asosiy yo‘qotishlar va ularni kamaytirish yo‘llari

Yo‘qotish	**Fizik sababi**	**Kamaytirish yondashuvi**
Spektral yo‘qotish	Taqiqlangan zona energiyasidan kichik fotonlar foydali juftlik hosil qilmaydi.	Turli E_g qiymatli tandem tuzilmalar.
Termalizatsiya	Yuqori energiyali fotonlarning ortiqcha energiyasi issiqlikka aylanadi.	Tandem arxitekturalarda spektrni bosqichli yutish.

Optik yo‘qotish	Sirtning qaytarishi va to‘liq yutilmagan nurlanish.	Sirtni teksturalash, antiqaytaruvchi qoplamalar.
Rekombinatsiya	Tashuvchilar kontaktga yetmasdan juftlashib yo‘qoladi.	Sirt passivatsiyasi, yuqori sifatli material.
Elektr qarshilik	Kontakt, qatlam va boshqa ketma-ket qarshilikdagi quvvat sarfi.	Kontaktlarni optimallashtirish, qatlam qarshiligini kamaytirish.

5. Nazariy chegara va texnologik istiqbol. Shokli–Kvayser modeli ideal bir o‘tishli element uchun nurlanishli rekombinatsiya va fotonlar oqimining batafsil muvozanatiga asoslangan chegara beradi [3]. Chegara tanlangan nurlanish spektri, konsentratsiya va boshqa shartlarga bog‘liq. Odatiy bir quyoshli nurlanish sharoitida mos taqiqlangan zona kengliklarida maksimal nazariy samaradorlik taxminan uchdan bir qism darajasidadir; bu qiymatni barcha material va barcha ish rejimlari uchun o‘zgarmas 33% chegara deb talqin qilish mumkin emas.

Kremniy elementlaridagi samaradorlikni oshirish uchun yorug‘likni tutib qolish, sirt passivatsiyasi, elektr kontaktlarini takomillashtirish va rekombinatsiyani kamaytirish kabi usullar qo‘llaniladi [2, 5]. Turli taqiqlangan zonali qatlamlardan iborat tandem qurilmalar alohida bir o‘tishli elementga xos spektral cheklovlarning bir qismini yumshatishi mumkin. Muayyan texnologiyaning eng yuqori qayd etilgan samaradorligi esa faqat o‘lchov sanasi va mustaqil tasdiqlangan protokol bilan birga keltirilishi lozim [6].

Ilmiy-metodik qo‘llash imkoniyatlari

Mavzuni fizika va astronomiya ta’limida yoritishda “foton energiyasi → elektron–teshik juftligi → tashuvchilarning ajralishi → tashqi tok → samaradorlik yo‘qotishlari” izchilligiga rioya qilish tavsiya etiladi. Nazariy tushuntirishni E_γ–λ va volt-amper bog‘lanishlarini hisoblash, yoritilish intensivligi hamda harorat o‘zgargandagi I–V egri chiziqlarini modellashtirish, real modul pasportidagi I_sc, V_{oc} va P_{max} qiymatlarini tahlil qilish bilan mustahkamlash mumkin. Ushbu tavsiyalar didaktik taklif bo‘lib, mazkur sharh doirasida ularning pedagogik samaradorligi tajriba yo‘li bilan baholanmagan.

Xulosa

Kremniy asosidagi quyosh elementining ishlashi fotonlarning yutilishi, elektron–teshik juftliklarining hosil bo‘lishi, p–n o‘tish hamda qo‘shni sohalardagi transport hisobiga zaryad tashuvchilarning ajralishi va kontaktlarda yig‘ilishiga asoslanadi. Uning foydali ish koeffitsiyenti taqiqlangan zona bilan bog‘liq spektral va termalizatsion yo‘qotishlar, optik qaytish, rekombinatsiya hamda elektr qarshiliklar bilan belgilanadi. Volt-amper xarakteristikasining I_{sc}, V_{oc}, FF va η ko‘rsatkichlarini birgalikda tahlil qilish qurilma sifatini fizik jihatdan asosli baholash imkonini beradi. Adabiyotlar tahliliga ko‘ra, optik tuzilmani optimallashtirish va rekombinatsiyani kamaytirish kremniy elementlarining samaradorligini oshirishdagi muhim yo‘nalishlardir. Natijalarni

umumlashtirishda nazariy model shartlari va haqiqiy o‘lchov sharoitlarini farqlash zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sze S. M., Ng K. K. Physics of Semiconductor Devices. 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2007.

2. Nelson J. The Physics of Solar Cells. London: Imperial College Press, 2003.

3. Shockley W., Queisser H. J. Detailed Balance Limit of Efficiency of p–n Junction Solar Cells // Journal of Applied Physics. 1961. Vol. 32, No. 3. P. 510–519. DOI: 10.1063/1.1736034.

4. Osterwald C. R., Hammond R. L., Wood B. D. et al. Photovoltaic Module Certification/Laboratory Accreditation Criteria Development: Implementation Handbook. NREL/TP-412-21291. 1996. https://www.nrel.gov/docs/legosti/fy96/21291.pdf

5. U.S. Department of Energy. Solar Photovoltaic Performance and Efficiency Basics. https://www.energy.gov/cmei/systems/solar-photovoltaic-performance-and-efficiency-basics (murojaat sanasi: 30.09.2026).

6. National Laboratory of the Rockies. Best Research-Cell Efficiency Chart. https://nrel.sitefinity.cloud/pv/cell-efficiency (murojaat sanasi: 30.09.2026).

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

канд.техн.наук, ассоц.профессор Заурбекова Н.Д.
доктор технических наук, профессор Заурбекова Н.С.
[1]Казахский национальный женский педагогический университет, г. Алматы.
[2]Казахский национальный педагогический университет им.Абая, г.Алматы
nurbikezaurbekova.@gmail.com

Аннотация. Перовскитные солнечные элементы (PSC) – перспективная технология альтернативной энергетики, конкурирующая с кремниевыми аналогами благодаря высокой эффективности и простоте изготовления. Их ключевые преимущества включают высокую подвижность заряда, настраиваемую ширину запрещенной зоны и возможность интеграции в различные системы. Однако PSC подвержены деградации из-за влаги и температуры. В этом исследовании рассматривается использование квантовых точек (QD) для пассивации дефектов и повышения стабильности перовскитных пленок. Улучшение характеристик PSC способствует их широкому применению, снижению углеродного следа и развитию устойчивой энергетики.

Түйіндеме. Перовскитті күн элементтері (PSC) – кремний негізіндегі аналогтармен бәсекелесе алатын баламалы энергетикадағы перспективті технология. Олардың негізгі артықшылықтары – зарядтың жоғары

қозғалғыштығы, тыйым салынған аймақтың икемділігі және әртүрлі жүйелерге оңай біріктіру мүмкіндігі. Алайда PSC ылғал мен температура әсерінен тұрақтылығын жоғалтуы мүмкін. Бұл зерттеуде перовскитті қабықшалардың тұрақтылығын арттыру және ақауларды пассивациялау үшін кванттық нүктелерді (QD) қолдану қарастырылады. PSC сипаттамаларын жақсарту олардың кең қолданылуына, көміртек ізінің төмендеуіне және тұрақты энергетиканы дамытуға ықпал етеді.

Ключевые слова: перовскит, солнечные элементы, квантовые точки, AFM микроскопия, PL спектроскопия

В исследовании перовскитных солнечных элементов основное внимание уделяется методам улучшения структуры и стабильности перовскитных плёнок, что критически важно для повышения их эффективности и надёжности. Поликристаллические перовскитные плёнки часто страдают от присутствия структурных дефектов, которые способствуют ухудшению электрических и фотоэлектрических характеристик. Для снижения негативного влияния этих дефектов и увеличения долговечности солнечных элементов, было предложено использовать квантовые точки (QD) галогенидных перовскитов.

QD были добавлены в перовскитные плёнки, состоящие из различных комбинаций галогенов, что способствовало их пассивации и стабилизации. Процесс улучшения структуры перовскитных плёнок начинался с синтеза квантовых точек путём горячего впрыска, после чего QD очищались через осаждение и редисперсию, а затем распределялись в растворителе. Полученные квантовые точки применялись в растворе перовскитного прекурсора и наносились методом спин-костинга на подложки, такие как ITO. В ходе этого процесса дополнительно использовался антисольвент на основе гексана, что ускоряло кристаллизацию пленки, особенно при нагреве на этапе отжига. Контрольные плёнки были изготовлены аналогичным образом, но без добавления QD, чтобы иметь возможность сравнить результаты обработки.

Анализ поверхности плёнок, проведённый с помощью сканирующей электронной микроскопии (SEM), показал, что QD значительно улучшили морфологию. Плёнки с обработкой QD оказались более плотными, с равномерной структурой и большими зёрнами кристаллов, что способствует улучшению оптических свойств и снижению вероятности формирования нежелательных микродефектов, таких как поры и гетерогенные участки. Контрольные плёнки без обработки QD оказались менее однородными, что подтверждает эффективность использования квантовых точек в стабилизации структуры. Упорядоченное распределение зёрен на обработанных поверхностях позволяет достичь высокой эффективности устройства благодаря меньшему количеству дефектовализа степени пассивации дефектов были использованы спектроскопия фотолюминесценции (PL) и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия

(XPS). Исследования PL показали, что обработанные QD плёнки демонстрируют более высокую интенсивность люминесценции и увеличенное время жизни фотоносителей, что указывает на снижение плотности ловушек и дефектов благодаря пассивации. В свою очередь, XPS подтверждает, что QD интегрируются в структуру плёнки, где органические лиганды образуют связи с ионами свинца, уменьшая вероятность образования ионных дефектов. Таким образом, квантовые точки, помимо улучшения морфологии, способствуют химической стабилизации плёнки, предотвращая окисление и деградацию на молекулярном уровне .

Резус использованием QD показали, что благодаря гидрофобным органическим лигандам, QD дополнительно повышают влагостойкость перовскитных плёнок. Долговременная устойчивость к влаге является важным параметром, так как влажность часто приводит к разложению перовскита и снижению эффективности солнечного элемента. Лиганды на поверхности квантовых точек самоорганизуются, создавая защитный слой, который препятствует проникновению влаги и стабилизирует границы зёрен. Такая стабилизация увеличивает срок службы и надёжность устройства даже в условиях повышенной влажности .

Эти методы, направленнытурное улучшение и стабилизацию перовскитных плёнок, представляют собой перспективные подходы к созданию более эффективных солнечных элементов. Благодаря пассивации дефектов с помощью QD и стабилизации структуры органическими лигандами, удалось значительно повысить эффективность солнечных элементов до уровня 11,1%, что почти на 3% выше по сравнению с изначальным показателем.

Методы структурного анализа

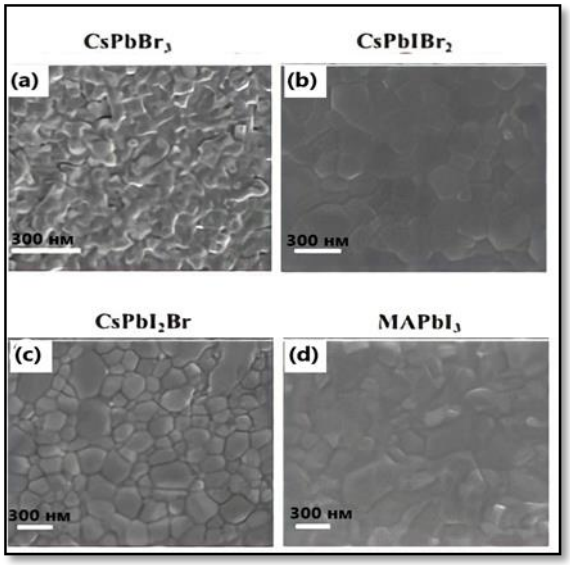
Результаты проведённых экспериментов показали, что использование квантовых точек (QD) для обработки перовскитных плёнок существенно повышает эффективность и стабильность солнечных элементов. В ходе экспериментов были исследованы четыре типа перовскитных плёнок, каждая из которых проходила обработку с использованием QD, что способствовало улучшению морфологии и снижению плотности дефектов. Эти изменения играют ключевую роль в повышении производительности устройств, так как дефекты структуры в перовскитах могут приводить к нежелательным процессам рекомбинации зарядов и снижению общего КПД солнечных элементов.

Для изучения влияния QD на дефекты в перовскитных плёнках использовалась фотолюминесцентная (PL) спектроскопия. Результаты показали, что плёнки, обработанные с добавлением QD, демонстрируют более высокую интенсивность излучения и более длительное время жизни зарядов по сравнению с необработанными образцами. Это указывает на снижение плотности дефектов, так как PL-интенсивность связана с количеством доступных зарядов, которые не были потеряны из-за

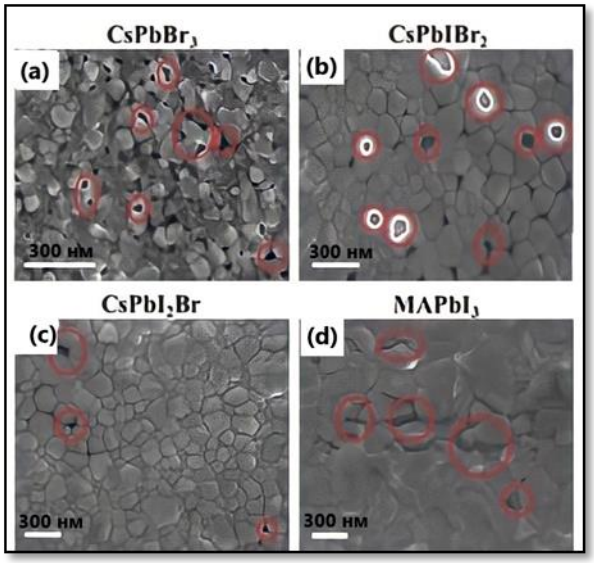
нежелательных рекомбинационных процессов. Дополнительный анализ с помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS) подтвердил, что QD эффективно интегрируются в структуру перовскитных плёнок, связываясь с ионами свинца и пассивируя галогенидные вакансии. Эти связи предотвращают миграцию ионов, которая может стать причиной деградации плёнок, особенно при эксплуатации солнечного элемента в условиях высокой температуры или влажности.

Сканирующая электронная микроскопия (SEM) выявила, что обработка QD привела к улучшению поверхностной морфологии перовскитных плёнок. Обработанные плёнки имели более однородную структуру, плотные зерна и большие кристаллические области, что способствует эффективному поглощению света и минимизирует вероятность дефектов, возникающих на границах кристаллов. Такая морфология способствует лучшему разделению и переносу заряда внутри солнечного элемента, что, в свою очередь, повышает его производительность. Для необработанных плёнок было характерно наличие пор и неоднородностей, что может стать причиной локальных дефектов и снизить эффективность преобразования энергии.

Для подтверждения улучшения стабильности плёнок с QD была проведена серия тестов на влагостойкость. Известно, что перовскиты чувствительны к влаге, которая вызывает разрушение кристаллической структуры и потерю эффективности солнечного элемента. Гидрофобные лиганды на поверхности QD, используемые для обработки, формируют защитный слой, который препятствует проникновению влаги и стабилизирует границы зёрен, предотвращая коррозию. Таким образом, обработка QD позволяет увеличить срок службы перовскитных солнечных элементов, особенно в условиях повышенной влажности. Этот подход также показал свою эффективность в предотвращении фазовой деградации, которая происходит при длительном воздействии внешних факторов.



a)



b)

1-рисунок. Изображения четырех типов перовскитных пленок, полученные с помощью SEM ($CsPbBr_3$, $CsPbIBr_2$, $CsPBrI_2$ и $MAPbI_3$) a) обработанные квантовыми точками QD, b) без обработки QD.

Сравнительный анализ эффективности преобразования энергии (PCE) показал, что обработка QD позволяет значительно повысить этот показатель. Для необработанных перовскитных солнечных элементов PCE составлял около 8,7%, тогда как после добавления QD эффективность увеличилась до 11,1%. Это объясняется снижением плотности дефектов и улучшением кристаллической структуры плёнок, что способствует более эффективному захвату и переносу фотоактивных зарядов. Кроме того, благодаря пассивации галогенидных вакансий и созданию защитного слоя из органических лигандов, солнечные элементы с QD показывают более стабильные результаты в течение длительного времени эксплуатации.

Таким образом, добавление квантовых точек в состав перовскитных плёнок позволяет не только увеличить их эффективность, но и повысить долговечность, что является перспективным направлением для создания стабильных солнечных элементов.

Использованная литература

1. Kojima A., Teshima K., Shirai Y., Miyasaka T. Organometal halide perovskitesasvisible–lightsensitizersforphotovoltaiccells//JournaloftheAmerican Chemical Society. – 2009. – Vol. 131, № 17. – P.6050–6051.
2. Møller C. K. Crystal structure and photoconductivity of caesiumplumbohalides // Nature. – 1958. – Vol. 182, № 4647. – P.1436–1436.
3. O‘regan B., Grätzel M. A low–cost, high–efficiency solar cell based ondye- sensitized colloidal TiO2 films // nature. – 1991. – Vol. 353, № 6346. – P.737.

NURLANISH TA’SIRIDA CdTe YUPQA PLYONKASINING NOCHIZIQLI YUTILISHINI BOSHQARISH

Isroilov Adizjon Alijonovich[2], Eshchanov Baxodir Xudoyberganovich [1],
[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi doktoranti.
[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika kafedrasi professori, f-m.f.d. (DSc), professor.
[2] O‘zMU huzuridagi Nanotexnologiyalarni rivojlantirish markazi doktaranti

Annotatsiya. CdTe yupqa plyonkalarining morfologik tavsifi hamda 1030 nm va 515 nm to‘lqin uzunliklaridagi, davomiyligi 200 fs bo‘lgan lazer impulslari yordamida nochiziqli yutilishini o‘lchash natijalari keltirilgan. Tadqiqotda dastlabki plyonka va elektron nur bilan nurlantirilgan plyonka tahlil qilingan.Turli nurlanish sharoitlarida ikki va uch fotonli hamda to‘yingan yutilish jarayonlarining namoyon bo‘lishi tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: nanostrukturalar, CdTe nanoparchalari, CdTe nanorodlar, nochiziqli-optik yutilish, sirt plazmon rezonansi, femtosekund lazer, ikki fotonli yutilish, uch fotonli yutilish, to‘yingan yutilish, Z-skan usuli.

Nochiziqli optik xususiyatlarni tadqiq etish zamonaviy fotonika, optoelektronika va lazer texnologiyalarining rivojlanishi bilan tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Material yuqori intensivlikdagi lazer nurlanishi bilan o‘zaro ta’sirlashganda, uning optik javobi tushayotgan yorug‘lik intensivligiga bog‘liq bo‘lishi mumkin. Natijada nochiziqli yutilish va nochiziqli sinish kabi hodisalar yuzaga keladi. Ushbu hodisalar optik materiallarning amaliy qo‘llanilish imkoniyatlarini baholashda muhim hisoblanadi.

Sheik-Bahae va uning hamkorlari tomonidan ishlab chiqilgan Z-scan usuli materiallarning nochiziqli optik xususiyatlarini tavsiflash uchun samarali eksperimental usul hisoblanadi. Uning asosiy afzalliklari nisbatan sodda eksperimental qurilma, yuqori sezgirlik va ochiq hamda yopiq aperturali konfiguratsiyalardan foydalanish imkoniyatidir.

Yarimo‘tkazgich materiallarning nochiziqli optik xususiyatlarini o‘rganish zamonaviy fotonika, optoelektronika va lazer texnologiyalarini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega. Xususan, kadmiy tellurid (CdTe) optik va elektron qurilmalarda qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan yarimo‘tkazgich materiallardan biri hisoblanadi. Uning optik xususiyatlarini tashqi ta’sirlar yordamida o‘zgartirish yangi funksional materiallarni yaratish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Elektron nurlanishi yarimo‘tkazgichlarning optik yutilishi, kristall tuzilishi va nuqsonlar holatiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Ushbu o‘zgarishlarni aniqlash uchun Z-scan usuli samarali eksperimental yondashuv hisoblanadi. Mazkur usul materiallarning nochiziqli yutilish mexanizmlarini, jumladan, ikki fotonli yutilish va to‘yinuvchi yutilish jarayonlarini o‘rganish imkonini beradi.

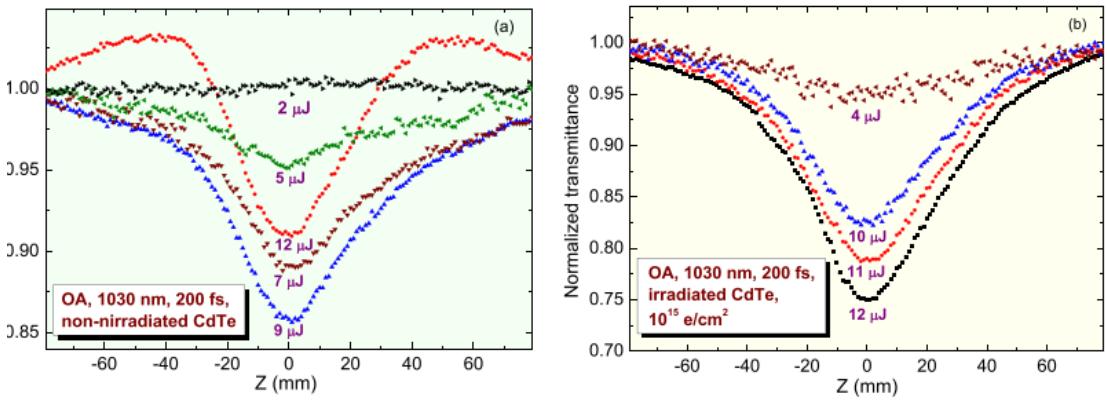
Tadqiqotda qalinligi 250 nm bo‘lgan CdTe yupqa plyonkalari o‘rganilgan. Namunalar qalinligi 1 mm bo‘lgan shisha tagliklarga joylashtirilgan. Dastlabki va elektron nuri bilan nurlantirilgan plyonkalarning optik xususiyatlari 1030 nm va 515 nm to‘lqin uzunliklarida, davomiyligi 200 fs bo‘lgan lazer impulslari yordamida tahlil qilingan.

Nochiziqli optik yutilishni aniqlash uchun ochiq aperturali Z-scan usulidan foydalanilgan. Bunda namuna fokuslangan lazer nuri bo‘ylab harakatlantirilib, turli holatlarda undan o‘tgan yorug‘lik intensivligi qayd etiladi. Olingan natijalar asosida ikki fotonli yutilish va to‘yinuvchi yutilish jarayonlarining namoyon bo‘lishi o‘rganiladi.

Plyonkalarning strukturaviy xususiyatlarini baholash uchun Raman spektroskopiyasi va rentgen difraksiyasi (XRD) natijalari ham tahlil qilingan. Ushbu usullar elektron nurlanishidan keyin materialning kristall tuzilishi va tebranish modalarida yuz berishi mumkin bo‘lgan o‘zgarishlarni aniqlashga xizmat qiladi.

Optik o‘lchovlar elektron nurlanishi CdTe yupqa plyonkalarining nochiziqli yutilish xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi mumkinligini

ko‘rsatadi. 1030 nm to‘lqin uzunligida dastlabki plyonkada lazer impulsi energiyasining ortishi bilan ikki fotonli yutilish kuchaygan. Muayyan sharoitlarda ikki fotonli yutilish va to‘yinuvchi yutilish jarayonlari o‘rtasidagi raqobat ham kuzatilgan. Elektron nuri bilan nurlantirilgan namunada esa to‘yinuvchi yutilish namoyon bo‘lmagan, ikki fotonli yutilishning kuchayishi qayd etilgan.



515 nm to‘lqin uzunligida dastlabki plyonkada to‘yinuvchi yutilishdan ikki fotonli yutilishga o‘tish kuzatilgan. Elektron nurlanishidan keyin esa to‘yinuvchi yutilish kuchaygan. Bu natijalar CdTe plyonkalarining nochiziqli optik javobi lazer to‘lqin uzunligiga va elektron nurlanishi natijasida yuzaga keladigan material o‘zgarishlariga bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Optik yutilish spektrlarida elektron nuri bilan nurlantirilgan plyonkaning 800 nm dan kichik to‘lqin uzunliklari sohasida kuchliroq yutilishi kuzatilgan. Shuningdek, birinchi qo‘zg‘algan holatga tegishli spektral xususiyatlarda kichik ko‘k siljish aniqlangan. Ushbu o‘zgarishlar elektron nurlanishi natijasida materialning elektron holatlari va optik javobida o‘zgarishlar yuz berishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Raman spektroskopiyasi natijalari ikki plyonkaning asosiy spektral xususiyatlari katta darajada saqlanib qolganini ko‘rsatgan. Elektron nurlanishidan keyin ayrim fonon sohalari intensivligida o‘zgarishlar kuzatilgan bo‘lsa-da, asosiy Raman modalarining sezilarli siljishi yoki kengayishi qayd etilmagan. Bu holat qo‘llanilgan nurlanish sharoitida CdTe ning asosiy kristall tuzilishi saqlangan bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Rentgen difraksiyasi tahlilida elektron nurlanishidan keyin difraksion cho‘qqilar joylashuvi va intensivliklari nisbatida o‘zgarishlar kuzatilgan. Ayrim qo‘shimcha difraksion maksimumlarning paydo bo‘lishi kristallitlarning qayta orientatsiyalanishi, mahalliy qayta kristallanish yoki nuqsonli sohalarning shakllanishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Biroq qo‘shimcha fazalar mavjudligini ishonchli tasdiqlash uchun difraksion cho‘qqilarni batafsil identifikatsiyalash talab etiladi.

Umuman olganda, olingan natijalar CdTe yupqa plyonkalarining nochiziqli optik xususiyatlarini elektron nurlanishi yordamida o‘zgartirish imkoniyati mavjudligini ko‘rsatadi. Bunday yondashuv optik yutilish xususiyatlari boshqariladigan fotonik va optoelektron qurilmalar uchun istiqbolli hisoblanadi.

Xulosa

CdTe yupqa plyonkalarining optik va strukturaviy xususiyatlarini o‘rganish natijalari elektron nurlanishi ularning nochiziqli optik javobini o‘zgartirish imkonini berishini ko‘rsatadi. 1030 nm va 515 nm to‘lqin uzunliklarida ikki fotonli yutilish hamda to‘yinuvchi yutilish jarayonlarining turlicha namoyon bo‘lishi elektron nurlanishining ta’siri lazer to‘lqin uzunligiga bog‘liqligini tasdiqlaydi.

Raman spektroskopiyasi asosiy tebranish modalarining katta darajada saqlanganini ko‘rsatgan bo‘lsa, rentgen difraksiyasi natijalari ayrim strukturaviy o‘zgarishlar yuz berishi mumkinligini ko‘rsatadi. Demak, elektron nurlanishi CdTe yupqa plyonkalarining optik xususiyatlarini boshqarish va ularni fotonik qurilmalarda qo‘llash imkoniyatlarini kengaytirish uchun istiqbolli usullardan biri hisoblanadi..

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

10. R. A. Ganeev and T. Usmanov, “Nonlinear-optical parameters of various media,” Quantum Electron. 37, 605-622 (2007).

11. Sheik-Bahae, M., Said, A. A., Wei, T.-H., Hagan, D. J., & Van Stryland, E. W. (1990). Sensitive measurement of optical nonlinearities using a single beam. IEEE Journal of Quantum Electronics, 26(4), 760–769.

12. L. A. Dykman and N. G. Khlebtsov, “Methods for chemical synthesis of colloidal gold,” Russ. Chem. Rev. 88, 229-247 (2019).

13. Sheik-Bahae, M., Said, A. A., & Van Stryland, E. W. (1989). High-sensitivity, single-beam n_2 measurements. Optics Letters, 14(17), 955–957.

HOW STRONGLY DO SPECTRAL AND IMAGING OBSERVABLES CONSTRAIN BLACK-HOLE SPIN?

Ochiltosheva Durdonagul Zamon qizi, PhD student
Institute for Advanced Studies, New Uzbekistan University,
Movarounnahr str. 1, Tashkent 100007, Uzbekistan
durdonaochiltosheva@gmail.com

Abstract. Accreting black holes are probed by two families of observables: X-ray spectra, which respond to the radius of the inner disk edge, and horizon-scale images, which respond to the size of the critical curve. Both depend on the spin, but not equally. We quantify this asymmetry by computing, in the Kerr metric, the innermost stable circular orbit, the Novikov–Thorne radiative efficiency and the geometry of the critical curve as functions of spin. Between $a_* = 0$ and $a_* = 0.998$ the ISCO radius falls by a factor of 4.9 and the efficiency rises by a factor of 5.6, whereas the mean diameter of the critical curve seen at the inclination of M87* shrinks by only 6.9%. The *shape* of the curve is far more informative than its size: its displacement reaches 25% of its own diameter and its flattening 12% at $i = 90°$, against 7% and 1.5% at $i = 17°$. Imaging is

therefore not intrinsically spin-blind – it is the nearly face-on geometry of the best-imaged source that makes it so. The spectral route is spin-sensitive but, as recent *XRISM* results show, strongly model-dependent; the two are complementary and should be modelled jointly.

Keywords: black holes; accretion disks; Kerr metric; black hole shadow; X-ray spectroscopy.

Introduction

General relativity describes an isolated, stationary black hole by its mass and spin alone1, so measuring these two numbers is the first step in any strong-field test. Two observational routes have matured. X-ray spectroscopy locates the inner edge of the accretion disk, assumed to sit at the innermost stable circular orbit (ISCO), either from the thermal continuum2,3 or from the relativistically broadened Fe Kα line4. Millimetre very-long-baseline interferometry images the lensed emission around the horizon of M87* and Sgr A*5,6. The two routes are usually applied separately, and when they are compared the agreement is not always good: the same XRISM observation of Cygnus X-1 yields $a_* \simeq 0.98$ with one reflection model and $a_* = 0.0^{+0.17}$ with another7,8. This note asks a prior question: how sensitive is each class of observable to spin in the first place?

Methods

All quantities are computed in the Kerr metric in geometric units ($G = c = M = 1$). The ISCO radius follows from the standard expression of9, and the radiative efficiency of a thin disk is taken to be the binding energy at the ISCO, $\eta = 1 - \sqrt{1 - 2/(3r_{\mathrm{ISCO}})}$. The critical curve – the image of the unstable spherical photon orbits, whose interior is the black-hole shadow – is obtained by parameterising those orbits by their radius and mapping their conserved quantities to the observer’s screen coordinates (α, β). Its horizontal and vertical extents were measured numerically for an observer inclination $i = 17°$, close to that inferred for the M87* jet. The calculations were carried out in Python; the Schwarzschild limits ($r_{\mathrm{ISCO}} = 6$, critical curve radius $3\sqrt{3}$) were reproduced to better than 10^{-3}.

Results

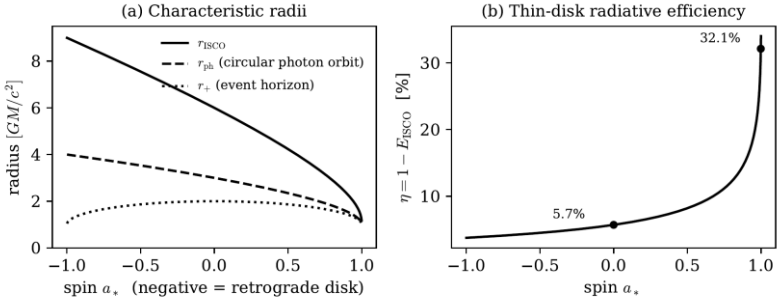
Table 1 and Fig. 1 summarise the spin dependence of the three quantities. The ISCO contracts from $6\,GM/c^2$ at $a_* = 0$ to $1.24\,GM/c^2$ at $a_* = 0.998$, a factor of 4.9, and the radiative efficiency grows from 5.7% to 32.1%, a factor of 5.6. Over the same range the mean diameter of the critical curve decreases only from 10.39 to 9.67 GM/c^2, that is by 6.9%, and the curve remains nearly circular at this inclination: its horizontal and vertical extents differ by less than 1.5% even at $a_* = 0.998$.

The size of the critical curve is, however, not its only imaging observable. Frame dragging also displaces the curve from the line of sight to the black hole and makes it non-circular; both effects grow monotonically with spin (Fig. 2b) and have long been proposed as spin diagnostics10,11. Recomputing them on the same footing as the quantities above allows a direct comparison. At $a_* = 0.998$

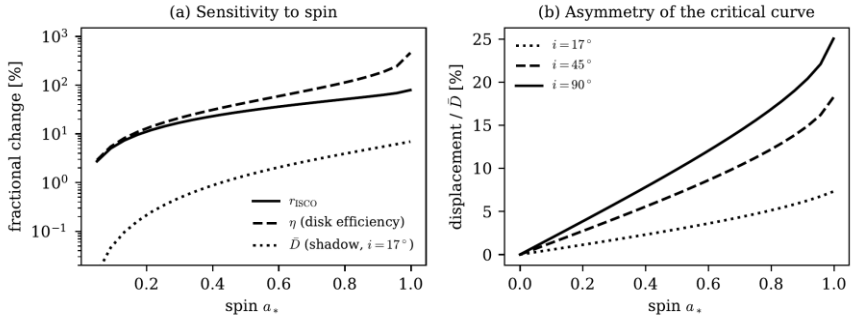
the displacement reaches 0.71 GM/c^2 at $i = 17°$ and 2.44 GM/c^2 at $i = 90°$, that is 7% and 25% of the diameter itself, while the flattening $1 - D_x/D_y$ grows from 1.5% to 12.4% over the same range of inclination. The asymmetry of the curve is therefore three to four times more spin-sensitive than its size, and its usefulness increases steeply with inclination.

Spin dependence of the ISCO radius, the thin-disk radiative efficiency and the mean diameter $\bar{D}$ of the critical curve at $i = 17°$. Lengths in GM/c^2.

a_*	r_{ISCO}	η (%)	$\bar{D}$	$\Delta\bar{D}$ (%)
0.000	6.00	5.7	10.39	0.0
0.500	4.23	8.2	10.25	−1.4
0.900	2.32	15.6	9.85	−5.2
0.998	1.24	32.1	9.67	−6.9



(a) Event horizon, circular photon orbit and ISCO radius as functions of spin; negative spin denotes a counter-rotating disk. (b) Radiative efficiency of a Novikov–Thorne disk.



(a) Fractional change, relative to the Schwarzschild value, of the ISCO radius, the disk efficiency and the mean shadow diameter. (b) Displacement of the critical curve from the image centre, in per cent of its own diameter, for three observer inclinations.

Discussion

The two observables respond to spin on very different scales. A quantity that changes by a factor of five across the physical range of a_* can be inverted for spin even with moderate data quality; a quantity that changes by seven per cent cannot, because that is comparable to the systematic uncertainty with which the ring diameter can currently be related to the critical curve. This is the quantitative reason why the Event Horizon Telescope measures the mass of M87* to about ten

per cent while leaving its spin essentially unconstrained5, and why spin estimates still come from X-ray spectra.

The spectral route, however, buys its sensitivity at the price of assumptions. The inferred ISCO is only as good as the assumption that the disk is thin, radiatively efficient and truncated exactly at the ISCO, and the Cygnus X-1 discrepancy quoted above arises entirely from the treatment of the corona, not from the data8. X-ray polarimetry adds an independent geometric constraint that is insensitive to these assumptions12, and the $n \geq 1$ photon rings, whose shape is set by the spacetime rather than by the flow, would do the same for imaging13.

The asymmetry qualifies this picture, and the point is not new: the distortion of the shadow was put forward as a spin measurement by10 and formalised as a set of image observables by11. Imaging is spin-blind only for a source seen nearly face-on; at $i \gtrsim 45^\circ$ the displacement and the flattening of the critical curve become first-order spin diagnostics, well before the photon ring itself is resolved. Two caveats apply. The displacement is measured from the line of sight to the black hole, which millimetre VLBI does not determine on its own, so in practice it has to be tied to an independent astrometric reference; the flattening, by contrast, is a property of the image alone and needs no such reference. And in both cases the observed ring is emission from the flow, so the asymmetry of the image also carries a Doppler contribution that has to be separated from the geometric one.

The practical consequence is that the two routes should be fitted within a single framework rather than compared after the fact: the imaging data fix the mass and inclination that the spectral models have to assume, and the spectral data fix the spin that the imaging data cannot reach.

Conclusions

Spin changes the ISCO radius and the disk efficiency by a factor of five, but the shadow diameter by only seven per cent, so with present data imaging is a mass diagnostic and spectroscopy a spin diagnostic. The asymmetry of the critical curve, however, is three to four times more spin-sensitive than its size and becomes a usable diagnostic for inclinations above roughly 45°. Neither route is self-sufficient – spectral spins remain model-dependent until the corona is better constrained – so joint modelling of spectra and images, with the inclination dependence of the image asymmetry built in, is the natural next step and the direction of the author’s planned work.

[1] R.P. Kerr, “Gravitational field of a spinning mass as an example of algebraically special metrics,” Physical Review Letters **11**, 237–238 (1963).

[2] N.I. Shakura, and R.A. Sunyaev, “Black holes in binary systems. Observational appearance,” Astronomy and Astrophysics **24**, 337–355 (1973).

[3] I.D. Novikov, and K.S. Thorne, “Astrophysics of black holes,” in *Black Holes (Les Astres Occlus)*, edited by C. DeWitt and B.S. DeWitt, (Gordon; Breach, New York, 1973), pp. 343–450.

[4] C.S. Reynolds, “Observational constraints on black hole spin,” Annual Review of Astronomy and Astrophysics **59**, 117–154 (2021).

[5] Event Horizon Telescope Collaboration, “First M87 Event Horizon Telescope results. I. The shadow of the supermassive black hole,” The Astrophysical Journal Letters **875**, L1 (2019).

[6] Event Horizon Telescope Collaboration, “First Sagittarius A* Event Horizon Telescope results. I. The shadow of the supermassive black hole in the center of the Milky Way,” The Astrophysical Journal Letters **930**, L12 (2022).

[7] P.A. Draghis, J.M. Miller, E. Kara, E. Costantini, O. Adegoke, and J.A. García, “A XRISM view of relativistic reflection in Cygnus X-1,” The Astrophysical Journal Letters **995**, L12 (2025).

[8] A.A. Zdziarski, and others, “Model dependence of XRISM black-hole spin constraints in Cyg X-1,” (2026).

[9] J.M. Bardeen, W.H. Press, and S.A. Teukolsky, “Rotating black holes: Locally nonrotating frames, energy extraction, and scalar synchrotron radiation,” The Astrophysical Journal **178**, 347–370 (1972).

[10] K. Hioki, and K. Maeda, “Measurement of the Kerr spin parameter by observation of a compact object’s shadow,” Physical Review D **80**, 024042 (2009).

[11] T. Johannsen, and D. Psaltis, “Testing the no-hair theorem with observations in the electromagnetic spectrum. II. Black hole images,” The Astrophysical Journal **718**, 446–454 (2010).

[12] H. Krawczynski, and others, “Polarized x-rays constrain the disk-jet geometry in the black hole x-ray binary Cygnus X-1,” Science **378**, 650–654 (2022).

[13] M.D. Johnson, and others, “Universal interferometric signatures of a black hole’s photon ring,” Science Advances **6**, eaaz1310 (2020).

HORIZON STRUCTURE OF THE EINSTEIN–NONLINEAR MAXWELL–YUKAWA BLACK HOLE

Mirjavokhir Mirov,
Institute of Fundamental and Applied Research, National Research University TIIAME, Kori Niyoziy 39, Tashkent 100000, Uzbekistan
mirjavohirfaxriddinovich@gmail.com
Abduqodir Bakhodirov
Namangan State University
bohodirovabduqodir390@gmail.com

Abstract

We report the horizon structure of the Einstein–Nonlinear Maxwell–Yukawa (ENLMY) black hole. The metric function directly from the field equations, we obtain a sign for the exponential-integral term that differs from the previously reported solution. The charge Q and the screening parameter α act in

opposite directions on the horizon radii, with the Schwarzschild values recovered as $Q\to 0$.

The ENLMY black hole couples gravity to a nonlinear electromagnetic field sourced by a Yukawa-screened potential $\varphi(r) = (Q/r)\exp(-\alpha r)$, extending the Reissner–Nordström (RN) solution through a short-range correction governed by the screening parameter α [1]. The spacetime has already been examined from the complementary perspectives of twin-peak quasi-periodic oscillations and periodic orbits with gravitational-wave phenomenology [2,3], and depending on where Q and α fall in the (Q,α) plane, the geometry can describe a two-horizon black hole, an extremal configuration, or a horizonless naked singularity.

The metric function from the field equations, the exponential-integral term of the previously reported solution carries a sign that differs from what the field equations give; adopting the required sign, verified against the Schwarzschild and RN limits, gives the closed form

$$f(r) = 1 - \frac{2M}{r} - \frac{Q^2}{6r^2}\left(\alpha^3 r^3 - \alpha^2 r^2 + 2\alpha r - 6\right) e^{-\alpha r} + \frac{Q^2\alpha^4 r^2}{6} E_1(\alpha r) \quad (1)$$

with M the mass parameter. The horizon radii follow from $f(r_h)=0$.

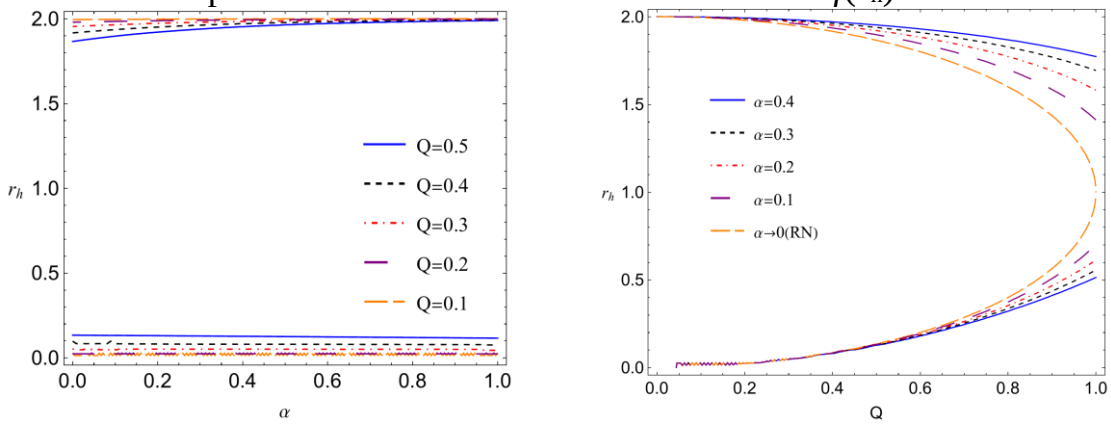


Fig. 1. Horizon radii as a function of α for fixed Q (left), and as a function of Q for fixed α (right).

The outer horizon increases monotonically with α toward $r_+=2M$; for any fixed α, a larger Q gives a smaller outer horizon and larger inner horizon, an ordering preserved for all α with no reversal — a direct consequence of the sign of the $E_1(\alpha r)$ term used here. As Q increases, the two branches approach each other, meeting near $Q\to 1$ in the RN limit; increasing α weakens this approach, delaying the extremal configuration to larger Q. Screening can therefore be read as an effective, radius-dependent suppression of the charge rather than an independent deformation of the geometry.

The charge and the screening parameter thus act in opposite directions on the horizon structure throughout, with both the Schwarzschild and RN limits recovered exactly by the metric function used here. The effective potential built on this metric is treated in a companion analysis.

References

[1] S. Habib Mazharimousavi, M. Halilsoy, Einstein-nonlinear Maxwell–Yukawa Black Hole, Int. J. Mod. Phys. D 28, 1950120 (2019).

[2] M. Mirov, F. Atamurotov, A. Abdujabbarov, A. K. Althukair, E. E. Zotos, Twin-Peak Quasi-Periodic Oscillations and Orbital Dynamics in Einstein–Nonlinear Maxwell–Yukawa Spacetime, Int. J. Geom. Methods Mod. Phys. (2026).

[3] O. Shabbir, A. Shermatov, B. Majeed, T. Zahra, M. Jamil, J. Rayimbaev, Probing the Nature of Einstein Nonlinear Maxwell–Yukawa Black Hole through Gravitational Wave Forms from Periodic Orbits and Quasiperiodic Oscillations, Nucl. Phys. B, arXiv:2601.02904.

RENTGEN NURLARI TIBBIY DIAGNOSTIKADA QO‘LLANILISHINING FIZIK ASOSLARI

***Xomidjonov Jaxongir Isroiljonovich*[1]**
***Ko‘klanova Sevinch Yo‘ldoshboy qizi*[2]**
Chirchiq davlat pedagogika universiteti[1]
Chirchiq davlat pedagogika universiteti talabasi[2]

Annotatsiya. Ushbu tezisda rentgen nurlarining hosil bo‘lishi, modda bilan o‘zaro ta’siri va tibbiy tasvir hosil qilishdagi fizik mexanizmlari zamonaviy ilmiy manbalar asosida yoritilgan. Rentgenografiya, fluoroskopiya va kompyuter tomografiyasida kontrastning shakllanishi, foton energiyasi, yutilish va sochilish jarayonlari hamda detektorlarning roli tahlil qilinadi. Shuningdek, bemor dozasini optimallashtirish, diagnostik referens darajalari va yangi avlod foton-hisoblovchi kompyuter tomografiyasi texnologiyasining ilmiy afzalliklari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: *rentgen nurlari, tibbiy tasvirlash, fotoeffekt, Kompton sochilishi, rentgenografiya, fluoroskopiya, kompyuter tomografiyasi, doza optimallashtirish, foton-hisoblovchi KT.*

Kirish. Rentgen nurlari 1895-yilda V. K. Rentgen tomonidan kashf etilganidan buyon tibbiy diagnostikaning eng muhim fizik vositalaridan biriga aylandi. Bugungi kunda oddiy rentgenografiya, mammografiya, fluoroskopiya, angiografiya va kompyuter tomografiyasi (KT) kabi usullar ichki anatomik tuzilmalarni jarrohlik aralashuvisiz baholash imkonini beradi. Rentgen tasvirlashning barcha turlarida umumiy fizik g‘oya bir xil: rentgen fotonlari tanadan o‘tganda to‘qimalar tomonidan turlicha darajada yutiladi va sochiladi, tanadan chiqib kelgan fotonlar esa detektorda fazoviy intensivlik taqsimotiga aylantiriladi [1, 2].

Tibbiy diagnostikada rentgen nurlaridan foydalanish ikki o‘zaro bog‘liq talabni qo‘yadi: diagnostik vazifa uchun yetarli tasvir sifatini ta’minlash va ionlashtiruvchi nurlanish dozasini asossiz oshirmaslik. Xalqaro sog‘liqni saqlash va radiatsion himoya tashkilotlari tibbiy tasvirlashda “asoslash” hamda “optimallashtirish” tamoyillarini asosiy mezon sifatida belgilaydi [2–4]. Shuning uchun rentgen diagnostikasining fizik asoslarini tushunish nafaqat tasvirning qanday hosil bo‘lishini, balki tasvir sifati–doza muvozanatini boshqarishni ham anglatadi.

Rentgen nurlarining hosil bo‘lishi va asosiy xossalari. Rentgen trubkasida qizdirilgan katoddan termoelektron emissiya yo‘li bilan chiqqan elektronlar yuqori kuchlanish ta’sirida anod tomon tezlashtiriladi. Elektronlarning anod materiali atomlari bilan to‘qnashuvi natijasida ikki asosiy spektral komponent hosil bo‘ladi: uzluksiz tormozlanish nurlanishi (bremsstrahlung) va anod atomlarining ichki elektron qobiqlaridagi o‘tishlar bilan bog‘liq xarakteristik rentgen nurlanishi. Foton energiyasi Plank munosabati bilan aniqlanadi:

$$E = h\nu = hc/\lambda$$

bu yerda E – foton energiyasi, h – Plank doimiysi, ν – chastota, c – yorug‘lik tezligi, λ – to‘lqin uzunligi. Trubka kuchlanishi (kVp) oshishi rentgen spektrining maksimal foton energiyasini va o‘rtacha “qattiqligini” oshiradi, trubka toki va ekspozitsiya vaqti esa, asosan, hosil bo‘ladigan fotonlar sonini belgilaydi. Filtrlash past energiyali, bemorda yutilib tasvirga kam hissa qo‘shadigan fotonlarni kamaytirib, spektrni diagnostik jihatdan samaraliroq qiladi.

Rentgen fotonlarining modda bilan o‘zaro ta’siri. Diagnostik energiyalar diapazonida biologik to‘qimalarda rentgen fotonlarining asosiy o‘zaro ta’sirlari fotoelektrik yutilish va Kompton sochilishidir. Fotoeffektda foton o‘z energiyasini atomning bog‘langan elektroniga to‘liq beradi va yo‘qoladi. Bu jarayon ehtimoli atom raqami yuqori bo‘lgan moddalarda va nisbatan past foton energiyalarida ortadi. Shuning uchun suyak tarkibidagi kalsiy yumshoq to‘qimalarga qaraganda rentgen nurlarini kuchliroq yutadi; yod va bariy kabi kontrast moddalar ham aynan shu fizik farqdan foydalanadi.

Kompton sochilishida rentgen fotoni deyarli erkin elektron bilan to‘qnashib, energiyasining bir qismini unga beradi va yo‘nalishini o‘zgartiradi. Sochilgan fotonlar detektorga tasodifiy yo‘nalishlarda yetib borib, tasvir kontrastini pasaytiradi va keraksiz fon signalini kuchaytiradi. Shu sababli kollimatsiya, antisochilish panjaralari, havo bo‘shlig‘i usuli hamda raqamli qayta ishlash tasvir sifatini yaxshilashda muhim ahamiyatga ega.

Bir jinsli muhitdan o‘tuvchi monoenergetik rentgen nurlanishining susayishi Buger–Lambert qonuni bilan ifodalanadi:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

bu yerda I_0 – boshlang‘ich intensivlik, I – x qalinlikdagi qatlamdan keyingi intensivlik, μ – chiziqli susayish koeffitsiyenti. Real tibbiy rentgen spektri polixromatik bo‘lsa-da, ushbu qonun tasvir kontrastining fizik mazmunini tushuntirish uchun fundamental model hisoblanadi. Susayish koeffitsiyenti foton energiyasi, to‘qimaning zichligi va element tarkibiga bog‘liq. Shu sababli havo, yog‘, yumshoq to‘qima va suyak rentgen tasvirida turli kulrang darajalar bilan namoyon bo‘ladi.

Tasvir sifati: kontrast, fazoviy aniqlik va shovqin. Rentgen tasvirining diagnostik qiymati birgina “yorqinlik” bilan emas, bir nechta fizik ko‘rsatkichlar orqali belgilanadi. Kontrast – ikki anatomik tuzilma signallari orasidagi farq; fazoviy aniqlik – mayda detallarni bir-biridan ajratish qobiliyati; shovqin esa foydali signal atrofidagi tasodifiy tebranishlardir. Foton statistikasi sababli

shovqin taxminan fotonlar sonining kvadrat ildiziga bog‘liq: detektorga tushuvchi fotonlar soni N bo‘lsa, statistik nisbiy shovqin $\sim 1/\sqrt{N}$ tartibida kamayadi. Demak, ekspozitsiyani oshirish tasvir shovqinini kamaytiradi, biroq bemor dozasini ham oshiradi. Shu nuqtada doza–tasvir sifati optimallashtirish masalasi paydo bo‘ladi [3, 5].

Raqamli detektorlarda rentgen fotonlari avval yorug‘likka, keyin elektr signaliga (bilvosita konversiya) yoki to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr zaryadiga (bevosita konversiya) aylantiriladi. Zamonaviy yassi panel detektorlari keng dinamik diapazon, tez o‘qish va tasvirni raqamli qayta ishlash imkonini beradi. Shu bilan birga, raqamli tizimlarda juda katta ekspozitsiya ham vizual jihatdan “yaxshi” ko‘rinishi mumkin; shu sababli ekspozitsiya indekslari va doza monitoringi muhim.

Asosiy rentgen diagnostika usullari

Usul	Tasvir hosil bo‘lishi	Afzalligi	Asosiy fizik cheklov
Rentgenografiya	Bir yoki bir necha proyeksiya	Tez, arzon, yuqori fazoviy aniqlik	Tuzilmalar ustma-ust tushadi
Fluoroskopiya	Ketma-ket real vaqt tasvirlari	Harakat va intervensiyani kuzatish	Uzoq vaqt ishlatilsa doza ortadi
KT	Ko‘p burchakli proyeksiyalardan rekonstruksiya	Kesim va 3D anatomik tasvir	Rentgenografiyaga nisbatan yuqoriroq doza

Rentgenografiya va fluoroskopiyaning fizik asoslari. Oddiy rentgenografiyada uch o‘lchamli anatomik tuzilma ikki o‘lchamli proyeksiyaga tushiriladi. Shu sababli turli chuqurlikdagi obyektlar bir-birining ustiga tushishi mumkin. Ko‘krak qafasi, suyaklar va tishlarni tekshirishda tabiiy kontrast katta bo‘lgani uchun rentgenografiya ayniqsa samaralidir. Mammografiyada esa yumshoq to‘qima kontrastini oshirish uchun nisbatan past energiyali spektr, maxsus anod/filtr kombinatsiyalari, kompressiya va yuqori aniqlikli detektorlar qo‘llanadi.

Fluoroskopiya uzluksiz yoki impulsli rentgen nurlanishi yordamida real vaqt rejimida tasvir beradi. U oshqozon-ichak yo‘li, qon tomirlari, yurak kateterizatsiyasi va turli intervensiyalarda qo‘llanadi. Kadrlar chastotasini kamaytirish, impulsli rejim, kollimatsiya, avtomatik ekspozitsiya boshqaruvi va oxirgi tasvirni saqlash kabi usullar doza yukini kamaytiradi. Murakkab intervensiyalarda ekspozitsiya vaqti uzoq bo‘lishi mumkinligi sababli teri dozasi va operator himoyasi alohida nazorat qilinadi [1, 3].

Kompyuter tomografiyasi: proyeksiyadan kesim tasvirigacha. KTda rentgen trubkasi va detektorlar bemor atrofida aylanib, ko‘plab burchaklardan proyeksion ma’lumotlar yig‘adi. Matematik rekonstruksiya algoritmlari ushbu

ma’lumotlardan tananing ko‘ndalang kesimlaridagi susayish koeffitsiyentlarini tiklaydi. An’anaviy filtrlab orqaga proyeksiyalash algoritmlariga qo‘shimcha ravishda iterativ va chuqur o‘rganishga asoslangan rekonstruksiya usullari shovqinni kamaytirib, bir xil diagnostik vazifa uchun pastroq ekspozitsiyalardan foydalanish imkonini beradi.

KT tasvirida to‘qimalar odatda Hounsfield birliklarida (HU) ifodalanadi:

$$\mathrm{HU} = 1000 \cdot \frac{\mu_{\text{to‘qima}} - \mu_{\text{suv}}}{\mu_{\text{suv}}}$$

Suvning qiymati 0 HU, havoniki taxminan −1000 HU sifatida qabul qilinadi; suyak yuqori musbat qiymatlarga ega. HU shkalasi radiologga to‘qima tarkibi va zichligi haqidagi miqdoriy ma’lumotni beradi. Spiral KT, ko‘p qatorli detektorlar va yuqori tezlikdagi aylanishlar ko‘krak, yurak, miya va travma diagnostikasida juda qisqa vaqtda katta hajmdagi anatomik ma’lumot olish imkonini yaratdi.

Spektral va foton-hisoblovchi KT. So‘nggi yillarda rentgen diagnostikasidagi eng muhim texnologik yo‘nalishlardan biri spektral va foton-hisoblovchi kompyuter tomografiyasidir. An’anaviy energiyani integrallovchi detektorlar ma’lum vaqt ichida tushgan barcha fotonlar energiyasini yig‘adi. Foton-hisoblovchi detektorlar esa individual rentgen fotonlarini qayd etadi va ularni energiya diapazonlari bo‘yicha ajratadi. Natijada elektron shovqinni kamaytirish, fazoviy aniqlikni oshirish va materialga xos spektral ma’lumotlarni bir vaqtning o‘zida olish mumkin [6–8].

2026-yilda e’lon qilingan keng qamrovli tahlilda foton-hisoblovchi KT bo‘yicha 458 ta ekspertizadan o‘tgan ishlar ko‘rib chiqilib, yurak-qon tomir, ko‘krak, neyrovaskulyar, abdominal, tayanch-harakat va pediatrik tasvirlashda tasvir sifati, diagnostik ishonchlilik hamda doza samaradorligi yaxshilanishi qayd etilgan [8]. Shu bilan birga, protokollarni standartlashtirish, iqtisodiy samaradorlik va ko‘p markazli klinik dalillarni kengaytirish hali dolzarb masala bo‘lib qolmoqda.

Radiatsion doza va biologik xavfsizlik. Rentgen nurlari ionlashtiruvchi nurlanish bo‘lgani uchun ularning energiyasi atom va molekulalardan elektronlarni ajratish uchun yetarli. Biologik ta’sir to‘g‘ridan-to‘g‘ri DNK ionlanishi yoki suv molekulalarining radiolizi natijasida hosil bo‘lgan faol radikallar orqali yuz berishi mumkin. Biroq klinik jihatdan asoslangan diagnostik tekshiruvlarda foyda, odatda, nurlanish xavfidan ancha yuqori bo‘ladi [1, 2]. Asosiy maqsad – zarur tekshiruvni bekor qilish emas, balki keraksiz takroriy tekshiruvlarni oldini olish va diagnostik vazifaga mos eng past oqilona ekspozitsiyani tanlash.

Dozimetriyada yutilgan doza gray (Gy) bilan, radiatsion xavfni umumlashtiruvchi ekvivalent va samarali doza esa sievert (Sv) bilan ifodalanadi. KT amaliyotida CTDIvol va DLP kabi ko‘rsatkichlar skaner chiqishi hamda protokollarni solishtirish uchun qo‘llanadi, lekin ular alohida bemorning organ dozasini bevosita bermaydi [5]. Shu sababli bemor o‘lchami, skan uzunligi va

tekshirilayotgan anatomik soha hisobga olinadigan shaxsiylashtirilgan doza baholash yondashuvlari rivojlanmoqda.

Asoslash, optimallashtirish va diagnostik referens darajalari. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) va Atom energiyasi bo‘yicha xalqaro agentlik (IAEA) tavsiyalariga ko‘ra, tibbiy nurlanishda birinchi bosqich – tekshiruvni klinik jihatdan asoslashdir: tasvirlash natijasi bemorni boshqarish yoki davolash qaroriga foydali ta’sir qilishi kerak. Ikkinchi bosqich – optimallashtirish: tasvir sifati klinik savolni hal qilish uchun yetarli bo‘lgan holda nurlanish miqdorini imkon qadar oqilona kamaytirish [2–4]. Bu tamoyil amaliyotda kollimatsiya, to‘g‘ri kVp/mAs tanlovi, avtomatik ekspozitsiya boshqaruvi, bemor o‘lchamiga mos protokollar, rekonstruksiya algoritmlari va keraksiz fazalarni kamaytirish orqali bajariladi.

ICRP diagnostik referens darajalarini (DRL) individual bemor uchun doza “chegarasi” emas, balki muayyan klinik vazifa va bemor guruhida mahalliy amaliyotda dozaning odatdagidan yuqori yoki past ekanligini aniqlash vositasi sifatida ta’riflaydi [4]. Agar muassasadagi tipik doza ko‘rsatkichlari DRLdan muntazam yuqori bo‘lsa, protokol va apparat sozlamalari qayta ko‘rib chiqiladi. Bu yondashuv tasvir sifati va xavfsizlikni tizimli ravishda yaxshilashga xizmat qiladi.

Pediatrik tasvirlashda maxsus yondashuv. Bolalarda tana o‘lchami kichik bo‘lgani uchun kattalar uchun mo‘ljallangan ekspozitsiya parametrlarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri qo‘llash ortiqcha doza berishi mumkin. Bundan tashqari, yosh organizm radiatsion ta’sirga sezgirroq va uzoq umr davomida kechikkan ta’sirlarning namoyon bo‘lish ehtimoli yuqoriroq. Shu sababli pediatrik protokollarda yosh va tana o‘lchamiga mos parametrlar, tekshiruv maydonini aniq cheklash, zarur bo‘lmagan ko‘p fazali skanlardan voz kechish hamda ultratovush yoki MRT kabi ionlashtiruvchi nurlanishsiz alternativalarni klinik vazifaga mos bo‘lsa tanlash tavsiya etiladi [2, 9].

Zamonaviy raqamli texnologiyalar va sun’iy intellektning o‘rni. Raqamli radiologiyada avtomatik ekspozitsiya boshqaruvi, organ asosidagi tok modulyatsiyasi, iterativ rekonstruksiya va chuqur o‘rganishga asoslangan shovqin bostirish usullari tasvir sifati–doza muvozanatini yaxshilamoqda. Sun’iy intellekt tasvirni rekonstruksiya qilish, anatomik tuzilmalarni segmentatsiya qilish, patologik belgilarni aniqlash va ish oqimini ustuvorlashtirishda yordamchi vosita sifatida rivojlanmoqda. Biroq algoritm natijalarining klinik ishonchliligi, turli populyatsiyalarda tekshirilishi va shifokor nazoratining saqlanishi zarur. Texnologiyaning maqsadi radiologni almashtirish emas, balki fizik va klinik ma’lumotlardan samaraliroq foydalanishdir.

Muhokama. Rentgen diagnostikasining fizik samaradorligi uchta zanjirning muvofiqligiga bog‘liq: manba – bemor – detektor. Manbada spektr va foton oqimi shakllanadi; bemorda fotoeffekt va Kompton sochilishi orqali diagnostik kontrast hosil bo‘ladi; detektorda esa chiqayotgan fotonlar raqamli signalga aylantiriladi. Har bir bosqichdagi texnik tanlov tasvir sifati va nurlanish

dozasiga ta’sir qiladi. Shu sababli “eng yuqori tasvir sifati” emas, balki klinik vazifa uchun yetarli bo‘lgan tasvir sifatini eng maqbul doza bilan olish optimal yondashuv hisoblanadi.

Zamonaviy ilmiy tendensiya rentgen tasvirlashni faqat anatomik proyeksiya olishdan miqdoriy, spektral va funksional ma’lumot olish tomon olib bormoqda. Foton-hisoblovchi KT ushbu yo‘nalishning yorqin misoli bo‘lib, individual foton energiyasini ajratish orqali klassik KTning fizik cheklovlarini qisman kamaytiradi. Shu bilan birga, diagnostik protokollarni standartlashtirish, doza monitoringi, malakali tibbiy fizik va radiolog hamkorligi hamda klinik ko‘rsatmalarga rioya qilish texnologik yangiliklar qadar muhimdir.

Xulosa. Rentgen nurlarining tibbiy diagnostikadagi qo‘llanilishi elektromagnit nurlanishning hosil bo‘lishi, modda bilan o‘zaro ta’siri va detektor fizikasi qonunlariga asoslanadi. Fotoelektrik yutilish to‘qimalar kontrastini kuchaytirsa, Kompton sochilishi tasvir kontrastini pasaytiruvchi asosiy omillardan biridir. Rentgenografiya tez va sodda proyeksion tasvirlashni, fluoroskopiya real vaqt nazoratini, KT esa kesim va hajmiy rekonstruksiyani ta’minlaydi. Tibbiy rentgen tekshiruvlarida asoslash, optimallashtirish va diagnostik taqqoslash darajalaridan foydalanish bemor xavfsizligining asosiy ilmiy tamoyillaridir. Zamonaviy foton-hisoblovchi KT, iterativ va sun’iy intellektga asoslangan rekonstruksiya usullari va raqamli doza monitoringi esa kelajakda yuqori diagnostik aniqlikni yanada samarali nurlanish dozalari bilan birlashtirish imkonini bermoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. U.S. Food and Drug Administration. Medical X-ray Imaging. FDA, updated 2023. https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/medical-imaging/medical-x-ray-imaging

2. World Health Organization. Justification and optimization in medical imaging. WHO Radiation and Health. https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/radiation-and-health/medical-exposure/justification

3. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation. IAEA Safety Standards Series No. SSG-46. Vienna: IAEA; 2018.

4. ICRP. Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. ICRP Publication 135. Annals of the ICRP. 2017;46(1).

5. AAPM Task Group 246, EFOMP. Estimating Patient Organ Dose with Computed Tomography: A Review of Present Methodology and Required DICOM Information. AAPM Report No. 246; 2019.

6. Rajendran K, et al. Clinical Applications of Photon-counting CT: A Review of Pioneer Studies and a Glimpse into the Future. Radiology. 2023. doi:10.1148/radiol.222432.

7. Photon-Counting CT: Technology, Current and Potential Future Clinical Applications, and Overview of Approved Systems and Those in Various Stages of Research and Development. Radiology. 2025. doi:10.1148/radiol.240662.

8. Sahbaee P, Dunning C, Primak A, et al. Toward Broader Clinical Adoption of Photon-Counting CT: Where We Stand According to High-Impact Literature. Radiology. 2026;319(1). doi:10.1148/radiol.251496.

9. World Health Organization. Communicating Radiation Risks in Paediatric Imaging: Information to Support Healthcare Discussions About Benefit and Risk. Geneva: WHO; 2016. ISBN 978-92-4-151034.

10. U.S. Food and Drug Administration. Computed Tomography (CT): Benefits, Risks and Optimization. FDA, updated 2023. https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/medical-x-ray-imaging/computed-tomography-ct.

2-sho‘ba. FIZIKA VA ASTRONOMIYANI O‘QITISHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA INNOVATSION YONDASHUVLAR

FIZIKA DARSLARIDA KOMPYUTER TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH

Abdullayev Jalil Malikevich[1] , Samadov Javlon Jamshid o‘g‘li[2]

[1] Navoiy davlat universiteti, Fizika va astronomiya kafedrasi katta o‘qituvchisi.

[2] Navoiy davlat universiteti, Fizika va astronomiya ta’lim yo‘nalishi IV- kurs talabasi.

Annotatsiya. Ushbu maqolada fizika fanini o‘qitish jarayonida zamonaviy kompyuter texnologiyalaridan foydalanishning ilmiy-metodik asoslari yoritilgan. Kompyuter texnologiyalarining fizik hodisa va jarayonlarni vizual namoyish etish, virtual tajribalarni tashkil etish, murakkab fizik jarayonlarni modellashtirish, o‘quvchilarning mustaqil ta’lim faoliyatini rivojlantirish hamda bilimlarni nazorat qilishdagi imkoniyatlari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, kompyuter texnologiyalari, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, virtual laboratoriya, kompyuter modeli, multimedia, interaktiv ta’lim, fizik tajriba.

Bugungi kunda ta’lim jarayonini zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanmasdan tasavvur qilish qiyin. Ayniqsa, fizika fanini o‘qitishda kompyuter texnologiyalari katta didaktik imkoniyatlarga ega. Chunki fizika tabiatdagi hodisa va jarayonlarning qonuniyatlarini o‘rganuvchi fan bo‘lib, uning ko‘plab mavzularini oddiy og‘zaki bayon qilish orqali to‘liq tushuntirish qiyin. Mexanik harakat, elektromagnit hodisalar, to‘lqin jarayonlari, Nisbiylik nazariyasi qonunlarini, atom va yadro fizikasi kabi mavzularni animatsiya, modellashtirish va virtual tajribalar yordamida ko‘rsatish o‘quvchilarning mavzuni chuqurroq anglashiga yordam beradi.

Kompyuter texnologiyalaridan foydalanishning asosiy maqsadi an’anaviy o‘qitish usullarini butunlay almashtirish emas, balki ularni zamonaviy pedagogik texnologiyalar bilan boyitishdan iborat. Bunda o‘qituvchi asosiy metodik boshqaruvchi sifatida faoliyat yuritadi, kompyuter esa o‘quv materialini taqdim etish, tajriba o‘tkazish, modellashtirish va nazorat qilish vositasi vazifasini bajaradi.

Fizika darslarida kompyuter texnologiyalaridan foydalanish bir nechta muhim yo‘nalishlarda amalga oshirilishi mumkin:

Birinchidan, fizik hodisalarni vizual namoyish etish**;**

Ikkinchidan, kompyuter modellashtirish**;**

Uchinchidan, virtual laboratoriyalardan foydalanish**;**

o‘rtinchidan, bilimlarni nazorat qilish va baholash;

Multimedia texnologiyalari matn, grafik tasvir, animatsiya, audio va videoni yagona ta’limiy muhitda birlashtirish imkonini beradi. Fizika darsida multimedia vositalaridan foydalanishda materialning mazmuni, o‘quvchilarning tayyorgarlik darajasi va darsning didaktik maqsadi hisobga olinishi kerak.

Masalan, Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining Fizika darslarida “Nisbiylik nazariyasi ” bobini o‘rganishda avvalo nazariy tushuncha beriladi. Keyin animatsiya yordamida sanoq sistemasi va turli inersial sanoq sistemalaridagi vaqt, uzunlik va massa nisbiyligi kabi jarayonlar ko‘rsatiladi. Shundan so‘ng virtual yoki real tajriba tashkil qilinib, o‘quvchilardan kuzatilgan hodisani Maxsus nisbiylik nazariyasining asosiy pastulatlari asosida izohlash talab etiladi. Yakunda test yoki muammoli savollar yordamida bilimlar mustahkamlanadi.

Bunday metodik ketma-ketlikni quyidagicha ifodalash mumkin:

nazariy tushuncha → vizual namoyish → tajriba yoki modellashtirish → tahlil → mustaqil topshiriq → nazorat.

Mazkur yondashuv o‘quvchining faqat tayyor bilimni qabul qilishi emas, balki fizik hodisani kuzatishi, tahlil qilishi va mustaqil xulosa chiqarishiga imkon beradi.

Kompyuter texnologiyalaridan maqsadli foydalanish fizika fanini o‘rganishda bir qator pedagogik natijalarga olib keladi. Avvalo, o‘quvchilarning fanga bo‘lgan qiziqishi ortadi. Rangli grafikalar, animatsiyalar va interaktiv modellar mavzuning mazmunini yanada tushunarli qiladi.

Bundan tashqari, kompyuter texnologiyalari **individual ta’lim** imkoniyatlarini kengaytiradi. Turli bilim darajasiga ega bo‘lgan o‘quvchilarga turli murakkablikdagi topshiriqlar berish mumkin. Kuchli o‘quvchilar murakkab masalalar va modellashtirish topshiriqlarini bajarishlari, qo‘shimcha yordamga muhtoj o‘quvchilar esa mavzuni takroriy animatsiya va elektron materiallar yordamida mustahkamlashlari mumkin.

Kompyuter texnologiyalari o‘qituvchining faoliyatini ham samarali tashkil etishga yordam beradi. Elektron taqdimotlar, test tizimlari, grafik dasturlar va virtual laboratoriyalar darsni rejalashtirish va tashkil etish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Shu bilan birga, kompyuter texnologiyalaridan foydalanishda ayrim metodik talablarga rioya qilish zarur. Kompyuter vositasi darsning maqsadiga xizmat qilishi, ortiqcha vizual materiallar bilan o‘quvchini chalg‘itmasligi kerak. Virtual tajribalar real fizik tajribalarni to‘liq almashtirmasligi, balki ularni to‘ldirishi maqsadga muvofiq. Ayniqsa, laboratoriya mashg‘ulotlarida real o‘lchash asboblari bilan ishlash ko‘nikmasini shakllantirish muhim ahamiyatga ega.

Xulosa qilib aytganda, kompyuter texnologiyalari fizika fanini o‘qitishning mazmuni va metodikasini takomillashtirishda muhim vosita hisoblanadi. Ular yordamida fizik hodisalarni vizual ko‘rsatish, murakkab jarayonlarni modellashtirish, virtual laboratoriya ishlarini tashkil etish, o‘quvchilarning

mustaqil ta’lim faoliyatini rivojlantirish va bilimlarni tezkor nazorat qilish imkoniyatlari kengayadi.

Fizika ta’limida kompyuter texnologiyalaridan samarali foydalanish uchun texnologiyaning o‘zi emas, balki undan didaktik maqsadga muvofiq va metodik jihatdan to‘g‘ri foydalanish asosiy mezon bo‘lishi lozim. O‘qituvchi kompyuter vositalarini darsning maqsadi, mazmuni va o‘quvchilarning individual xususiyatlari bilan uyg‘unlashtirgandagina ta’lim samaradorligiga erishish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Jo‘rayev M. *Fizika o‘qitish metodikasi*. – Toshkent: O‘zbekiston Respublikasi oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi. 2015.-280 b
2. Abduqodirov A.A., Pardayev A.X. *Ta’lim jarayonida axborot texnologiyalari*. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent. 2021**.**-132 b.
3. Farmonov O‘.M. *Fizikani o‘qitishda axborot texnologiyalaridan foydalanish va uning elektron ta’limdagi roli*. – 2024**.** 302-306 b.

UMUMIY O‘RTA TA’LIM MAKTABLARIDA FIZIKA FANINI O‘QITISHDA GRAFIKLI MASALALAR YECHISH ORQALI O‘QUVCHILARNING MANTIQIY TAFAKKURINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI

Abdullayeva Iroda[1]

[1] ***Nizomiy nomidagi O`zbekiston Milliy Pedagogika universiteti 2-bosqich magistranti***

Mazkur tadqiqot mavzusi maktab o‘quvchilarining fizik jarayonlarni grafiklar yordamida tasvirlash, o‘qish va tahlil qilish ko‘nikmalaridagi mavjud bo‘shliqlarni aniqlash hamda ularni bartaraf etishga qaratilgan metodikani ishlab chiqishga bag‘ishlanadi.

Tayanch so`zlar: Fizika ta'limi, grafikli masala, mantiqiy tafakkur, umumiy o‘rta ta'lim maktabi, o‘quvchilar, tahliliy ko‘nikma, metodik tizim, fizika qonuniyatlari, pedagogik eksperiment.

Данная тема исследования посвящена выявлению существующих пробелов в навыках учащихся школ по описанию, чтению и анализу физических процессов с помощью графиков, а также разработке методики, направленной на их устранение.

Ключевые слова: Физическое образование, графическая задача, логическое мышление, общеобразовательная школа, учащиеся, аналитические навыки, методическая система, законы физики, педагогический эксперимент.

This research topic is devoted to identifying existing gaps in school students' skills in describing, reading, and analyzing physical processes using graphs, as well as developing a methodology aimed at eliminating them.

Keywords: Physics education, graphical problem, logical thinking, general secondary school, students, analytical skills, methodological system, laws of physics, pedagogical experiment.

Zamonaviy maktab fizika ta’limida o‘quvchilarning tahliliy va mantiqiy tafakkurini rivojlantirish eng muhim vazifalardan biridir. Biroq amaliyot shuni ko‘rsatmoqzki, o‘quvchilar fizik jarayonlarni grafiklar yordamida tasvirlash, o‘qish va tahlil qilishda ko‘plab qiyinchiliklarga duch kelmoqdalar. Ular ko‘pincha formulalarni mexanik yodlash bilan cheklanib, grafik ko‘rinishdagi ma’lumotlarni fizik jarayonlar bilan bog‘lay olishmaydi. Bu holat maktabda fizika o‘qitish metodikasini, xususan, grafikli masalalar tizimidan foydalanishni takomillashtirish zaruratini keltirib chiqaradi. Maktab fizika kursida o‘quvchilarning grafikli masalalarni yechishdagi tayyorgarlik darajasini va mavjud bo‘shliqlarni aniqlash maqsadida umumiy o‘rta ta’lim maktablarining yuqori sinf o‘quvchilari o‘rtasida kuzatishlar, og‘zaki va yozma so‘rovnomalar hamda maxsus diagnostik testlar o‘tkazildi. Olingan natijalarning tahlili o‘quvchilarning grafiklar bilan ishlash jarayonida quyidagi asosiy muammolar va bilim bo‘shliqlariga duch kelishini ko‘rsatdi:

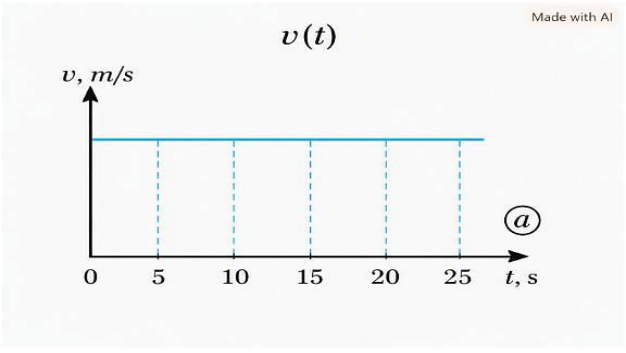
- **Grafik tilini fizik jarayondan ajratib tushunish:** O‘quvchilar aksariyat hollarda grafikni faqat "matematik chiziq" yoki koordinatalar sistemasidagi geometrik shakl sifatida qabul qilishadi. Ular grafik ortida turgan real fizik hodisani (masalan, jismning tezlanish bilan harakatlanishi yoki maydonning o‘zgarishini) tasavvur qila olishmaydi.
- **Fizik kattaliklar orasidagi funksional bog‘liqlikni anglashdagi qiyinchiliklar:** $s(t)$, $v(t)$, $a(t)$ yoki $I(t)$ kabi grafiklarda qaramlik to‘g‘ri yoki teskari proporsional bo‘lganda, o‘quvchilar buni matematik jihatdan tushuntirib berolmaydilar. Masalan, tezlik grafigi ostidagi yuzi masofani berishini bilishadi-yu, lekin bu geometrik ma’no qayerdan kelib chiqqanini tushuntirishda qiynalishadi.
- **Grafikdan qiymatlarni to‘g‘ri o‘qiy olmaslik va masshtabni hisobga olmaslik:** Ko‘p o‘quvchilar o‘qlar bo‘yicha bo‘linma qiymatlarini (masshtabni) aniqlashda shoshshaloqlikka yo‘l qo‘yadilar. Natijada grafik nuqtalaridan noto‘g‘ri son qiymatlarini olib, butun masalaning yechimini xato bajarishadi.
- **Mustaqil grafik tuza olmaslik:** Agar masalada tayyor grafik berilgan bo‘lsa, o‘quvchilar uni qaysidir darajada tahlil qilishlari mumkin, ammo berilgan shart yoki jadval asosida o‘zlari noldan grafik chizishga kelganda (o‘qlarni to‘g‘ri tanlash, to‘g‘ri belgilash va o‘lchov birliklarini qo‘yishda) ko‘plab xatolarga yo‘l qo‘yadilar.
- **Formulalarni mexanik yodlashga tayanish:** O‘quvchilarning asosiy qismi fizik masalalarni yechishda faqat tayyor formulalarga sonlarni qo‘yib hisoblashga o‘rganib qolgan. Ular masalani grafik usulda yechish imkoni bo‘lsa ham, buni chetlab o‘tib, qiyinroq algebraik usullarni tanlashadi. Bu esa ularning mantiqiy va fazoviy tasavvurini rivojlantirishni cheklaydi.

Aniqlangan ushbu bo‘shliqlarni bartaraf etish va o‘quvchilarning grafiklar bilan ishlash ko‘nikmalarini bosqichma-bosqich shakllantirish uchun maxsus tanlangan topshiriqlar hamda grafik elementlarini o‘quv jarayoniga joriy etish talab etiladi. O‘quvchilarning bilim va ko‘nikmalaridagi aniqlangan bo‘shliqlarni bartaraf etish uchun fizika darslarida grafikli masalalarni bosqichma-bosqich va tizimli ravishda o‘rgatish metodikasini ishlab chiqish talab etiladi. Taklif etilayotgan metodik tizim quyidagi asosiy bosqichlardan iborat:

1. Tanishuv bosqichi. Bu bosqichda o‘quvchilar grafik tushunchasi bilan ilk bor tanishadilar. *O‘qituvchi faoliyati:* grafik nima ekanligini tushuntiradi, koordinata o‘qlari (gorizontal va vertikal) haqida ma’lumot beradi, fizik kattaliklar va ularning birliklarini ko‘rsatadi, masshtab tushunchasini izohlaydi. *O‘quvchi faoliyati*: grafik elementlarini (o‘qlar, birliklar, nuqtalar) ajratadi, grafikdagi belgilarni tushunadi *Natija*: o‘quvchilarda grafik haqida dastlabki tasavvur shakllanadi.

2.Tushunish bosqichi. Bu bosqichda grafikning fizik mazmuni ochib beriladi. *O‘qituvchi faoliyati:* grafik nimani ifodalayotganini tushuntiradi bog‘lanish turini izohlaydi (to‘g‘ri chiziqli, egri chiziqli) real hayotiy misollar keltiradi *O‘quvchi faoliyati:* grafik orqali fizik jarayonni tushunadi o‘sish, kamayish, o‘zgarmaslikni aniqlaydi *Natija:* o‘quvchilar grafikni “rasm” sifatida emas, jarayon modeli sifatida qabul qiladi.

Amaliy misol: Tezlikning vaqtga bog‘liqlik grafigi ($v(t)$) tahlil qilinadi. Grafikda gorizontal to‘g‘ri chiziq ($v = \text{const}$) chiqsa – jism o‘zgarmas tezlikda (tekis) harakatlanayotgani, agar chiziq yuqoriga ko‘tarilib borsa – jism tezlanish olib tezlashayotgani ($a > 0$), agar pastga tushsa – sekinlanayotgani tushuntiriladi. Real hayotdan misol: avtomobilning svetofordan joyidan qo‘zg‘alishi va tormozlanishi.



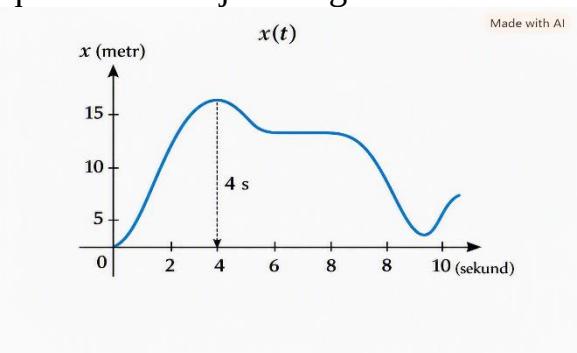
1-Rasm.Tezlikning vaqtga bog`liq grafigi.

3. Tahlil qilish bosqichi Bu eng muhim bosqichlardan biri hisoblanadi. *O‘qituvchi faoliyati:* grafikdan xulosa chiqarishni o‘rgatadi asosiy nuqtalarni (maksimum, minimum, kesishish) ko‘rsatadi savollar orqali yo‘naltiradi.

O‘quvchi faoliyati: grafikdan ma’lumot ajratadi tezlik, tezlanish kabi kattaliklarni aniqlaydi grafik qismlarini solishtiradi *Natija:* o‘quvchilarda analitik fikrlash rivojlanadi.

Amaliy misol: Jismning koordinatasi vaqtga bog‘liqlik grafigi ($x(t)$) beriladi. Savollar qo‘yiladi:

- Jism harakat boshlagandan keyin 4-sekundda qayerda bo‘lgan?
- Jism qaysi vaqt oralig‘ida tinch turgan (to‘xtagan)? (O‘quvchi grafikning vaqt o‘qiga parallel bo‘lgan qismini topib javob beradi).
- Qaysi vaqt momentida jism eng katta tezlikka erishgan?

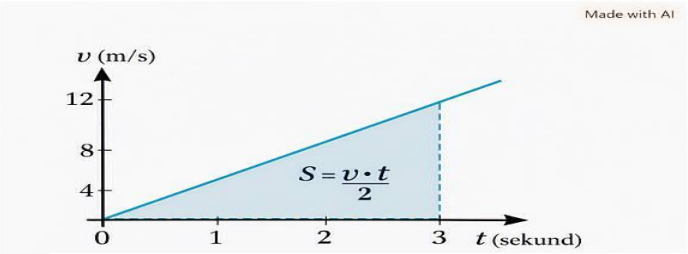


2-Rasm. Jism holatini vaqtga bog`liq ko`rinishi

4. Qo‘llash bosqichi. Bu bosqichda o‘quvchilar grafikdan amaliy foydalanishni o‘rganadilar. *O‘qituvchi faoliyati:* grafik asosida masalalar beradi formulalar bilan bog‘laydi mustaqil ishlashga yo‘naltiradi. *O‘quvchi faoliyati:* grafikdan formulaga o‘tadi masalalar yechadi grafik asosida xulosa chiqaradi Natija: bilimlar amaliy ko‘nikmaga aylanadi.

Amaliy misol: Tezlik grafigi ($v(t)$) berilgan holda jismning bosib o‘tgan yo‘lini topish masalasi.

- *Masala sharti:* Jism tezligining vaqtga bog‘liqligi $v = 4t$ qonun bilan o‘zgaradi. Grafik yordamida birinchi 3 sekundda jism qancha masofa bosib o‘tganini toping.
- *Yechim:* Grafik ostida hosil bo‘lgan geometrik shaklning (to‘g‘ri burchakli uchburchak yoki trapetsiya) yuzini hisoblash orqali yo‘l topiladi ($S = \frac{v \cdot t}{2}$).



3-Rasm. Masofa topish grafigi

5. Grafik qurish bosqichi. Bu bosqich o‘quvchilarning mustaqil faoliyatini shakllantiradi. *O‘qituvchi faoliyati*: jadvaldan grafik chizishni

ko‘rsatadi masshtab tanlashni o‘rgatadi. *O‘quvchi faoliyati*: mustaqil grafik chizadi natijani tekshiradi *Natija:* grafik savodxonlik shakllanadi.

Amaliy misol: Jismning tekis harakatlanish jadvali beriladi:

Vaqt (t,s)	0	1	2
Masofa (S,m)	0	3	6

6. Mustahkamlash va baholash bosqichi. *O‘qituvchi faoliyati*: test, amaliy topshiriqlar beradi xatolarni tahlil qiladi. *O‘quvchi faoliyati:* bilimini tekshiradi xatolarini tuzatadi. *Natija:* o‘quvchilar grafik bilan ishlashda mustaqillikka erishadi.

Amaliy misol: Test yoki grafikli topshiriq beriladi: "Quyidagi to‘rtta tezlik grafigidan qaysi biri jismning erkin tushish jarayonini to‘g‘ri aks ettiradi?" O‘quvchilar o‘z variantlarini bajarib bo‘lgach, o‘qituvchi eng ko‘p yo‘l qo‘yilgan xatolarni (masalan, masshtabni noto‘g‘ri tanlash yoki grafikning qiyalik burchagini adashtirishni) doskada birgalikda tahlil qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati:

М.С.Ладных, Графические методы решения задач по физике. 2019.

2. Т.С.Шмарова, З.А.Сидякина, Физика. Решение графических задач и задач – рисунков. Пенза: ПГУАС, 2015.

4. Исмаилова Р.Н., Джаббаров Дж.Г., Шакарова, Л.З. Решение графических задач в школьном курсе физики, ВЕСТНИК НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ №9(112). Часть 1. 2021. стр. 5-10.

5. B.Ibragimov, Fizikadan grafik masalalar, “Физиканинг долзарб муаммолари” мавзусидаги республика илмий-амалий конференцияси тўплами. Тошкент, М.Улуғбек номидаги ЎзМУ. 2017 йил, 14 октябрь. 243-244 бетлар.

6. B.Ibragimov, Fizikaning mexanika bo‘limiga doir grafik masalalar yechish metodikasi, PEDAGOGIKA ilmiy-nazariy va metodik jurnal. 2017 yil. 5-son. 36-44 betlar.

7. B.Ibragimov, Molekulyar fizikadan grafik masalalar, “Fizika, matematika va informatika” ilmiy-uslubiy jurnal, Toshkent. 2023 yil, 3/10 betlar

Izoh: Maqolada keltirigan barcha rasmlar suniy intellekt yordamida yaratilgan.

ZAMONAVIY FIZIKA TA’LIMI PARADIGMASI: METODOLOGIK YONDASHUVLAR VA AMALGA OSHIRISH MEXANIZMI

Abdusalomov Zuhriddin Mengali o‘g‘li[1], Soatova Hanifa Suyunovna[2]

[1]Surxondaryo viloyati Oltinsoy tumani 43-sonli maktab o‘qituvchisi

[2]Denov tadbirkorlik va pedagogika institut mustaqil tadqiqotchisi

Annotatsiya. Tezisda zamonaviy fizika ta’limi paradigmasi o‘quvchining tabiiy-ilmiy savodxonligi va faol ilmiy bilish tajribasini rivojlantirishga yo‘naltirilgan integrativ tizim sifatida asoslanadi. Kompetensiyaviy, kontekstli, tadqiqotchilik, modelli va raqamli yondashuvlarning didaktik vazifalari aniqlashtirilib, paradigma maqsadli, mazmuniy, faoliyatli, raqamli-texnologik hamda baholash-refleksiv komponentlar orqali tavsiflanadi. Uni fizika darsida amalga oshirish algoritmi va amaliy qo‘llash mezonlari taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, ta’lim paradigmasi, tabiiy-ilmiy savodxonlik, kontekstli topshiriq, tadqiqotchilik, modellashtirish, raqamli vosita, refleksiv baholash.

Kirish. Fan, texnika va raqamli muhitning tezkor yangilanishi o‘quvchidan fizik qonunlarni bilish bilan birgalikda, hodisani ilmiy tushuntirish, dalillarni tekshirish, ma’lumotlarni talqin qilish va bilimni yangi vaziyatga ko‘chirishni ham talab etadi. Shu sababli fizika ta’limining natijasi nazariy bilimlar majmui bilan bir qatorda tabiiy-ilmiy savodxonlik, tadqiqotchilik tajribasi va asoslangan qaror qabul qilish qobiliyatida namoyon bo‘lishi lozim. PISA konseptual doirasida ham tabiiy-ilmiy savodxonlik hodisalarni ilmiy tushuntirish, tadqiqotni baholash va loyihalash, ma’lumot hamda dalillarni ilmiy talqin qilish kompetensiyalari orqali ifodalanadi [8].

Mamlakatimizda fizika ta’limi sifatini oshirish, zamonaviy o‘qitish usullarini joriy etish va laboratoriya bazasini takomillashtirish davlat siyosatining ustuvor vazifalari sifatida belgilangan [1–3]. Mazkur talablar darsning alohida metodini yangilashdan ko‘ra kengroq – maqsad, mazmun, faoliyat, vosita va baholashning o‘zaro muvofiqlashtirilgan tizimini shakllantirishni taqozo etadi. Shu nuqtayi nazardan, tadqiqotning maqsadi zamonaviy fizika ta’limi paradigmasining metodologik asoslarini ixchamlashtirish, uning tarkibiy komponentlari o‘rtasidagi funksional aloqani ochib berish va umumta’lim maktabi darsida qo‘llash mexanizmini taklif etishdan iborat.

Tadqiqot metodlari. Tadqiqot nazariy-tahliliy xarakterga ega. Unda me’yoriy-huquqiy hujjatlar, fizika ta’limida faol o‘qitish, modellashtirish, real va virtual tajriba hamda tabiiy-ilmiy savodxonlikka oid ilmiy manbalar tushunchaviy-terminologik, qiyosiy va tizimli tahlil qilindi. Tasniflash va pedagogik modellashtirish asosida yondashuvlarning didaktik vazifalari, kutiladigan o‘quv faoliyati hamda baholanadigan natijalari o‘rtasidagi aloqalar aniqlashtirildi. Hake va Freeman va hammualliflar tadqiqotlari faol o‘qitishning konseptual o‘zlashtirishga ijobiy ta’sirini ko‘rsatadi [4; 5]; Wells, Hestenes va Swackhamer fizik bilimni modellar orqali qurish zaruratini asoslaydi [6]; de Jong, Linn va Zacharia esa real va virtual laboratoriyalarni o‘zaro to‘ldiruvchi muhit sifatida tavsiflaydi [7].

Asosiy natijalar. Tahlil natijasida zamonaviy fizika ta’limi paradigmasi o‘quvchilarning fizik bilimlarni faol bilish, tajriba, modellashtirish, muammoni hal etish va ilmiy dalillash jarayonida egallashi hamda ularni real hayotiy

vaziyatlarda qo‘llashiga yo‘naltirilgan pedagogik qarashlar tizimi sifatida talqin qilindi. Mazkur talqin an’anaviy ta’limning ilmiylik, tizimlilik va nazariy izchillik kabi kuchli jihatlarini saqlaydi, biroq ularni o‘quvchining faoliyati va refleksiyasi bilan boyitadi. Demak, paradigma almashinuvi nazariy bilimni chetga surish emas, balki uning funksiyasini “bilish”dan “tushuntirish, tekshirish va qo‘llash”gacha kengaytirishdir.

1-jadval.

Metodologik yondashuvlarning funksional integratsiyasi

Yondashuv	**Yetakchi didaktik savol**	**O‘quvchi faoliyati**	**Kutiladigan natija**
Kompetensiyaviy	Bilim nima uchun va qayerda qo‘llanadi?	Bilimni nostandart vaziyatga ko‘chiradi	Amaliy kompetensiya
Kontekstli	Fizik mazmun qaysi hayotiy muammoni izohlaydi?	Vaziyatni fizik nuqtayi nazardan tahlil qiladi	Mazmunli o‘zlashtirish
Tadqiqotchilik	Xulosa qanday dalil bilan tekshiriladi?	Savol, gipoteza, tajriba va xulosa tuzadi	Ilmiy fikrlash
Modelli	Hodisaning muhim bog‘lanishlari qanday ifodalanadi?	Model quradi, tekshiradi va chegarasini belgilaydi	Tushuntirish va bashorat
Raqamli	Qaysi vosita kuzatish va tahlil imkonini kengaytiradi?	Simulyatsiya, sensor va ma’lumotlardan foydalanadi	Vizual va ma’lumotli tahlil

Jadvaldagi yondashuvlar ketma-ket qo‘llanadigan mustaqil usullar emas. Kontekst o‘quv muammosiga mazmun beradi; tadqiqotchilik muammoni tekshirish mantiqini belgilaydi; model hodisaning muhim bog‘lanishlarini ifodalaydi; raqamli vosita kuzatish, o‘lchash va tahlil imkoniyatini kengaytiradi; kompetensiyaviy yondashuv esa ushbu faoliyatlarning yangi vaziyatda namoyon bo‘ladigan yaxlit natijasini belgilaydi. Shu integratsiya zamonaviy paradigmaning metodologik yadrosini tashkil etadi.

Paradigmaning tuzilmasi besh komponentdan iborat: 1) maqsadli komponent – tabiiy-ilmiy savodxonlik va ilmiy fikrlash natijalarini belgilaydi; 2) mazmuniy komponent – fizik qonunlarni hayotiy, ekologik va texnologik kontekstlar bilan bog‘laydi; 3) faoliyatli komponent – kuzatish, tajriba, modellashtirish, muhokama va dalillashni tashkil qiladi; 4) raqamli-texnologik komponent – real tajribani simulyatsiya, sensor va elektron resurslar bilan to‘ldiradi; 5) baholash-refleksiv komponent – javobning o‘zigina emas, muammoni tushunish, strategiya tanlash, ma’lumotni talqin qilish va xulosani asoslash jarayonini ham baholaydi.

Amalga oshirish mexanizmi. Zamonaviy paradigma darsda “kontekst – savol – dalil – xulosa – transfer – refleksiya” didaktik sikli orqali amalga oshiriladi. Kengaytirilgan algoritm quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi: hayotiy yoki texnologik vaziyatni taqdim etish; fizik muammoni ajratish; ilmiy savol va tekshiriladigan gipotezani shakllantirish; zarur nazariy bilim hamda modelni tanlash; real yoki virtual tajribani rejalashtirish; ma’lumotlarni jadval, grafik yoki formula ko‘rinishida qayta ishlash; natijalarni noaniqlik va xatoliklarni hisobga olgan holda talqin qilish; dalillangan xulosa chiqarish; bilimni yangi vaziyatga ko‘chirish; mezonli baholash va refleksiya.

Dars namunasi: “Uy-joyda elektr energiyasidan samarali foydalanish”

Kontekst: bir xil vazifani bajaruvchi elektr jihozlarining quvvat sarfi farqlanadi. Savol: jihozning quvvati va ishlash vaqti sarflangan energiya hamda xarajatga qanday ta’sir qiladi? Faoliyat: o‘quvchilar $P = UI$ va $E = Pt$ bog‘lanishlaridan foydalanib gipoteza tuzadi, vattmetr yoki berilgan texnik ma’lumotlar asosida qiymatlarni yig‘adi, natijalarni jadval va diagrammada solishtiradi. Xulosa: tanlov faqat quvvat ko‘rsatkichiga emas, foydalanish vaqti, foydali ish va xavfsizlik omillariga tayangan holda dalillanadi. Transfer: o‘quvchi boshqa maishiy qurilma uchun energiya tejamkor foydalanish rejasini ishlab chiqadi. Baholash: hisob-kitob aniqligi, dalil sifati, modeldan foydalanish va tavsiyaning asoslanganligi orqali baholanadi.

Mazkur namuna fizika mazmunini ijtimoiy-amaliy qaror bilan bog‘laydi va bir dars doirasida hisoblash, o‘lchash, ma’lumotlarni tahlil qilish hamda dalillashni uyg‘unlashtiradi. Bunda o‘qituvchi ma’lumot beruvchi yagona manba emas, balki muammoli vaziyatni loyihalovchi, izlanishni yo‘naltiruvchi va sifatli teskari aloqa beruvchi pedagogik tashkilotchi sifatida faoliyat yuritadi. O‘quvchi esa javobni takrorlash emas, dalil yaratish va uni himoya qilish jarayoniga kirishadi.

Muhokama. Taklif etilgan modelning ilmiy ahamiyati alohida yondashuvlarni bitta didaktik tizimga birlashtirishida namoyon bo‘ladi. Faol o‘qitishning samaradorligi haqidagi natijalar [4; 5], modellashtirish metodining imkoniyatlari [6] hamda real va virtual laboratoriyalarning o‘zaro to‘ldiruvchanligi [7] ushbu integratsiyaning ilmiy asosini kuchaytiradi. Biroq raqamli vositaning o‘zi paradigmatik yangilanishni ta’minlamaydi: agar o‘quvchi savol qo‘ymasa, ma’lumotni tahlil qilmasa va xulosani dalillamasa, simulyatsiya faqat ko‘rgazmali namoyish darajasida qoladi. Shuning uchun har bir vosita kutiladigan faoliyat va baholash mezoni bilan bog‘lanishi zarur.

Paradigmani amaliyotga joriy etishning muhim sharti – dars maqsadi, topshiriq va baholashning muvofiqligidir. Masalan, maqsad “ma’lumotlarni ilmiy talqin qilish” tarzida qo‘yilgan bo‘lsa, topshiriqda jadval yoki grafik asosida xulosa chiqarish talab etilishi, baholash mezonida esa dalildan foydalanish sifati aks etishi lozim. Aks holda deklarativ maqsad bilan real o‘quv faoliyati o‘rtasida

uzilish yuzaga keladi. Shuningdek, o‘quvchilarning yosh xususiyati, maktabning laboratoriya va raqamli infratuzilmasi hamda o‘qituvchining metodik tayyorgarligi hisobga olinishi kerak.

Xulosa. Zamonaviy fizika ta’limi paradigmasi an’anaviy ta’limning nazariy aniqligi va tizimliligini saqlagan holda, bilimning funksiyasini hodisani tushuntirish, dalil bilan tekshirish va real vaziyatda qo‘llashgacha kengaytiradi. Uning metodologik yadrosi kompetensiyaviy, kontekstli, tadqiqotchilik, modelli va raqamli yondashuvlarning funksional integratsiyasidan iborat. Paradigmaning besh komponentli tuzilmasi va “kontekst – savol – dalil – xulosa – transfer – refleksiya” sikli fizika darsini tabiiy-ilmiy savodxonlikni rivojlantirishga yo‘naltirilgan yaxlit faoliyat sifatida loyihalash imkonini beradi.

Amaliyotda kontekstli va ochiq topshiriqlar ulushini oshirish, real tajribani virtual laboratoriya bilan maqsadga muvofiq uyg‘unlashtirish, o‘quvchining xulosa chiqarish jarayonini rubrika asosida baholash va har bir darsda qisqa refleksiya tashkil etish tavsiya etiladi. Keyingi bosqichda taklif etilgan mexanizmning samaradorligini tajriba va nazorat guruhlarida tabiiy-ilmiy savodxonlikning uch ko‘rsatkichi – ilmiy tushuntirish, tadqiqotni loyihalash va ma’lumotni talqin qilish – bo‘yicha pedagogik tajriba-sinov orqali tekshirish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 29-apreldagi PF-5712-son “O‘zbekiston Respublikasi Xalq ta’limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi Farmoni. https://lex.uz/docs/-4312785

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 19-martdagi PQ-5032-son “Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori. https://lex.uz/docs/-5338558

3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi PF-158-son “O‘zbekiston – 2030” strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni. https://lex.uz/docs/-6600413

4. Hake R.R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses // American Journal of Physics. 1998. Vol. 66, No. 1. P. 64–74. DOI: 10.1119/1.18809.

5. Freeman S., Eddy S.L., McDonough M. et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2014. Vol. 111, No. 23. P. 8410–8415. DOI: 10.1073/pnas.1319030111.

6. Wells M., Hestenes D., Swackhamer G. A Modeling Method for High School Physics Instruction // American Journal of Physics. 1995. Vol. 63, No. 7. P. 606–619. DOI: 10.1119/1.17849.

7. de Jong T., Linn M.C., Zacharia Z.C. Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education // Science. 2013. Vol. 340, No. 6130. P. 305–308. DOI: 10.1126/science.1230579.

8. OECD. PISA 2025 Science Framework. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

THE INTERRELATIONSHIP BETWEEN CREATIVE AND CRITICAL THINKING IN PHYSICS EDUCATION

Abdusaminova Gulhayo Karimovna[1], Ismatullayeva Muxlisaxon Akmaljanovna[2]

[1] Lecturer, Department of Physics and Mathematics, Andijan Branch of Kokand University

[2] Master’s Student, Department of General Physics, Andijan State University

Abstract. This thesis addresses the issue of developing students' creative and critical thinking abilities in an interrelated manner during the physics education process. The richness of physics with its problem situations, experiments, problems and practical tasks allows students not only to propose new ideas but also to analyse and justify them on the basis of physical laws. Through creative thinking, the student proposes various solutions to a physical phenomenon, while through critical thinking, they verify their scientific validity. The study examines the methodological possibilities of using the sequence “generate an idea – analyse – test experimentally – justify – improve” in physics lessons.

Keywords: physics education, creative thinking, critical thinking, physics problem, problem-based learning, physics experiment, hypothesis, physical law, research activity.

Introduction

One of the main objectives of modern physics education is not merely to have pupils memorise physical laws and formulae, but to develop their skills in applying them in various situations, independently analysing physical phenomena, and approaching problems in new ways. With its experimental and problem-oriented nature, the subject of physics provides a wide range of opportunities to develop pupils' higher-order thinking skills [1].

In the process of studying physics, a student often identifies the cause of a phenomenon, formulates a hypothesis, creates a mathematical model, solves the problem using various methods, and compares the experimental results with theoretical conclusions. In these processes, creative and critical thinking complement each other.

Main Part

In physics education, creative thinking is demonstrated when a student uses existing knowledge to develop new or multiple possible solutions to a physics problem. For example, when pupils are presented with the problem, ‘What methods can be used to reduce a body's frictional force?’, they might suggest various solutions such as polishing surfaces, lubricating them, or using wheels or bearings.

In this way, the student does not simply repeat a ready-made answer from the textbook, but instead seeks various methods to explain and influence the physical phenomenon. This process is linked to the diversity and flexibility of ideas in creative thinking [2].

However, not every proposed idea will be physically correct. For this reason, critical thinking is required in the next stage. The student then tests their proposed solution against Newton's laws, the laws of friction, or other relevant physical concepts. It is also analysed whether it can be implemented under the experimental conditions and produce the expected result.

In a physics lesson, the integration of creative and critical thinking can also be effectively organised through practical activities. For example, in the problem-based task ‘Which material retains heat better?’, students initially put forward their own hypotheses about different materials. They then conduct an experiment, measuring the change in temperature over time. Based on the results obtained, they revise their initial hypotheses. This process is carried out in the following sequence:

problem situation → hypothesis → new ideas → physical model → experiment → analysis of results → conclusion → refinement of the idea [3].

In this sequence, creative thinking is primarily evident in the stage of generating various hypotheses and solutions to solve the problem, while critical thinking is evident in the stage of testing them against physical laws and experimental results.

This approach can also be used when solving physics problems. For example, when a student is given a complex problem about the motion of a body, they may not be required to apply only one formula. The student proposes options for solving the problem using a graphical, analytical, or physical model. This is the creative stage. They then check the mathematical and physical correctness of each method, analyse the units, and evaluate the physical meaning of the answer obtained. This develops critical thinking [4].

For example, the question, “Why is it difficult to walk on ice?”, despite its simplicity, encourages the learner to propose various hypotheses. Pupils will make observations about the slipperiness of ice, the coefficient of friction, pressure and the surface condition. They will then analyse the process using the expression for the force of friction,

$$F_{friction} = \mu N,$$

and justify their hypotheses using physical principles.

Similarly, through questions such as ‘Why does a metal spoon heat up quickly in hot tea, whereas a wooden spoon heats up relatively slowly?’ students can apply their knowledge of thermal conductivity in a creative and critical manner. Initially, students make various hypotheses, then link them to the thermal conductivity of materials and test them through experimentation.

In physics education, “What if...?” type questions also allow for the simultaneous development of creative and critical thinking. For example:

— What would happen if the Earth's gravitational force were to double?
— What everyday processes would occur if there were no friction?
— If the resistance in an electrical circuit is doubled, how does the current change?
— If the focal length of a lens is changed, how does the image change?

In such questions, the student first formulates their own hypothesis and then tests it using physical formulas and laws. As a result, creative and critical thinking are engaged simultaneously.

In physics lessons, using project and research assignments further strengthens these thinking processes. For example, in the project ‘Creating a small device that uses solar energy,’ students first develop several design variants for the device. They then assess their efficiency using physical quantities such as solar irradiance, electric voltage, current and power. Based on the experimental results, they refine the device [5].

Thus, in physics, creative thinking is not limited to just “finding a new idea”, and critical thinking is not limited to just “finding an error”. They can be seen as interrelated components of a single thought process. While creative thinking broadens the space of possible solutions to a problem, critical thinking helps to determine the scientific soundness of these solutions.

Conclusion

The interconnection of creative and critical thinking in physics education presents a significant methodological opportunity for developing pupils' scientific inquiry skills. In the process of solving a physics problem, the student first proposes various ideas and hypotheses, and subsequently analyses them based on physical laws, mathematical relationships, and experimental results.

On this basis, the following model for developing creative and critical thinking in physics lessons is proposed:

Problem → Idea → Hypothesis → Physical Model → Analysis → Experiment → Proof → Conclusion → Improvement.

This approach enables pupils to apply their knowledge of physics independently in problem-solving situations, rather than simply memorising it. In particular, the use of problem-based tasks, laboratory experiments, project work, and research assignments promotes the integrated development of creative and critical thinking.

Therefore, when developing a methodology for fostering creative thinking in physics education, relying on the cycle of “idea generation – analysis –

experimental verification – justification – improvement” enables pupils not only to be creative, but also their scientific and logical thinking abilities.

References:

1.Burkholder, E. W., Miles, J. K., Layden, T. J., Wang, K. D., Fritz, A. V., & Wieman, C. E. (2020). Template for teaching and assessment of problem solving in introductory physics. *Physical Review Physics Education Research, 16*(1), 010123. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.01012

2.Rahayu, S., Setyosari, P., Hidayat, A., & Kuswandi, D. (2022). *The Effectiveness of Creative Problem Solving-Flipped Classroom for Enhancing Students' Creative Thinking Skills of Online Physics Educational Learning*. **Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 11**(4). https://doi.org/10.15294/jpii.v11i4.39709

3.Flegr, S., Kuhn, J., & Scheiter, K. (2023). When the whole is greater than the sum of its parts: Combining real and virtual experiments in science education. *Computers & Education, 197*, 104745. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104745

4.Sutriani, S., & Mansyur, J. (2021). The analysis of students’ ability in solving physics problems using multiple representations. *Journal of Physics: Conference Series, 1760*(1), 012035. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1760/1/012035

5.Putri, R. K., Bukit, N., & Simanjuntak, M. P. (2021). The Effect of Project Based Learning Model’s on Critical Thinking Skills, Creative Thinking Skills, Collaboration Skills, & Communication Skills (4C) Physics in Senior High School. *Proceedings of the 6th Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership (AISTEEL 2021)*, 323–330. https://doi.org/10.2991/assehr.k.211110.103

OPPORTUNITIES FOR DEVELOPING CREATIVE THINKING IN THE TEACHING OF PHYSICS

Abdusaminova Gulhayo Karimovna[1], Ismatullayeva Muxlisaxon Akmaljanovna[2]

[1] Lecturer, Department of Physics and Mathematics, Andijan Branch of Kokand University

[2] Master’s Student, Department of General Physics, Andijan State University

Abstract. This thesis analyses the opportunities for developing students' creative thinking in the teaching process of physics. The empirical, problem-based and modelling-oriented nature of physics creates a favorable pedagogical environment for pupils to propose new ideas, explore various solutions, formulate hypotheses and test them through experimentation. Problem-based situations, experimental tasks, physical modelling, solving problems using various methods,

interdisciplinary tasks, and project activities are considered important tools for developing creative thinking.

Keywords: physics education, creative thinking, problem situations, physics experiment, modelling, physics problem, project, STEM, interdisciplinary approach.

Introduction

The content of physics education today is focused not only on imparting ready-made knowledge to pupils, but also on developing their ability to think independently, approach problem situations from different perspectives, and devise new solutions. The fact that physics is based on the study of natural phenomena, experimentation and observation, mathematical modelling, and the identification of cause-and-effect relationships provides a broad opportunity for the development of creative thinking.

Creative thinking in the study of physics is manifested not only by providing unconventional answers, but also by interpreting a physics problem in different ways, proposing multiple hypotheses, seeking alternative methods of problem-solving, and refining an existing solution [1].

Main Part

1. The use of problem situations. One of the important opportunities for developing creative thinking in physics lessons is the organization of problem situations. In a traditional approach, the student may be presented with the physical phenomenon, the formula, and the solution algorithm ready-made. In problem-based learning, however, the student is presented with a question or situation for which the answer is not immediately known [2].

For example, students are presented with:

‘Why do heavy and light objects fall with the same acceleration in a vacuum?’

When asked a question such as this, students might initially put forward various hypotheses. These hypotheses are then analyzed based on the acceleration of free fall, air resistance, and Newton's laws.

Similarly, questions such as, ‘If friction were completely eliminated, what changes would occur in everyday life?’ also encourage the student to think beyond their existing knowledge. In such tasks, the student not only finds the answer but also imagines the state of a physical phenomenon under different conditions.

2. Experimental tasks. The fact that physics is an experimental science provides a great opportunity to develop creative thinking. Instead of carrying out laboratory sessions solely according to a prepared instruction manual, students can be allowed to plan the experiment and independently select certain parameters [3].

For example, in the task ‘Which factors affect the period of oscillation of a pendulum?’ the student independently selects parameters such as the pendulum's length, the mass of the weight and the initial angle of deviation. The results of the

experiment are presented in tabular and graphical form, and the student draws their own conclusions.

In such an activity, creative thinking is demonstrated by the student's choice of experimental conditions and their proposal of different methods. The analysis of the experimental results, in turn, is linked to critical thinking.

3. Physical modelling. Physical modelling is one of the important tools for developing creative thinking. In the process of creating a model, the student identifies the main features of a real phenomenon, determines the relationships between them, and creates a simplified representation of the phenomenon.

For example, when studying the Earth's motion around the Sun, a student can represent the real system using a particle model. When studying an electrical circuit, they depict the connections between its components using a schematic model [4].

Instead of giving the student a single, ready-made model during the modelling process, questions such as, ‘How can this phenomenon be represented by a model?’, ‘Which quantities are considered the main ones in the model?’, ‘Which factors can be disregarded?’ such questions stimulate creative thinking.

4. Solving physics problems using different methods. Solving physics problems in several ways also helps to develop students' creative thinking. For example, a mechanics problem can be solved using Newton's laws, the law of conservation of energy, or the graphical method.

In this case, the student is not limited to just the question, ‘What is the answer?’, but also asks:

‘What other methods can be used to solve the problem?’

‘Which method is simpler and more effective?’

‘Can the result obtained be verified by another method?’

The student is not limited to the question, ‘What is the answer?’, but also considers questions such as:

‘How else can the problem be solved?’

For example, when studying the motion of a body along a inclined plane, a student can find a solution either by projecting the forces or by using the law of conservation of mechanical energy. The existence of several solution strategies for a single problem develops a student's flexibility of thought [5].

5. Use of interdisciplinary tasks. Linking physics knowledge with mathematics, computer science, technology and engineering is one of the key opportunities for developing creative thinking in physics education.

For example, in the task ‘Create a device that uses solar energy’, the student:

- explores solar energy and electrical phenomena through physics;
- performs calculations using mathematics;
- processes data using information technology;
- constructs the device through technology;
- improves the device through an engineering approach.

Such tasks encourage the student to integrate knowledge acquired from various subjects in a new context. As a result, the skill of seeking new ways to apply knowledge and approaching a problem holistically is developed [6].

6. Project and STEAM approach. In physics lessons, project-based learning also provides an effective opportunity to develop creative thinking. During the project process, the student identifies the problem, develops an idea, makes a plan, conducts an experiment, creates a product or model, and presents their results.

This process can be represented in the following sequence:

problem → idea → planning → research → experiment → product → presentation → reflection.

For example, in the project ‘Reducing Energy Consumption at Home’, students can calculate electricity consumption, determine the power of various electrical appliances, explore opportunities for energy saving, and develop their own proposals [7].

In this respect, the STEM and STEAM approaches allow the theoretical content of physics to be linked with practical activity and enable pupils to turn their creative ideas into a real product or model.

Conclusion

The experimental, mathematical, and modelling-based nature of physics provides extensive pedagogical opportunities to develop creative thinking in students.

Problem situations encourage the learner to formulate questions and hypotheses, experimental tasks to plan independent experiments, modelling to represent a real phenomenon in a new form, and multi-method problems to seek alternative solutions.

On this basis, the main directions for developing creative thinking in physics lessons can be summarized as follows:

Problem situation → question → hypothesis → idea → model → experiment → analysis → conclusion → new solution.

Therefore, the development of creative thinking in physics education is not achieved as a separate method or a one-off task, but rather through the systematic organization of activities such as observation, questioning, hypothesizing, and modelling, conducting experiments, analyzing, and refining solutions, should be regarded as an integrated pedagogical process, rather than as a separate method or a one-off task.

References:

1. Rahayu, S., Setyosari, P., Hidayat, A., & Kuswandi, D. (2022). *The Effectiveness of Creative Problem Solving-Flipped Classroom for Enhancing Students' Creative Thinking Skills of Online Physics Educational Learning*. **Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 11**(4), 615–626. https://doi.org/10.15294/jpii.v11i4.39709

2. Zamonova, Sh. (2024). *Problematic Situations in Teaching Physics and The Methodology for Creating Them*. International Journal of Pedagogics, 5(7). https://doi.org/10.37547/ijp/Volume05Issue07-14

3. Thacker, B. (2023). Inquiry-based experimental physics: Twenty years of an evidence-based, laboratory-based physics course for algebra-based physics students. *Physical Review Physics Education Research, 19*(2), 020116. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020116

4. Mahardika, A. I., Arifuddin, M., & Munawaroh, D. (2024). Unlocking Creativity: Exploring the Effects of Physics Modelling on Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan Progresif, 14*(2), 767–781. https://doi.org/10.23960/jpp.v14.i2.202456

5. Orulebaja, Y. T., Owolabi, O. L., & Akintoye, H. (2021). Effects of Multiple Representations and Problem-Solving Learning Strategies on Physics Students’ Problem-Solving Abilities. *International Journal for Innovation Education and Research, 9*(4), 350–365. https://doi.org/10.31686/ijier.vol9.iss4.3045

6. McLure, F.I., Tang, KS. & Williams, P.J. What do integrated STEM projects look like in middle school and high school classrooms? A systematic literature review of empirical studies of iSTEM projects. *IJ STEM Ed* 9, 73 (2022). https://doi.org/10.1186/s40594-022-00390-8

7. Putri, R. K., Bukit, N., & Simanjuntak, M. P. (2021). *The Effect of Project Based Learning Model’s on Critical Thinking Skills, Creative Thinking Skills, Collaboration Skills, & Communication Skills (4C) Physics in Senior High School.* Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 591, 323–330. https://doi.org/10.2991/assehr.k.211110.103

НОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЛАТФОРМЫ В УЗБЕКИСТАНЕ НА ПРИМЕРЕ STEM В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ

Артикова Хуснора Алишер кизи
студентка магистра I курс
Научный руководитель Суяров Кушарбай Ташбаевич, и.о. доцента
Чирчикский Государственный Педагогический Университет,
Кафедра «Методики преподавания физики и астрономии»
artikovaxusnora190@gmail.com

Аннотация:В работе проделан анализ результатов внедрения STEM образовательных технологий в преподавании физики в Узбекистане и обсуждены результаты такого нововведения. Анализ проведён на основе данных в виде отчетов. Подведены итоги, свидетельствующие о том, что система образования в нашей стране идет в ногу со временем и имеются значительные успехи в области инновационных образовательных технологий.

Ключевые слова: STEM образовательные технологии, обучении в вузах, классический курс физики.

ВВЕДЕНИЕ: Еще раз напомним, что такое STEM-образование – это интеграция в единое таких наук как Science, Technology, Engineering and Mathematics – (Наука, Технологии, Инженерия, Математика), это практико-ориентированный подход к построению содержания образования и организации учебного процесса. Основные принципы STEM-подхода: 1. Организация образовательного процесса в проектной форме для объединения учащихся в группы для коллегиального решения учебных задач; 2. Решение учебных задач носит практический характер, результат всегда востребован и может быть использован в семье, классе, школе или институте. 3. Обучение носит межпредметный характер : задания подбираются таким образом, чтобы они решались на основе использование знаний нескольких учебных предметов; 4.Задействованы предметы (физика, химия, биология) необходимые для подготовки инженеров (технологов) или специалистов по прикладным научным исследованиям [1].

МЕТОДЫ: Основная цель STEM-образовательной технологии – устранить характерную для классической формы образования оторванность от реальных практических задач. Историей возникновения STEM – образовательной методики принято считать 2001 год. Создатели ученые Национального научного фонда США, с целью обновления системы подготовки современных инженеров и исследователей в ВУЗах. В результате принципы STEM стали активно применять для формирования образовательных программ многих американских и мировых университетов. В настоящее время в системе высшего образования США насчитываются огромное количество инженерных и научных специальностей, программы подготовки по которым построены с ориентацией на STEM технологии. Если говорить о выпускниках ВУЗов- то дипломная работа объединяется со стажировкой в какой-то производственной или технологической компании и привлечением к реальной работе под руководством профессионалов.

В настоящее время STEM-образование уже является неотъемлимым компонентом государственных образовательных направлений многих развитых стран мира. Таких как Австралия, Новая Зеландия, Южная Корея и ряд других государств. Активно внедряется STEM-обучение в Китае. В китайских школах преподается курс «Труд и технологии», а так же обязательными являются предметы «Технология и дизайн» и «Информационные технологии», «Технологии электронного управления», [2].

В Великобритании также ставится задача обеспечения широкий доступа учащихся к STEM-образованию и информированию его о преимуществах такой методики с целью преодоления сложившегося стереотипа о низкой ценности профессионального обучения в сравнении склассическим. При правительственной поддержке благотворительная структура STEMNET реализует ряд школьных программ: «Послы STEM» –

объединение свыше 27 тысяч волонтеров, содействующих популяризации технических дисциплин, STEM-клубы – организация школьных математических секций и кружков, школьная консультативная сеть STEM [1].

Российские STEM-центры работают при поддержке технологичных компаний на базе вузов, технопарков и других образовательных учреждений. В них ребята получают новые знания и умения, вовлекаются в проведение исследований, что позволяет им овладеть на практике навыками научной работы, которые пригодятся при дальнейшем обучении в вузах [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ: В настоящее время Узбекистан тоже не стоит позади от прогрессивного начинания. Руководство страны всячески поддерживает это прогрессивное образовательное направление [3.4]. Учеными в области педагогики Узбекистана изучен передовой опыт и представлено множество публикаций по изучению передового опыта [5-22]. В стране открыто множество детских подготовительных учебных центров с использованием STEM-обучения, лицеи и академические школы. Учебный процесс с использованием STEM-обучения осуществляется и в Президентских школах Узбекистана, функционирующих в качестве интернатов. Процесс обучения в Президентских школах осуществляется по программе «STEAM – образование». С начала февраля конца апреля 2021 года директора пилотных школ Узбекистана проходили обучение онлайн по методике STEM-обучения . В процессе освоения новых методик в Намангане, Бухаре, Самарканде, Коканде, Навои, Фергане и Ташкенте состоялись международные форумы [21]. В многих престижных учебных заведениях, таких как Национальный университет Узбекистана, Чирчикский государственный педагогический университет, Ташкентский филиал Туринского политехнического университета STEM-обучение введено в учебные программы. Одним из примеров такого внедрения является ABIS STEM Academy. Учебное заведение уже готово принять будущих ученых и изобретателей. На его открытии свои первые научные достижения в технической сфере продемонстрировали сами студенты, запустив собственноручно собранный нано-спутник CubeSat в стратосферу. Совместно с узбекской космической компанией NazarX студенты ABIS работали над этим космическим аппаратом в течении нескольких недель [22].

ОБСУЖДЕНИЕ: Необходимо отметить, что STEM-подход можно применять везде, поскольку для этого не всегда нужны дорогостоящие лаборатории и оборудования. Базовые инженерные навыки уже формируются. Таким образом, использование STEM технологий на уроках физики доказывает их состоятельность в улучшении качества образования, а также в деле привлечения учащихся к миру науки. Тем самым мы способствуем рождению новых талантливых и креативных учеников, способных думать и творить. О STEM образовании нужно знать одну

главную вещь – это не просто мода в образовании. Сейчас это самый реальный и эффективный подход для решения глобальных мировых проблем: в экологии, энергетике, медицине, инженерии, строительстве и т.д. Школа должна как можно скорее внедрить этот подход, поскольку будущее сложно представить без высококвалифицированных специалистов, умеющих креативно мыслить и принимать правильные решения.

СПИСОК РЕФЕРИРОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Critical Review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Page 18 of 22 PRINTED FROM the OXFORD RESEARCH ENCYCLOPEDIA, EDUCATION (oxfordre.com/education). (c) Oxford University Press USA, 2019. All Rights Reserved. Personal use only; commercial use is strictly prohibited (for details see Privacy Policy and Legal Notice). Subscriber: OUP-Reference Gratis Access; date: 22 May 2019.

[2] Talipov N., & Talipov N. (2021). CREATIVE TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT OF STUDENTS'CREATIVE ACTIVITY THROUGH ART EDUCATION

[3] . Bulatov C.S., & Jabbarov R.R. (2010). Philosophical and psychological analysis of works of fine arts (monograph). Science and Technology Publishing House.

[4]. Jabbarov R. (2019). Formation of Fine Art Skills by Teaching Students the Basics of Composition in Miniature Lessons. International Journal of Progressive Sciences and Technologies, 17(1), 285–288.

[5]. Расулов М. (2021). Научить студентов во внешкольных учереждениях составлять композиции на уроках резьбы по дереву.

[6]. Абдирасилов С. (2021). Изобразительное искусство узбекистана в патриотическом и эстетическом воспитании школьников.

[7]. Valiev A. (2021). About the features of the perspective of simple geometric shapes and problems in its training..

[8]. Nazirbekova S. (2021). The importance of field practice in fine arts.

[9]. Jabbarov R., & Rasulov M. (2021). FURTHER FORMATION OF STUDENTS'CREATIVE ABILITIES BY DRAWING LANDSCAPES IN PAINTING..

[10]. Jabbarov R. (2021, March). Priorities for the development of painting. In Конференции.

[11]. Валиев А.Н. (2021). Об Особенностях Перспективы Простых Геометрических Фигур И Проблемах В Ее Обучении. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES, 2(4), 54-61.

[12]. Akhmedov M.U., & Kholmatova F. (2021). FORMATION OF CREATIVE PROCESSES IN STUDENTS THROUGH TEACHING COMPOSITION IN FINE ARTS..

[13]. Avazbayev A., Jo‘rayev Y., & Tursunxo‘jayeva Z. (2021). Условия организации процесса технологического образования на основе кредитно-

модульной системы. Общество и инновации, 2(4/S), 171–176. https://doi.org/10.47689/2181-1415-vol2-iss4/S-pp171-176

[14]. Jabbarov R. (2021, April). DEVELOPING STUDENTS'CREATIVE ABILITIES THROUGH TEACHING" LANDSCAPE COLOR PICTURE" IN HIGHER EDUCATION SYSTEM. In Конференции.

[15]. Suyarov K.T., Abdulkhalikova N. R.(2022, July). Improving the Quality of Knowledge is the Most Urgent Issue of Pedagogy. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET) , 11(7), 3224-3227. http://www.ijirset.com/| DOI:10.15680/IJIRSET.2022.1107117 |

[16].(http://www.marifat.uz/uchitel-uz/rubriki/obshee-srednee-obrazovanie/asdsfdfdfrdr.htm)

[17]. (https://www.gazeta.uz/ru/2022/06/14/abis-stem-academy).

РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА УЧАЩИХСЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛАХ НА ОСНОВЕ STEAM-ПОДХОДА

Артикова Хуснора Алишер кизи, студентка магистратуры I курса
Чирчикский государственный педагогический университет
Кафедра методики преподавания физики и астрономии

Аннотация.

В тезисе рассматриваются возможности развития технического творчества учащихся общеобразовательных школ на основе STEAM-подхода. Показано, что интеграция естественно-научных дисциплин, технологий, инженерии, искусства и математики создает условия для перехода от преимущественно теоретического обучения к практико-ориентированной деятельности. Особое внимание уделено проектной работе, межпредметным заданиям, моделированию и созданию практического продукта. На основе рассмотренного опыта применения STEM/STEAM-технологий в образовательной системе Узбекистана обосновывается их значение для формирования инженерных навыков, креативного мышления, самостоятельности и способности учащихся решать практические задачи.

Ключевые слова: STEAM-подход, STEM-образование, техническое творчество, учащиеся, общеобразовательная школа, проектная деятельность, инженерные навыки, межпредметная интеграция, инновационные образовательные технологии.

Введение

Современная школа должна создавать условия не только для усвоения готовых знаний, но и для развития способности учащихся самостоятельно исследовать, проектировать, конструировать и создавать новые решения. В этом контексте особое значение приобретает STEAM-подход, объединяющий Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics –

естественные науки, технологии, инженерию, искусство и математику. В представленном исходном материале STEM определяется как практико-ориентированный подход, основанный на проектной, межпредметной и коллективной деятельности учащихся. Эти положения непосредственно связаны с развитием технического творчества, поскольку требуют применения знаний для решения реальных задач и получения конкретного результата.

Основная часть

Техническое творчество учащихся предполагает активную деятельность, в процессе которой школьники не только получают знания, но и используют их для разработки, моделирования и создания практических решений. В STEAM-среде такая деятельность организуется через проектные задания, в которых знания нескольких предметов объединяются вокруг одной практической проблемы. В исходном материале отмечены четыре принципа STEM-подхода: организация обучения в проектной форме, практический характер учебных задач, межпредметность и использование знаний естественно-научных дисциплин для подготовки к инженерной и прикладной деятельности.

Для общеобразовательной школы особенно важно, что реализация STEAM-подхода не обязательно требует дорогостоящего оборудования. Даже доступные материалы и простые модели могут стать основой для инженерно-технического проекта. При выполнении такого задания учащиеся проходят последовательные этапы: выявляют проблему, предлагают идеи, разрабатывают конструкцию или модель, проверяют ее, анализируют полученный результат и при необходимости совершенствуют его. Такой цикл способствует развитию самостоятельности, пространственного и логического мышления, навыков сотрудничества и способности находить нестандартные решения.

Важным условием развития технического творчества является связь учебного материала с реальными задачами. В исходной статье подчеркивается, что основная цель STEM-технологии состоит в преодолении оторванности классического образования от практических задач. В этом случае физика, математика, технология и другие предметы могут выступать не изолированными учебными дисциплинами, а взаимодополняющими средствами для создания конкретного продукта.

Особую роль играет интеграция инженерного и творческого компонентов. Добавление искусства к STEM превращает проектную деятельность в STEAM-подход и позволяет учитывать не только функциональность создаваемого объекта, но и его дизайн, эстетические характеристики, удобство использования и способы представления результата. Таким образом, техническое творчество становится комплексной деятельностью, в которой научные знания сочетаются с конструкторскими и творческими решениями.

Практический опыт Узбекистана показывает, что STEM/STEAM-направление уже применяется в различных образовательных организациях. В исходном материале отмечается использование STEAM-программы в Президентских школах, проведение обучения педагогов пилотных школ, а также развитие STEM-направления в ряде высших учебных заведений и специализированных образовательных центров. В качестве показательного примера приводится проект ABIS STEM Academy, где учащиеся продемонстрировали практический результат технической работы – самостоятельно собранный нано-спутник CubeSat. Для общеобразовательных школ целесообразно использовать доступные формы технического творчества: создание простых физических моделей, робототехнических конструкций, макетов, измерительных устройств, энергосберегающих решений и цифровых проектов. При этом задания следует подбирать с учетом возраста учащихся и имеющихся ресурсов. Учитель выступает организатором и консультантом, а учащиеся получают возможность самостоятельно распределять роли, выдвигать гипотезы, экспериментировать и представлять результаты.

Обсуждение

Применение STEAM-подхода позволяет сформировать образовательную среду, в которой техническое творчество становится частью систематической учебной деятельности. В исходном материале отмечается, что STEM можно применять в различных условиях, поскольку его реализация не всегда требует дорогостоящих лабораторий и оборудования. Подчеркивается также значение такого подхода для формирования базовых инженерных навыков, повышения интереса учащихся к науке и развития способности творчески мыслить.

Вместе с тем эффективность STEAM-подхода определяется не самим использованием современной технологии, а качеством организации учебного процесса. Проектные задания должны иметь понятную проблему, практическую значимость, возможность самостоятельного поиска решения и критерии оценки результата. Важна также рефлексия: после завершения проекта учащимся необходимо проанализировать, какие решения оказались успешными, какие трудности возникли и каким образом можно улучшить созданный продукт.

Заключение

Таким образом, STEAM-подход создает благоприятные условия для развития технического творчества учащихся общеобразовательных школ. Его потенциал связан с объединением научных знаний, технологий, инженерного проектирования, творческого компонента и математического мышления в единой практической деятельности. Организация проектной и исследовательской работы позволяет учащимся переходить от усвоения готовой информации к самостоятельному созданию моделей и решений. Опыт внедрения STEM/STEAM-образования в Узбекистане,

представленный в исходном материале, подтверждает актуальность данного направления и возможность его применения на разных уровнях образования.

Список литературы

1. Critical Review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). Oxford Research Encyclopedia, Education. Oxford University Press, 2019.

2. Talipov N., Talipov N. Creative technologies for the development of students' creative activity through art education. 2021.

3. Avazbayev A., Jo‘rayev Y., Tursunxo‘jayeva Z. Условия организации процесса технологического образования на основе кредитно-модульной системы // Общество и инновации. 2021. Т. 2, № 4/S. С. 171–176.

4. Suyarov K.T., Abdulkhalikova N.R. Improving the Quality of Knowledge is the Most Urgent Issue of Pedagogy // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. 2022. Vol. 11, No. 7. P. 3224–3227.

TIBBIYOT ELEKTRONIKASINI O‘QITISHDA FANLARARO INTEGRATSIYANING STEAM YONDASHUV BILAN METODIK UYG‘UNLIGI

Axmadjonov Mexriddin Faxridinovich
Farg‘ona davlat texnika universiteti
+998333382112
mexriddinaxmadjonov@gmail.com

Annotatsiya. Tezisda tibbiyot elektronikasini o‘qitishda fizika, biologiya, elektronika, axborot texnologiyalari va matematikani o‘zaro bog‘lashga asoslangan fanlararo integratsiyaning STEAM yondashuv bilan metodik uyg‘unligi tahlil qilinadi. Muallifning 2021 – 2024-yillardagi pedagogik tajriba-sinov ishlarida qo‘llangan integrativ metodika natijalari STEAM tamoyillari nuqtayi nazaridan qayta talqin qilinadi. Bunda tibbiyot elektronikasining mantiqiy zanjiri, real va virtual tajribalar, amaliy muammolarni yechish hamda raqamli vositalardan foydalanishning didaktik imkoniyatlari ko‘rsatiladi. Tajriba natijalari integrativ o‘qitish talabalarning motivatsion, kognitiv, amaliy va axborot-texnologik ko‘rsatkichlariga ijobiy ta’sir ko‘rsatganini tasdiqlaydi.

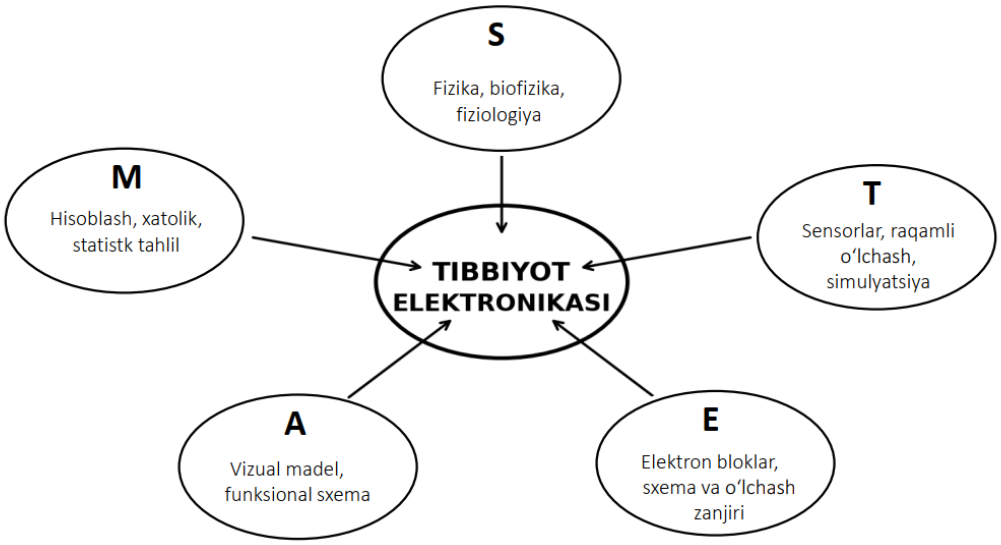
Kalit so‘zlar: tibbiyot elektronikasi, fanlararo integratsiya, STEAM, tibbiy elektron qurilmalar, virtual tajriba, raqamli texnologiya, pedagogik tajriba-sinov.

Tibbiyot elektronikasi tabiatan fanlararo mazmunga ega bo‘lib, unda fizik hodisalar, biologik jarayonlar, elektron o‘lchash tizimlari, raqamli signalni qayta ishlash va matematik hisoblashlar yagona funksional tizimda birlashadi. Shu sababli mazkur fanni faqat alohida formulalar yoki elektron sxemalarni ketma-ket bayon qilish asosida o‘qitish talabaning tibbiy qurilmaning ishlash prinsipini yaxlit anglashiga yetarli bo‘lmaydi. Masalan, elektrokardiografik signalni o‘rganishda yurak bioelektrik faolligi fiziologiya va biofizika bilan, elektrod–teri

interfeysi fizik-kimyoviy jarayonlar bilan, kuchaytirish va filtrlash elektronika bilan, raqamlashtirish va tahlil qilish esa axborot texnologiyalari hamda matematika bilan bog‘lanadi. Demak, tibbiyot elektronikasi fanining mazmuni fanlararo integratsiyani tabiiy ravishda talab qiladi.

Zamonaviy STEM/STEAM tadqiqotlarida ham real muammo yoki amaliy vazifa atrofida bir nechta fan mazmunini maqsadli bog‘lash muhim didaktik tamoyil sifatida qaraladi. Interdisciplinary STEM yondashuvlari fanlar o‘rtasidagi aloqalarni shunchaki yonma-yon keltirish emas, balki muammoni hal qilish jarayonida turli fanlarning bilim va usullarini o‘zaro ishlatishni nazarda tutadi [1–3]. STEAM yondashuvida “A” komponentining mazmuni turlicha talqin qilinishi qayd etilgan bo‘lsa-da, u ko‘pincha dizayn, vizual ifodalash, kreativ yechim va foydalanuvchiga yo‘naltirilgan taqdimot bilan bog‘lanadi [1]. Tibbiyot elektronikasi uchun bunday yondashuv funksional blok-sxemalarni vizuallashtirish, sensor tizimining ergonomik va axborot dizaynini tahlil qilish hamda murakkab jarayonlarni tushunarli model orqali ifodalashda namoyon bo‘lishi mumkin.

Muallif tomonidan ishlab chiqilgan integrativ metodikada markaziy didaktik vositalardan biri “fizik hodisa – biologik obyekt – sensor yoki elektrod – analog elektron blok – raqamli qayta ishlash – diagnostik axborot” mantiqiy zanjiridir. Ushbu zanjir o‘quv topshirig‘ini bir nechta fan kesishmasida tashkil etib, talabaning “nima o‘lchanmoqda?”, “qaysi fizik hodisa signalni shakllantiradi?”, “qaysi elektron blok uni o‘zgartiradi?” va “olingan signalning tibbiy mazmuni nimadan iborat?” kabi savollarga tizimli javob izlashini ta’minlaydi. Integrated STEM bo‘yicha zamonaviy didaktik modellar ham fanlar o‘rtasidagi aloqalarni aniq ko‘rsatish, ilmiy izlanish, muhandislik dizayni va hisoblash tafakkurini birlashtirish zarurligini ta’kidlaydi [3].



1-rasm. Tibbiyot elektronikasini o‘qitishda STEAM komponentlarining integrativ modeli.

1-rasmda taklif qilinayotgan metodik talqinda S (Science) komponenti fizika, biofizika va fiziologik asoslarni; T (Technology) sensorlar, raqamli

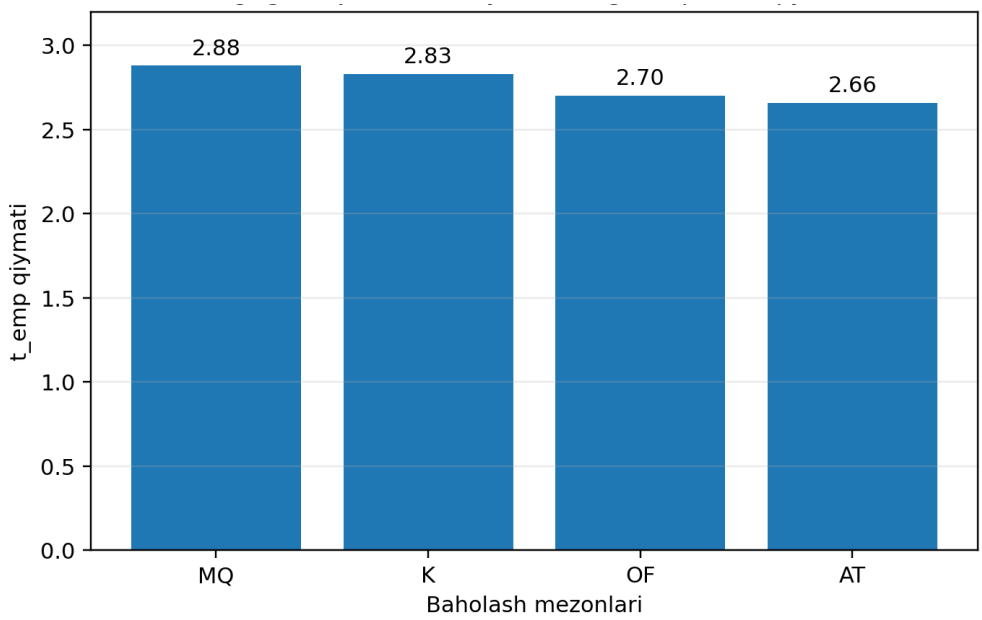
o‘lchash vositalari, virtual modellar va signalni qayta ishlashni; E (Engineering) elektron bloklar, o‘lchash zanjiri va qurilma yechimlarini; M (Mathematics) hisoblash, o‘lchash xatoligi va statistik tahlilni qamrab oladi. A (Arts/Design) komponenti esa mazkur tadqiqotda alohida san’at kursi sifatida emas, balki funksional sxemalarni vizual loyihalash, ma’lumotni tushunarli ifodalash va texnik yechimning foydalanuvchi uchun qulay taqdimotini tashkil etish vositasi sifatida qaraladi. Bunday chegaralash STEAM atamasini sun’iy ravishda kengaytirib yubormaslik va tibbiyot elektronikasining real o‘quv mazmuniga mos saqlash uchun muhimdir.

Tajriba-sinov metodikasi 2021–2024-yillarda oliy ta’lim muassasalarida amalga oshirilgan bo‘lib, unda jami 407 nafar talaba ishtirok etgan: 209 nafari tajriba, 198 nafari nazorat guruhlarida. Baholash motivatsion-qadriyatli, kognitiv, operatsion-faoliyatli va axborot-texnologik mezonlar bo‘yicha olib borilgan. Tajriba guruhlarida fanlararo mazmundagi topshiriqlar, “tibbiyot elektronikasining mantiqiy zanjiri”, real va virtual tajribalarni uyg‘unlashtirish, amaliy muammolarni yechish va raqamli vositalardan foydalanish metodik tizimning tarkibiy qismlari sifatida qo‘llangan. Muhim jihat shundaki, mazkur tajriba dasturi dastlab “STEAM dasturi” nomi bilan tashkil etilmagan. Shu bois ushbu tezisda tajriba natijalari STEAMning bevosita samarasi deb da’vo qilinmaydi; aksincha, amalda sinovdan o‘tgan fanlararo metodikaning tarkibiy qismlari STEAM tamoyillari bilan metodik jihatdan qiyoslanadi.

Tajriba va nazorat guruhlari natijalari o‘rtasidagi farq Styudent mezoni yordamida baholangan. Umumiy ko‘rinishda ikki mustaqil tanlanma o‘rtacha qiymatlarini taqqoslash uchun quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$t_{emp} = (\bar{x}_{TG} - \bar{x}_{NG}) / \sqrt{(S_{TG}^2/n_{TG} + S_{NG}^2/n_{NG})}$$

bu yerda $\bar{x}_{TG}$ va $\bar{x}_{NG}$ – tajriba hamda nazorat guruhlarining o‘rtacha qiymatlari; s^2 – d ispersiya; n – tanlanma hajmi. Tajriba-sinov boshida barcha mezonlar bo‘yicha empirik qiymatlar kritik qiymatdan kichik bo‘lib, guruhlarning boshlang‘ich holati statistik jihatdan yaqin deb qaralgan. Yakuniy bosqichda esa tajriba guruhlarida motivatsion-qadriyatli mezon bo‘yicha t_{emp} = 2,88, kognitiv mezonda 2,83, operatsion-faoliyatli mezonda 2,70 va axborot-texnologik mezonda 2,66 qayd etilgan. Ushbu qiymatlar tadqiqotda qabul qilingan kritik qiymatdan yuqori bo‘lib, integrativ metodika qo‘llanganidan keyingi farq statistik jihatdan ahamiyatli ekanini ko‘rsatgan.



MQ – motivatsion-qadriyatli; K – kognitiv; OF – operatsion-faoliyatli; AT – axborot-texnologik

2-rasm. Pedagogik tajriba-sinov yakunidagi t_{emp} qiymatlari.

Natijalarni STEAM nuqtayi nazaridan sharhlaganda ehtiyotkorlik zarur. Tajriba natijalari, avvalo, fanlar integratsiyasiga asoslangan tibbiyot elektronikasi metodikasining samaradorligini tavsiflaydi. Biroq ushbu metodikadagi fizik asoslarni biologik obyekt bilan bog‘lash, elektron qurilmaning funksional tuzilishini tahlil qilish, real va virtual tajribalarni uyg‘unlashtirish, hisoblash va statistik tahlildan foydalanish kabi elementlar integrated STEM/STEAMning muammoga yo‘naltirilgan va fanlararo faoliyat tamoyillari bilan mazmunan uyg‘un keladi. Zamonaviy tadqiqotlar ham integratsiya samarali bo‘lishi uchun fanlar o‘rtasidagi aloqalar aniq loyihalanishi va biror fan boshqalarga shunchaki xizmat qiluvchi vosita darajasiga tushib qolmasligi zarurligini ko‘rsatadi [2, 4].

Tibbiyot elektronikasida STEAM elementlarini rivojlantirish uchun amaliy mashg‘ulotlarni real klinik-texnik vaziyatlarga yaqinlashtirish maqsadga muvofiq. Masalan, puls oksimetri mavzusida talaba yorug‘likning to‘qimada yutilishini fizik nuqtayi nazardan izohlaydi, fotodiod va analog kuchaytirgichning vazifasini tahlil qiladi, virtual modelda signal parametrlarini o‘zgartiradi, hisoblash formulalari yordamida natijani qayta ishlaydi va yakunda qurilmaning funksional sxemasini tushunarli vizual modelda ifodalaydi. Bu ketma-ketlik S–T–E–A–M komponentlarini bitta muammoli topshiriq doirasida bog‘lash imkonini beradi. Mazkur yondashuv fanlararo aloqani deklarativ emas, faoliyatga asoslangan shaklga o‘tkazadi.

Xulosa qilib aytganda, tibbiyot elektronikasi fanining mazmuni fanlararo integratsiya uchun tabiiy didaktik maydon yaratadi. Muallifning pedagogik tajriba-sinov natijalari integrativ metodika qo‘llanganda motivatsion, kognitiv, operatsion-faoliyatli va axborot-texnologik ko‘rsatkichlarda statistik ahamiyatli o‘zgarishlar yuzaga kelganini ko‘rsatadi. STEAM yondashuv ushbu metodikani qayta nomlash vositasi emas, balki uning fanlararo aloqalarini yanada aniq

loyihalash, muhandislik va raqamli faoliyatni kuchaytirish, vizual-dizayn komponentini asosli kiritish hamda kompleks muammolarni yechishga yo‘naltirish uchun metodik ramka sifatida qo‘llanishi mumkin. Kelgusida aynan STEAM komponentlari alohida belgilangan tajriba dizayni asosida sinovdan o‘tkazilishi bu yondashuvning tibbiyot elektronikasi ta’limidagi mustaqil ta’sirini aniqroq baholash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review // Thinking Skills and Creativity. – 2019. – Vol. 31. – P. 31–43. DOI: 10.1016/j.tsc.2018.10.002.

2. Goos M., Carreira S., Namukasa I.K. Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions // ZDM – Mathematics Education. – 2023. – Vol. 55. – P. 1199–1217. DOI: 10.1007/s11858-023-01533-z.

3. Toma R.B., Yánez-Pérez I., Meneses-Villagrá J.A. Towards a Socio-Constructivist Didactic Model for Integrated STEM Education // Interchange. – 2024. – Vol. 55. – P. 75–91. DOI: 10.1007/s10780-024-09513-2.

4. Hiwatig B., Roehrig G., Rouleau M. Unpacking the nuances: an exploratory multilevel analysis on the operationalization of integrated STEM education and student attitudinal change // Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research. – 2024. – Vol. 6. – Art. 18. DOI: 10.1186/s43031-024-00108-6.

OLIY TA’LIM MUASSASALARIDA “MOLEKULYAR FIZIKA” FANINI O‘QITISHDA FANLAARO INTEGRASIYDAN FOYDALANISH METODIKASI

Axmedov Axat Axrorovich[1],Izbasarov Baxriddin Faxriddinovich[2], Kamolov Ixtiyor Ramozonovich[3].

[1]Navoiy davlat universiteti, Fizika-astronomiya kafedrasi professori, P.f.d(DSc).

[2]Navoiy davlat universiteti, Fizika-astronomiya kafedrasi professori,f-m.f.n.

[31]Navoiy davlat universiteti, Fizika-astronomiya kafedrasi professori, т.f.n

ANNOTATSIYA

Usbu ishda Oliy ta’lim muassasalari Fizika va astronomiya ta’lim yo‘nalishi talabalarining Umumiy fizika kursining molekulyar fizika bo‘limini o‘qitishda zamonaviy yondashuvlar asosida fanlararo integratsiyadan foydalangan holda o‘qitish samaradorligini oshirish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Metodika,molekulyar fizika,Brown harakati,Molekulyar-kinetik nazariya,qattiq jism,agregat holat,zamonaviy yondashuv,zichlik, bosim,temperatura,hajm,kinetik energiya.

Bugungi kunda ta’lim tizimida olib borilayotgan tub islohotla zamirida jahon andozalariga mos raqobatbsardosh bakalvrlar tayyorlashdek ustivor vazifalar belgilangan.Molekulyar fizika fani birinchi kurs ikkinchi semestrda 44 soat ma’riza va 46 amaliy mashg‘ulot bo‘lsa 60 soat laboratoriya ishlariga ajratilgan bo‘lib, barchasi uchun mustaqil ta’lim 150 soatni tashkil etadi.Shunisi muhimki ta’lim jarayoni sifatini ta’minlashda va nazariya hamda amaliyot izchilligini ta’minlashda fanlararo integrasiyadan foydalanish orqali samaradorlikni oshirish mumkin.Biz molekulani oddiy ko‘z bilan ko‘rib bo‘lmasligini molekulalararo kuchlarning mavjudligi suyuqlik va qattiq holatlar xususiyatlarini belgilaydi: masalan, suyuqlikning sirt tortishishi, qattiq jismlarning kristall tuzilishi. Molekulalararo o‘zaro ta'sir kuchlarni o‘rganish moddaning faza o‘zgarishlarini tushunishga imkon beradi va yangi materiallar yaratishda qo‘llaniladi.

Molekulyar fizika fanini asosida yotgan molekulyar -kinetik nazariya asoslari statistik g‘oya va tushunchalarga tayanib o‘raganiladi.Masalan:idel gaz bosimi $P = \frac{2}{3}E_k,\quad P = NKT$ temperatura,entropiya fizik kattaliklar statistik ma’noga ega.Bu kattaliklar yakka yoki bir gruh molekulaga nisbatan fizik ma’noga ega emas yoki qo‘llab bo‘lmaydi. Bu kattaliklar $n = \frac{N}{V}$ hajm birligidagi molekulalar 1 sm^3 da 2,7 10^{19} ta molekuladan iborat. Statistik usul bilan chiqarilgan formulalar to‘g‘riligini tajribalar ham tasdiqlaydi.Termodinamika fani makrosistemalar uchun tajribalarga asoslanib yaratilgan bo‘lib molekulyar fizikadagii fizik kattaliklar bosim,temperatura, hajm bog‘liq holda energiyani saqlanish qonuni ifodalanadi. $dQ = dU + dA\ ,\quad dU = \frac{m}{\mu}\frac{i}{2}RdT,\quad dA = pdV,\qquad dQ = C_m dT$

Molekulyar fizikada asosiy o‘rinni molekulalar kinetik harakati tashkil etadi. Molekulalar tasodifiy harakatda bo‘lib, harorati oshishi bu harakat tezligining ko‘payishiga olib keladi. Bu jarayonlarni tahlil qilish, masalan, Brown harakati orqali, molekulalarning moddaning makroskopik o‘zgarishlariga qanday ta'sir qilishini tushuntirishga yordam beradi. Molekulalarning kinetik energiyasi ularning harakat tezligi bilan proporsional bo‘lib, bu energiyaning o‘zgarishi harorat bilan chambarchas bog‘liqdir. Molekulyar kinetika qonunlari nafaqat gazlar balki suyuqliklar va qattiq jismlarda ham qo‘llaniladi.

Molekulyar fizikada moddalarning agregat holatlari, ya’ni qattiq, suyuq va gaz holatlari molekulalarning o‘zaro ta'siri va harakatlari orqali aniqlanadi. Qattiq jismlarda molekulalar tartibli joylashgan va qat’iy bog‘langan bo‘lsa, suyuqliklarda molekulalar biroz erkinroq, gazlarda esa esa ozod harakatlanadilar. Har bir agregat holatning fizikaviy xossalari, masalan, zichlik, o‘zgarishi molekulyar xususiyatlar bilan bog‘liq. Agregat holat o‘zgarishlari jarayonlarini tushunish molekulyar fizikada moddaning energiya almashinuvi va molekulalararo kuchlarni o‘rganishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Elektron mikroskopiya va spektroskopiya kabi zamonaviy texnikalar molekulyar fizikani chuqur o‘rganishda muhim vositalardir. Bu metodlar

molekulalarning tuzilishi, ularning vibratsion va rotatsion holatlari haqida aniq ma’lumot beradi. Spektroskopiya yordamida molekulalarning energiya holatlarining koʻpliklarini tahlil qilish imkoniyati mavjud boʻlib, bu molekulyar fizikani nazariy asoslarini ishlab chiqishda qoʻllaniladi. Bunday texnologiyalar oʻrganishga molekulyar fizikani yanada mukammal darajada tushunish imkonini beradi.

Molekulyar fizika fanining oʻqitilishi, ayniqsa, fizika ta’lim yoʻnalishidagi talabalar uchun kasbiy kompetentsiyani rivojlantirishda katta ahamiyatga ega. Ushbu fan yordamida talabalar nazariy bilimlarni amaliyotga tatbiq etish, ilmiy tahlil qilish va atom-molekulyar hududdagi fenomenlarni tushunish koʻnikmalarini shakllantiradilar. Bu esa ularning ilmiy izlanishlarga qiziqishini oshirib, kasbiy sohada muvaffaqiyat qozonishlariga xizmat qiladi. Molekulyar fizikani yaxshi oʻrganish nafaqat fizikaning boshqa tarmoqlariga, balki zamonaviy texnologiyalar rivojiga ham sezilarli ta'sir koʻrsatadi.

Xulosa qilib aytganda, molekulyar fizika moddaning mikroskopik tuzilishi va xatti-harakatlarini oʻrganadigan muhim fan boʻlib, u nafaqat fizika, balki boshqa ilmiy sohalar uchun ham asosiy nazariy bilimlarni taqdim etadi. Molekulyar fizikani mukammal oʻrganish talabalar kasbiy tayyorgarligini mustahkamlash uchun zarurdir. Fan oʻquv jarayonidagi samarali metodik yondashuvlar orqali talabalar molekulalar harakati jarayonlarini chuqur tushunib, turli ilmiy va amaliy masalalarni hal etish koʻnikmalarini egallashadi.

Foydalanilgan adabiyotlar roʻyxati.

1.Axmedov A.A.,Izbasarov B.F.,Kamolov I.R. Molekulyar fizika fanidan fizika ta’linm yoʻnalishi talabalarining eksperemental kompetentligini rivojlantirish.Fizika,matematika va informatika jurnali.5/25-son,148-156 ,betlar.

2.Б.Ф. Избасаров,И.Р.Камолов,А.А.Ахмедов,У.В.Шеркулов.Бўлажак физика ўқитувчиларининг электр ўлчаш асбобларида ишлаш оркали уларда касбий кўникма ва малакаларни ривожлантириш.

3.Джораев М, Ахмедов А.Модернизация компетентности будуўих учителей физики.М//Физика в школе №7-2015гюстр 20-23.

UMUMIY FIZIKA KURSINING “MOLEKULYAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA” FANIDAN TALABALARNING KASBIY KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISHDA SUNIIY INTELEKT IMKONIYATLARIDAN FOYDALANISH METODIKASI.

AxmedovAxat Axrorovich [1],Qutbeddinov Axmad Kejaevich[2].

[1]Navoiy davlat universiteti, Fizika-astronomiya kafedrasi professori, P.f.d(DSc).

[2]Navoiy davlat universiteti, Fizika-astronomiya kafedrasi professori,f-m.f.n.

ANNOTASIYA

Ushbu ishda mualliflar tomonidan oliy ta’lim muassasalarida fizika va astronomiya ta’lim yo‘nalishi talabalarini o‘qitishda Molekulyar fizika va termodinamika fanini sunniy intelekt imkoniyatlaridan foydalanish metodikasi yoritib berilgan. Molekulyar fizika, o‘z tarkibida statistik mexanika, kvant mexanikasi va termodinamika qonunlarini ushlab, talabalarni muammo yechimiga yetaklaydi. Natijada, ular ilmiy izlanishlarda qazishiladigan va texnologik protseduralarni rivojlantirishdagi g‘oyalarni qanoatlantiradigan samarali kompetensiyalarni hosil qiladi.

Kalit so‘zlar: Metodika,molekulyar fizika,Brown harakati,Molekulyar-kinetik nazariya,qattiq jism,agregat holat,zamonaviy yondashuv,zichlik, bosim,temperatura,hajm,kinetik energiya

Zamonaviy ta’lim tizimida izchillik bilan amalga oshirilayotgan islohotlar zamirida jahon andozalari darajasida kadrlar tayyorlashdek ustivor masala dolzarb bo‘lib qolmoqda.Bo‘lajak fizika fani o‘qituvchilarini zamonaviy ta’lim resurslari bilan qurollantirish ilg‘or pedagogok g‘oyalar va SI (Suniiy intelekt) imkoniyatlaridan keng foydalanish orqali oqitish samararadorligini oshirish imkoniyatlari ko‘rib chiqilmoqda. Molekulayar fizikani o‘qitishda aynan sunniy intelekt imkoniyatlaridan foydalanish o‘ziga xos jozibadorlik bermoqda.Buning sabablaridan biri Molekula oddiy ko‘z bilan ko‘rib bo‘lmaydi,molekulalar orasida yuz beradigan fizik jarayonlar esa o‘z novbatida chuqur tahlil talab etadi.

Molekulyar fizika orqali talabalar o‘rganadigan nazariy bilimlar va amaliy ko‘nikmalar ularning kasbiy sohadagi raqobatbardoshligini oshiradi. Bu fanning o‘rganilishi yadro, atom va molekulalar dunyosining qiyin va murakkab printsiplarini tushunishga yordam beradi. Shu tufayli talaba moddaning molekulyar hajmi, kinetik energiyasi va termodinamik xususiyatlarini zamonaviy texnologik jarayonlarda qo‘llashi mumkin bo‘ladi. Molekulyar fizika fani kasbiy kompetentlikni shakllantirishda nazariy asos sifatida xizmat qilib, talabalarni texnika va ilm-fan sohalarida ixtisoslashgan muammolarni hal qiluvchi mutaxassislar sifatida tayyorlaydi. Bu esa ularga ilmiy ishlar va tadqiqotlarda mustaqil fikrlash, tajriba olib borish va natijalar asosida qaror qabul qilish imkonini beradi.

Kasbiy kompetentlik kontseptsiyasiga kiruvchi asosiy komponentlardan biri bo‘lib, molekulyar fizika fani talabalarda muammoni ilmiy asosda hal qilish qobiliyatini rivojlantiradi. Bunda talabalar mustaqil diagnostika qilish, eksperimentlardan olingan natijalarni tahlil etish va ularni amaliy holatga tatbiq etishni o‘rganadilar. Molekulyar fizika, o‘z tarkibida statistik mexanika, kvant mexanikasi va termodinamika qonunlarini ushlab, talabalarni muammo yechimiga yetaklaydi. Natijada, ular ilmiy izlanishlarda qazishiladigan va texnologik protseduralarni rivojlantirishdagi g‘oyalarni qanoatlantiradigan samarali kompetensiyalarni hosil qiladi. Shu bilan birga, ilmiy muloqot va kasbiy sohada samarali ishlash uchun zarur bo‘lgan kommunikatsion ko‘nikmalari shakllantiriladi.[1,2,3].

Molekulyar fizika fanidan olingan bilimlar amaliyotda keng qo‘llaniladi, bu esa kasbiy kompetentlikning ko‘lamini kengaytiradi. Misol uchun, kimyo sanoatida, farmatsevtika ishlab chiqarishda, nanotexnologiya va materialshunoslikda molekulyar darajadagi o‘zaro ta’sirlarni bilish juda muhimdir. Molekulyar fizika ta’limi orqali talabalar o‘rganadigan asosiy tushunchalar – molekulalar kinetik energiyasi, diffuziya, fazaviy o‘zgarishlar, moddaning holatlari ko‘p tarmoqli sanoat va ilmiy sohalarda ishlanmalarga yo‘l ochadi. Bunday o‘ziga xos bilimlar talabani yangi ilmiy-texnikaviy yutuqlarni o‘zlashtirishga va innovatsion faoliyatda qatnashishga tayyorlashda yordam beradi. Shuningdek,talaba ilgari surilgan gipotezalarni tajriba yo‘li bilan sinab ko‘rish va ularni isbotlash bo‘yicha kasbiy malakalarni shakllantiradi.

Ta’lim tizimida molekulyar fizika fanining o‘rni nafaqat nazariy bilimlarni yetkazish bilan chegaralanmaydi, balki talabalar kasbiy kompetentligini shakllantirish borasida ham uzviy bog‘lanadi. Molekulyar fizikani o‘rganish jarayonida talabalar ilmiy metodologiyaga asoslangan fikrlashni rivojlantiradilar, tajriba va laboratoriya ishlarini mustaqil olib borish ko‘nikmasi ortadi. Bu esa, ularning real muammolarni hal qilishda ilmiy yondashuv asosida qaror qabul qilishga tayyorlashga xizmat qiladi. Graduatelik malakasi sifatida, molekulyar fizika sohasida puxta bilimga ega bo‘lgan mutaxassislar zamonaviy texnologiyalarni boshqarish va sohadagi yangiliklarni tezroq o‘zlashtirish imkoniyati bilan farqlanadi.

Talabalarning kasbiy kompetentligini chuqur rivojlantirishda molekulyar fizika fani o‘qitish metodikalari alohida ahamiyatga ega. Dars jarayonida didaktik yondashuvlar, ilmiy izlanish va laboratoriya tadqiqotlaridan keng foydalanish talabalar bilimlarini mustahkamlashga yordam beradi. Metodikada eksperimentga asoslangan o‘quv materiallari bilan ishlash va qo‘llaniladigan texnik vositalar yosh mutaxassislarning analitik fikrlash va muammoni raqamli usullar orqali yechish darajasini oshiradi. Shuningdek, kasbiy sohada yuzaga keladigan holatlar bilan bog‘liq kichik izlanish ishlari bilan shug‘ullanish orqali talabalar nazariy bilimlarni amaliyotga ko‘chirish bo‘yicha imkoniyatlarga ega bo‘ladi.[2,3]

Molekulyar fizika kasbiy kompetentlikdagi ilmiy-texnik sohada fundamental poydevor hisoblanadi. Talabalar uchun bu fan moddaning ichki tizimini, atom va molekulalarning o‘zaro ta’sir mexanizmlarini, shuningdek, turli holatlar o‘rtasidagi jarayonlar qonuniyatlarini o‘rganishni ta’minlaydi. Ushbu bilimlar nafaqat fundamental ilmiy sohada, balki amaliy ishlab chiqarish jarayonlarida ham innovatsion yechimlar topishga ko‘mak beradi. Bu fanda o‘rgatiladigan bilimlar talabalarni ilmiy xizmat ko‘rsatish, ilmiy maqolalar tayyorlash va yangi tadqiqotlar o‘tkazishga yo‘naltiriladi, shuningdek, ularning nazariy asoslarini mustahkamlashda xizmat qiladi.

Molekulyar fizika fani asosida shakllantirilgan kasbiy kompetentlik moliyaviy, sanoat va ilmiy sohalarda yuqori malakali mutaxassis bo‘lish uchun zarurdir. Mazkur fan talabalarga ilmiy-tadqiqot ishlarida, jumladan, yangi materiallar yaratishda, nanostrukturalar tahlilida va molekulyar sensorlar ishlab

chiqishda koʻnikmalar beradi. Bu koʻnikmalar esa kasbiy faoliyatda yangi texnologiyalarni joriy qilish va ilgʻor ilmiy-tadqiqot loyihalarini amalga oshirish imkonini yaratadi. Shuningdek, oʻqituvchilar molekulyar fizika fani yordamida talabalarda ilmiy vaksalari rivojlanadi va qoʻshimcha ravishda ijtimoiy mas’uliyat tushunchasi mustahkamlanadi.

Kasbiy kompetentlikni rivojlantirishda interfaol oʻquv metodlarining roli kattadir. Molekulyar fizika bilimlarini chuqurlashtirish uchun seminarlar, muhokamalar, guruhli loyihalar va ilmiy-tadqiqot ishlarini qoʻllash orqali talabalar mustaqil fikrlash va muloqot koʻnikmalarini shakllantiradi. Bunday yondashuv talabalarni faqat nazariy bilimga tayanib qolmasdan, amaliy ishda bilimlarni qoʻllashga, mavjud muammolarni tahlil qilib, ularga innovatsion yechimlar ishlab chiqishga oʻrgatadi. Shu bilan birga, ular mavjud texnik vositalardan foydalanish, zamonaviy dasturiy ta’minot bilan ishlash boʻyicha ham bilim va koʻnikmalarga ega boʻladilar.

Ilmiy laboratoriya ishlari va tadqiqot amaliyoti molekulyar fizika fani orqali kasbiy kompetentlikni yanada mustahkamlaydi. Tajribalar orqali talabalar nazariy bilimlarni hayotiy misollar yordamida oʻrganib, ilmiy uslubda tajriba natijalarini tahlil qiladilar. Bu esa ularni murakkab ilmiy muammolarni hal qilishga tayyorlaydi. Masalan, molekulalar kinetik nazariyasi yoki termodinamika statistik qonuniyatlarini amaliy jihatdan sinash orqali talabalar oʻz bilimlarini mustahkamlaydi. Laboratoriyada ishlash koʻnikmasi mutaxassisning kelajakda ilmiy izlanishlar olib borishdagi muvaffaqiyatining muhim omili hisoblanadi.

Molekulyar fizika ta’limi yosh mutaxassislarning texnologik jarayonlarni boshqarish koʻnikmalarini oshiradi. Fan taqdim etadigan tushunchalar – fazaviy oʻzgarishlar, molekula kinetikasi, energiya almashinuvi – muhandislik va ilmiy tadqiqotlarda keng qoʻllaniladi. Kasbiy kompetentlikni shakllantirishda ushbu bilimlar soha mutaxassisi uchun yanada murakkab jarayonlarni anglash, yangi tadqiqot metodlarini ishlab chiqish imkonini beradi. Shunday qilib, molekulyar fizikani mukammal oʻrganish va qoʻllash talabalar uchun zamonaviy texnologiyalar yetakchisiga aylanish yoʻlida poydevor yaratadi.

Kasbiy kompetentlik kontseptsiyasini amalga oshirishda molekulyar fizika fanining ta’lim-modul tizimidagi oʻrni muhim. Bu fan oʻquv rejasida puxta oʻrganilishi orqali talabalar fundamental va amaliy bilimlarni birlashtiradi. Molekulyar fizikada oʻrganiladigan mavzular – atomlar energetikasi, kvant mexanikasi va moddaning oʻziga xos jarayonlari – ularni kasbiy sohada murakkab texnik jihatlar bilan ishlashga tayyorlaydi. Modulearning integratsiyasi talabani oʻzlashtirishga faol boʻlishga, hamda mustaqil izlanishlarni olib borishga olib keladi. Natijada, mutaxassislik sohasida zarur boʻlgan zamonaviy kompetentliklar rivojlanadi.

Xulosa qilib aytganda, molekulyar fizika fani nafaqat fundamental ilmiy bilimlarni oʻzlashtirish, balki talabalarda kasbiy kompetentlikni majburiy rivojlantirish vositasi hisoblanadi. Bu fan talabalarga murakkab ilmiy tushunchalarni egallash imkonini beradi, shuningdek, ular uchun keng koʻlamli

amaliy va ilmiy sohada samarali faoliyat yuritishga xizmat qiladi. Kasbiy sohada yetuk mutaxassis bo‘lish uchun molekulyar mexanizmlar, energiya almashinuvi va moddaning ichki xususiyatlarini chuqur anglash zarur. Shu asnoda, molekulyar fizika talabalarning ilmiy fikrlash, amaliy ko‘nikma va muammolarni hal qilish qobiliyatlarini shakllantirishda asosiy ahamiyatga ega bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.

1.Axmedov A.A.,Izbasarov B.F.,Kamolov I.R. Molekulyar fizika fanidan fizika ta’linm yo‘nalishi talabalarining eksperemental kompetentligini rivojlantirish.Fizika,matematika va informatika jurnali.5/25-son,148-156 ,betlar.

2.Б.Ф. Избасаров,И.Р.Камолов,А.А.Ахмедов,У.В.Шеркулов.Бўлажак физика ўқитувчиларининг электр ўлчаш асбобларида ишлаш оркали уларда касбий кўникма ва малакаларни ривожлантириш.

3.Джораев М, Ахмедов А.Модернизация компетентности будуўих учителей физики.М//Физика в школе №7-2015гюстр 20-23.

TALABALARNING KREATIVLIGINI RIVOJLANTIRISHDA ELEKTRODINAMIKAGA OID MASALALARNI GRAFIK USULDA YECHISHNING AHAMIYATI

Babahodjaev Umar Samsakxodjaevich
Fizika-matematika fanlar nomzodi dotsent
u_boboxujayev1960@mail.ru tel: 97-254-22-15
Namangan davlat pedagogika instituti.
Shamsiddinova Sarvinoz Madaminjon qizi
Namangan davlat pedagogika instituti stajiyor o‘qituvchisi
sshamsiddinova000@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ishda elektrodinamika fanidan amaliy mashg‘ulotlar jarayonida talabalarning kreativlik qobiliyatlarini rivojlantirishning pedagogik usullari tadqiq etilgan. Zamonaviy ta’limda talabalar qobiliyatlarini rivojlantirishda kreativ yondashuvlarning ahamiyati ta’kidlangan bo‘lib, fizika kurslarida grafik usullar, kompyuter dasturlari va muammoli topshiriqlardan foydalanish orqali talabalarning mustaqil fikrlash, tahlil qilish va innovatsion yechimlarni ishlab chiqish qobiliyatlarini oshirish metodikasi taklif etilgan.

Kalit so‘zlar. kreativlikni rivojlantirish, elektrodinamika, amaliy mashg‘ulotlar, grafik usullar, ekvopotensial sirtlar, muammoli topshiriq, elektr maydon kuch chiziqlari.

Respublikamiz oliy o‘quv yurtlarida globallashibyotgan zamonaviy ta’lim talablariga mos keladigan, shungidek biologiya konvensiyasida ta’kidlangan ta’limga kompertensiyaviy yondashuvni samarali amalga oshirib raqobatbardosh mutaxassislarni tayyorlash uchun nafaqat o‘quv- meyoriy hujjatlarni balki ta’limiy jarayonni ham transformatsiya qilinmoqda.

Hozirgi kundagi ijtimoiy hayot va fan texnologiyalarni tez o‘zgarishi shaxs kompertensiga yangi yangi talablarni qo‘ymoqda, ana shunday talablardan,

shaxsning faoliyati davomida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan turli yo‘nalishiga oid muammolarga nostandart va bir necha muqobil variantlarga ega yechim topishdir. Vaqt nuqtai nazaridan qaraydigan bo‘lsak har qanday muammo o‘z tarixiga, hozirgi kuniga va kelajagiga egadir. Laplas determinizmiga ko‘ra biror bir jarayonni o‘tmishi va hoziridan uning kelajakda qayerda bo‘lishini aniqlash mumkin. Demak ushbu jarayonni hozirgi kuniga kiritilgan o‘zgartish orqali oldimizga qo‘ygan maqsadimizga eng maqbul yo‘l bilan erishishimiz mumkin. Demak oliy o‘quv yurtlari tayyorlagan mutaxassis tahlil qilish va yangilik kirituvchi yoki yaratuvchanlik xususiyatiga ega bo‘lishi lozim. Hozirgi zamonda bunday xususiyatni kreativlik tushunchasi bilan ataladi va talabalarda kreativlikni shakllantirish ta’limga yangi ta’lim texnologiya va usullarini qo‘llashni taqozo qiladi.

Talabalar kreativligini rivojlantirish o‘rganilayotgan fan yoki predmetga oid bilimlarni o‘zlashtirishsiz amalga oshirib bo‘lmaydi. Fanni tushunish o‘zlashtirilgan bilimlarni transformatsiya qilish katta ahamiyatga ega bo‘lib kuchli bilim va tajribaga teng kuchli hisoblanadi. [1].

Tabiiy va aniq fanlarni o‘zaro kesishmasi hisoblangan hozirgi zamon fizikasi talabalarning kreativligini rivojlantirishda keng potensial imkoniyatlarga ega, chunki oliy ta’lim fizika yo‘nalishida avval asosan tajriba natijalariga tayangan."Umumiy fizika" kursida mexanika, molekulyar fizika va termodinamika, elektr va magnetizm, optika , atom va yadro fizikasida bo‘limlarini o‘rganishda o‘qitishning turli usullari va talabalarni bir necha faoliyatlaridan foydalaniladi. Nazariy fizika kursida esa quyi bosqichlarda fizika va matematikadan quyi bosqichlarida o‘zlashtirilgan bilimlar asosida fizik jarayon va hodisalar yanada chuqurroq o‘rganiladi.

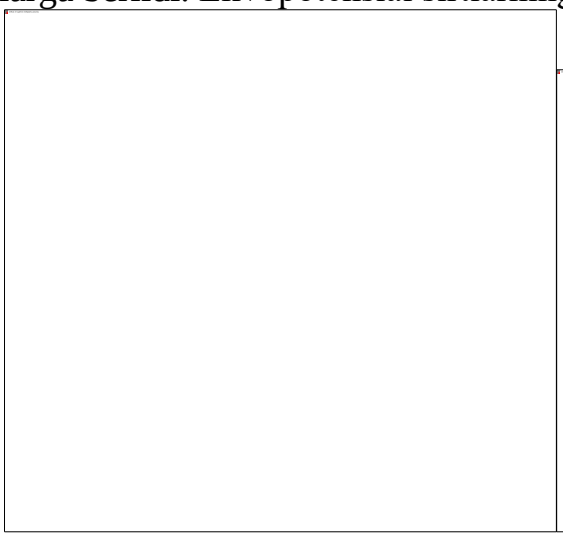
Oliy ta’lim fizika kursi xususiyatidan kelib chiqadigan bo‘lsak, mashg‘ulotlar jarayonida talabalarda kreativlikni rivojlantirish deb talabalar biror bir fizik muammoni o‘rganish orqali o‘zlari uchun yangi qonuniyatlar va bilimlarni mustaqil ravishda yaratishlarni tushunish mumkin. Shu nuqtai nazardan umumiy va nazariy fizikadan o‘tiladigan amaliy mashqlar va fizik praktikumlarda tadqiq qilinayotgan fizik jarayon yoki hodisaning xarakterlaydigan asosan bitta fizik kattaliklarni aniqlash bilan chegaralanadi. Bu esa [2] da ta’kidlanganidek zamonaviy mutaxassis uchun javobi ma’lum masala ishlashdan ko‘ra biror bir muammoni samarali hal etish muhimdir. Shu nuqtai nazaridan [3] da talablar kreativligini muammoli fizik tajribalar orqali rivojlantirish tadqiq qilingan va tavsiyalar ishlab chiqilgan. Ammo ushbu usulni asosiy kamchiligi o‘quv yurtlarining moddiy-texnik bazasini imkoniyatlari chegaralanganligi tufayli fizik muammoni atroflicha va individual tabaqalashtirilgan yondashuv asosida ta’lim jarayonini tashkil etib bo‘lmasligini va nazariy fizika kursida fizik praktikumdan mashg‘ulotlarni mavjud emasligi.

Yuqoridagi fikr mulohazalardan kelib chiqib fizika kursini barcha bosqichlarida, ayniqsa nazariy nazariy fizika kursidan amaliy mashg‘ulotlarda talabalarda kreativlikni rivojlantirishda foydalanadigan, "fizik muammolar" da

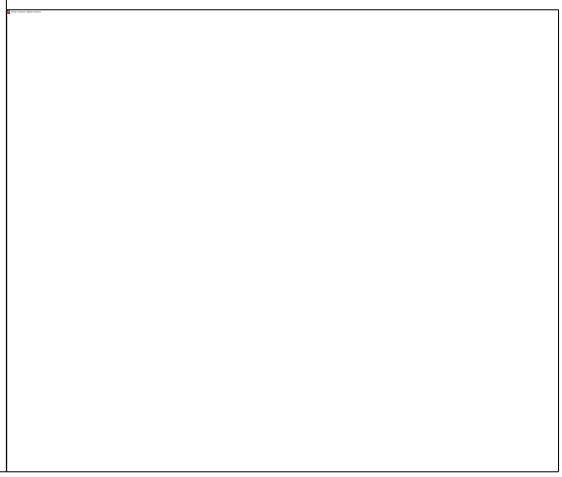
tadqiqot predmetini aniqlashda E.P.Torransni kreativlik darajasini aniqlashga oid testlar to‘plamiga e’tibor qaratamiz. E. P. Toransni " Noverbal kreativlik diagnostikasi" test metodikasida asosan turli tuman grafiklardan foydalanilgan.

Bunda berilgan grafiklar grafiklar nimani aks ettirish yoki ushbu grafiklarni asosida yana nima yaratish mumkinligiga katta e’tibor qaratilgan.Ushbu nuqtai nazardan nazariy fizikadan amaliy mashg‘ulotlar uchun topshiriqlar tanlashda asosan grafiklar bilan ishlashga ahamiyat qaratish zarur bo‘ladi.

Nazariy fizikaning "Elektrodinamika" kursidan amaliy mashg‘ulotlar yuqoridagi shartlar asosida tashkil qilish va o‘tish metodikasini ko‘rib chiqamiz. Buning uchun avval 2- bosqichda o‘tilgan " Elektromagnitizm" va 3- bosqichda o‘tiladigan "Elektrodinamika" kursiga oid o‘quv adabiyotlarida berilgan zaryadli zarralar va jismlarning elektr maydoniga oid masala va topshiriqlarni tahlil qiladigan bo‘lsak, deyarli barcha masalalar zaryadli zarralar sistemasini yoki zaryadlangan jismlarni faqat elektr maydon kuchlanganligi yoki potentsialini biror bir nuqtadagi qiymatini topish talab qilingan [4,5]. Lekin elektr maydon kuchlanganligi va potentsialini masofaga bog‘liq grafigi, ixtiyoriy zaryadlar sistemasini elektr maydon kuch chiziqlari yoki ekvopotensial sirtlarning shaklini yasashga oid masala berilmagan. Bunday masalalar berilmasligini asosiy sababi sifatida grafik yasash uchun ko‘p miqdordagi nuqtalar uchun E va φ ni qiymatini topishda murakkab hisoblashlarni bajarish zarur. Bu esa vaqt chegaralanganligi uchun o‘quv mumkin emas, ammo kompyuterlarning o‘quv jarayoniga kirib kelishi ushbu muammoni deyarli hal qildi. Shunga ko‘ra umumiy fizika va nazariy fizika kurslaridan amaliy mashg‘ulotlarda turli grafiklar yasash imkoniyati yuzaga keldi. Biz o‘z tadqiqotimizda "Elektrodinamika" kursi amaliy mashg‘ulotlarida zaryadli sistemalarni elektr maydon kuchlanganligi E va potentsiali φ uchun turli grafiklar va yasash va ularni tahlil qilish orqali talabalarda kreativlikni rivojlantirish metodikasini takomillashtirdik. Fizik topshiriq sifatida ikkita nuqtaviy zaryadlar sistemasini va zaryadlangan cheksiz sterjenni ekvopotensial sirtini va maydon kuch chiziqlarini grafigini yasash talabalarga berildi. Ekvopotensial sirtlarning ko‘rinishi 1-a, b rasmda keltirilgan.

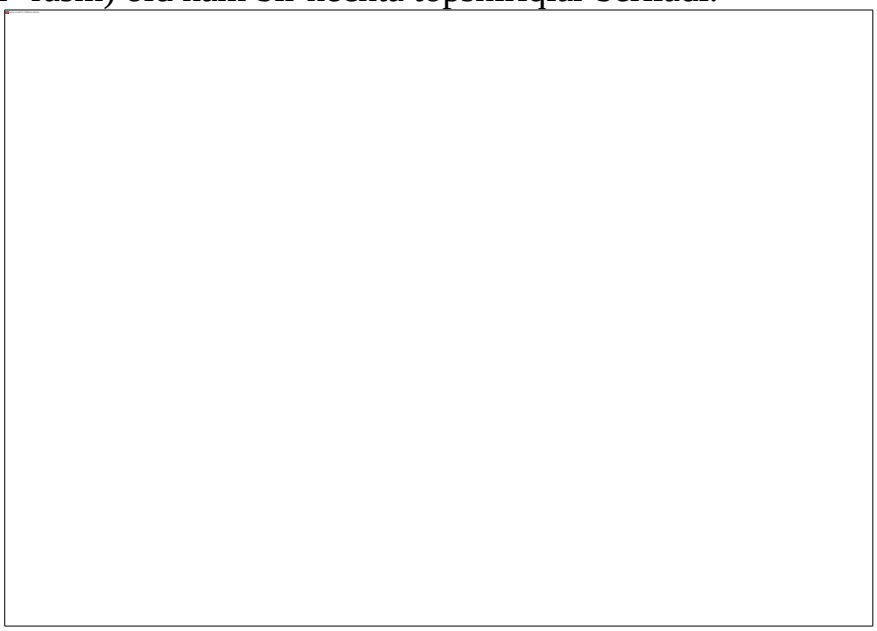


1.a -rasm



1.b-rasm

Talabalar grafikni tahlil qilib zaryadlar sistemasidan juda katta masofalarda ekvopotensial sirtlar ko‘rinishi ikki o‘lchovli koordinatalar sistemasida aylana yoki uch o‘lchovli koordinatalar sistemasida esa shar shakliga intilishini ko‘rishlari va xulosa chiqarishlari mumkin. Bundan tashqari ekvopotensial sirtni shar shakli kabi ko‘rinishida olishining analitik ko‘rinishda isbotlashlarni topshiriq sifatida beriladi. Bundan tashqari elektr maydon kuch chiziqlari grafigiga (2- rasm) oid ham bir nechta topshiriqlar beriladi.



2-rasm

Fizikadan amaliy mashg‘ulotlarga bunday yondashuv talabalarda kreativlikni rivojlantirish bilan birgalikda auditoriya va mustaqil ta’limni uzviy bog‘liqligini va izchilligini ta’minlab kelajakda "Malaka talablarida" ko‘rsatilgan kompetensiyalarga ega bo‘lishlarini ta’minlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Никитин. О.О. Развитие креативности как основа профессиональной подготовки студентов педагогических вузов. автореф. дис. канд.пед.наук. М.2009.24с

2. Дамбуева А.Б. Развитие креативности студентов в процессе изучения курса общей физики. Вестник ТГПУ. 2013(129) с .22-24

3. Егорова. Г.И. Развитие интеллектуальных возможностей студентов при обучении химии в техническом вузе.автореф.дис.докт.пед.наук . Тобольск 2009 45с

4. "Физикадан масалалар туплами" А. Г.Чертов тахрири остида. Тошкент" Узбекистон, 1997,603б

5. Abdumalikov.A.N " Elektrodinamika" Oliy o‘quv yurtlari uchun darslik. Toshkent.2003.320b

UMUMIY O‘RTA TA’LIM MAKTABLARIDA FIZIKA FANINI O‘QITISHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISHNING PEDAGOGIK IMKONIYATLARI

Jalelov Moyatdin Asanovich[1], **Babaniyazova Dilnaz Allaniyazovna**[2]

1. Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti fizika kafedrasi katta o‘qituvchi, f.-m.f.n.

2. Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti 1-kurs magistrantı

Annotatsiya. Ushbu tezisda umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika fanini o‘qitish jarayonida raqamli texnologiyalardan foydalanishning pedagogik imkoniyatlari tahlil qilinadi. Fizika ta’limining o‘ziga xos xususiyatlari, xususan, abstrakt tushunchalarni tushuntirish, fizik jarayonlarni vizuallashtirish, tajriba va laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish masalalari yoritiladi. Raqamli modellashtirish, virtual laboratoriyalar, interaktiv simulyatsiyalar, multimedia vositalari va raqamli baholash platformalaridan foydalanishning didaktik imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, raqamli texnologiyalarni an’anaviy ta’lim metodlari bilan integratsiyalash asosida o‘quvchilarning fizik tushunchalarni o‘zlashtirishi, mustaqil fikrlashi, muammoli vaziyatlarni tahlil qilishi va amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirish masalalariga e’tibor qaratiladi.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, raqamli texnologiyalar, raqamli transformatsiya, virtual laboratoriya, kompyuter modellashtirish, interaktiv simulyatsiya, innovatsion ta’lim, raqamli baholash, fizik kompetensiya.

Kirish

Bugungi kunda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi ta’lim jarayonining mazmuni, shakli va metodlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda. Zamonaviy ta’limda kompyuter, mobil qurilmalar, multimedia, interaktiv simulyatsiyalar, virtual laboratoriyalar va sun’iy intellektga asoslangan vositalardan foydalanish imkoniyatlari kengayib bormoqda. Fizika fani raqamli texnologiyalarni ta’lim jarayoniga integratsiyalash uchun katta imkoniyatlarga ega fanlardan biridir. Chunki fizika ta’limida mexanik harakat, kuch, energiya, elektr toki, magnit maydon, yorug‘lik, atom va yadro jarayonlari kabi ko‘plab hodisalarni bevosita kuzatish imkoniyati cheklangan. Ayrim tajribalarni maktab sharoitida amalga oshirish uchun maxsus laboratoriya jihozlari talab qilinadi. Raqamli modellashtirish va virtual tajribalar esa bunday hodisalarni vizual tarzda namoyish etish uchun qo‘shimcha didaktik imkoniyat yaratadi. Raqamli vositalarni tanlashda ta’lim maqsadi, ulardan foydalanish sharoiti va o‘qituvchining metodik tayyorgarligi hisobga olinishi lozim [1; 2].

Asosiy qism

Tadqiqotning maqsadi umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizikani o‘qitishda raqamli texnologiyalarning pedagogik imkoniyatlarini aniqlash va ulardan foydalanishning metodik yo‘llarini yoritishdir. Buning uchun interaktiv simulyatsiyalar, virtual va real tajribalar integratsiyasi hamda raqamli baholashga

oid adabiyotlar mazmunan tahlil qilindi. Ish ilmiy-metodik tahlil xarakteriga ega; unda muallif tomonidan o‘tkazilgan pedagogik tajriba natijalari keltirilmaydi.

Fizika ta’limida raqamli texnologiyalarning didaktik imkoniyatlari: fizika fanini o‘rganishda o‘quvchi fizik hodisaning mohiyatini tushunishi, uning sabab va oqibatlarini aniqlashi, fizik kattaliklar orasidagi bog‘lanishlarni tahlil qilishi hamda nazariy bilimlarni amaliy vaziyatlarda qo‘llay olishi zarur. Shu sababli fizika darslarida faqat tayyor nazariy ma’lumotlarni berish bilan cheklanib qolish yetarli emas. Raqamli texnologiyalar ushbu jarayonni vizual, interaktiv va tadqiqotga yo‘naltirilgan shaklda tashkil etish imkonini beradi. Masalan, mexanik harakat mavzusida jismning tezligi, tezlanishi va harakat trayektoriyasini o‘zgartirish orqali o‘quvchi fizik kattaliklar o‘rtasidagi bog‘lanishni kuzatishi mumkin. Elektr zanjirlari mavzusida esa qarshilik, kuchlanish va tok kuchining o‘zgarishi raqamli model yordamida namoyish etiladi. Bunday yondashuvning muhim jihati shundaki, o‘quvchi tayyor xulosani qabul qiluvchi emas, balki tajriba natijalarini kuzatuvchi va tahlil qiluvchi subyekt sifatida ishtirok etadi [2].

Virtual laboratoriyalardan foydalanish: fizika ta’limida virtual laboratoriyalar raqamli texnologiyalarning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Virtual laboratoriya real tajriba jarayonining ayrim jihatlarini kompyuter yoki boshqa raqamli qurilma orqali modellashtirish imkonini beradi. Virtual laboratoriyadan foydalanish tajribani bir necha marta takrorlash, tajriba parametrlarini o‘zgartirish, natijalarni kuzatish va taqqoslash, xavfsizlik bilan bog‘liq ayrim muammolarni kamaytirish hamda murakkab yoki bevosita kuzatish qiyin bo‘lgan jarayonlarni modellashtirish imkonini beradi. Biroq virtual laboratoriyani real laboratoriya ishining to‘liq o‘rnini bosuvchi vosita sifatida emas, balki uni to‘ldiruvchi pedagogik vosita sifatida qarash maqsadga muvofiq. Real tajriba o‘quvchiga fizik asboblar bilan ishlash, o‘lchash, xatoliklarni baholash va amaliy faoliyat ko‘nikmalarini beradi; virtual tajriba esa ushbu faoliyatni vizual modellashtirish va takrorlash imkoniyatlarini kengaytiradi [4].

Raqamli modellashtirishning ahamiyati: fizika ta’limida modellashtirish o‘quvchining nazariy bilimlarini amaliy kuzatuv bilan bog‘lashga xizmat qiladi. Kompyuter modeli yordamida fizik tizimning ayrim parametrlarini o‘zgartirib, uning natijaga ta’sirini kuzatish mumkin [3; 4].

Masalan, Nyuton qonunlari mavzusini o‘rganishda jismga ta’sir qiluvchi kuch miqdorini o‘zgartirish orqali tezlanishning o‘zgarishini kuzatish mumkin. O‘quvchi bunda $F = ma$ formulasi faqat matematik ifoda emas, balki fizik jarayonni tavsiflovchi bog‘lanish ekanligini anglaydi.

Interaktiv simulyatsiyalardan foydalanish: interaktiv simulyatsiyalar fizik tushunchalarni vizual va faol o‘zlashtirishga imkon beradi. Simulyatsiya asosida tashkil etilgan mashg‘ulotlarda o‘quvchi fizik parametrlarni o‘zgartirib, natijadagi o‘zgarishlarni bevosita kuzatishi mumkin. Bunda “bashorat qilish – kuzatish – tushuntirish” strategiyasidan foydalanish maqsadga muvofiq [3].

Masalan, o‘qituvchi elektr zanjirida qarshilik oshirilganda tok kuchi qanday o‘zgarishini o‘quvchilardan oldindan taxmin qilishni so‘raydi. Keyin o‘quvchilar

simulyatsiya orqali tajribani bajaradilar va o‘z taxminlarini natija bilan taqqoslaydilar. Yakunda o‘z kuzatuvlarini fizik qonun asosida tushuntiradilar. Bu jarayonda o‘quvchi “taxmin qilish → tajriba o‘tkazish → natijani tahlil qilish → ilmiy xulosa chiqarish” ketma-ketligida faoliyat olib boradi.

Raqamli baholash vositalari: Raqamli texnologiyalardan nafaqat yangi mavzuni tushuntirishda, balki o‘quvchilarning bilimini baholashda ham foydalanish mumkin. Interaktiv testlar, elektron topshiriqlar va tezkor teskari aloqa vositalari o‘qituvchiga o‘quvchilarning mavzuni qay darajada o‘zlashtirganini aniqlash imkonini beradi. Bunda raqamli baholashning maqsadi faqat ball qo‘yish emas, balki diagnostika va teskari aloqani ta’minlashdan iborat bo‘lishi kerak. O‘qituvchi test natijalariga asoslanib, o‘quvchilarga qiyin bo‘lgan tushunchalarni qayta tushuntirishi yoki individual topshiriqlar berishi mumkin [6].

Raqamli texnologiyalar va o‘quvchi kompetensiyalarini rivojlantirish: zamonaviy fizika ta’limining muhim vazifalaridan biri o‘quvchida faqat bilim emas, balki amaliy va yuqori darajadagi fikrlash kompetensiyalarini shakllantirishdir. Raqamli vositalardan maqsadli foydalanish orqali ilmiy-tadqiqot, muammoli vaziyatni hal qilish, axborot bilan ishlash, kommunikativ va raqamli kompetensiyalarni rivojlantirish mumkin. O‘quvchi raqamli muhitda tajriba natijalarini yig‘ish, ularni jadval va grafiklar orqali ifodalash, natijalarni taqqoslash hamda ilmiy xulosa chiqarish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Shu jihatdan raqamli texnologiyalar fizika ta’limini faqat axborot uzatish jarayonidan o‘quvchining faol tadqiqot faoliyatiga yo‘naltirishga yordam beradi. Rahmayani va hamkorlarining tadqiqotida STEM yondashuvi bilan uyg‘unlashtirilgan kengaytirilgan reallikka asoslangan elektron kitobning tanqidiy fikrlash va fizik hodisalarni turli shakllarda ifodalash ko‘nikmalarini rivojlantirish imkoniyati ko‘rsatilgan [3; 5].

Xulosa

Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish ta’lim jarayonini vizual, interaktiv va tadqiqotga yo‘naltirilgan shaklda tashkil etish imkoniyatlarini kengaytiradi. Ayniqsa, virtual laboratoriyalar, interaktiv simulyatsiyalar va kompyuter modellashtirish fizik hodisalarni o‘quvchilar uchun tushunarli va kuzatiladigan shaklda namoyish etishga yordam beradi. Raqamli vositalardan foydalanish fizikani o‘rganishda ijobiy pedagogik imkoniyatlar yaratishi mumkin, biroq natija texnologiyaning mavjudligiga emas, balki uning didaktik maqsadga muvofiq tanlanishi, o‘qituvchi tomonidan to‘g‘ri boshqarilishi va boshqa metodlar bilan uyg‘unlashtirilishiga bog‘liq. Shu sababli fizika darslarida “texnologiya uchun texnologiya” tamoyilidan voz kechib, “pedagogik maqsad – metod – raqamli vosita – faoliyat – natija” ketma-ketligiga asoslangan yondashuvni qo‘llash maqsadga muvofiq.

Amaliy jihatdan darsni fizik muammo qo‘yish, taxmin bildirish, raqamli tajriba bajarish, real kuzatuv bilan taqqoslash va dalillarga tayangan xulosa chiqarish ketma-ketligida tashkil etish tavsiya qilinadi. Baholashda

javobning to‘g‘riligi bilan birga parametrlarni tanlash, grafikni izohlash va modelning cheklovlarini tushuntirish ham hisobga olinishi kerak. Tavsiya etilgan yondashuvning maktab sharoitidagi samaradorligini keyingi pedagogik tajribalarda tekshirish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Mirzaxmedov B. M. Fizika o‘qitish metodikasi. 2-qism. – Toshkent: Nizomiy nomidagi TDPU, 2010. – 108 b.

2. UNESCO. Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? – Paris: UNESCO, 2023. DOI: 10.54676/UZQV8501.

3. Banda H. J., Nzabahimana J. Effect of integrating physics education technology simulations on students’ conceptual understanding in physics: A review of literature // Physical Review Physics Education Research. – 2021. – Vol. 17. – 023108. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.023108.

4. Wörner S., Kuhn J., Scheiter K. The Best of Two Worlds: A Systematic Review on Combining Real and Virtual Experiments in Science Education // Review of Educational Research. – 2022. – Vol. 92, № 6. – P. 911–952. DOI: 10.3102/00346543221079417.

5. Rahmayani F., Kuswanto H., Rahmat A. D. Development of E-Book Integrated Augmented Reality Based on STEM Approaches to Improve Critical Thinking and Multiple Representation Skills in Learning Physics // International Journal of Information and Education Technology. – 2024. – Vol. 14, № 4. – P. 632–641. DOI: 10.18178/ijiet.2024.14.4.2087.

6. Elmoazen R., Saqr M., Khalil M., Wasson B. Learning analytics in virtual laboratories: a systematic literature review of empirical research // Smart Learning Environments. – 2023. – Vol. 10. – Article 23. DOI: 10.1186/s40561-023-00244-y.

LOYIHAVIY TA’LIM TEXNOLOGIYASINING TALABALARDA TADQIQOTCHILIK KO‘NIKMALARINI SHAKLLANTIRISHDAGI O‘RNI

Babaxodjayev Umarxon Samsakxo‘jayevich

Namangan davlat pedagogika instituti dotsenti, f.-m.f.n.

Ismanova Odinaxon To‘lqinboyevna

Namangan davlat universiteti dotsenti, p.f.d. (DSc)

e-mail: ismanovaodinaxon79@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezisda loyihaviy ta’lim texnologiyasining mohiyati, uning zamonaviy ta’lim tizimida tutgan o‘rni va didaktik ahamiyati tahlil qilingan. Shuningdek, loyiha asosida o‘qitishning talabalarda mustaqil tadqiqot olib borish, muammoni aniqlash va uni amaliy yo‘l bilan hal qilish, turli axborot manbalaridan foydalanish hamda ijodiy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirishdagi imkoniyatlari

ko‘rib chiqilgan. Unda loyihaviy ta’limning asosiy bosqichlari, har bir bosqichning mazmuni va o‘qituvchining ushbu jarayonni boshqarishdagi vazifalari tizimli tarzda bayon etilgan.

Kalit so‘zlar: loyihaviy ta’lim, tadqiqot-loyiha texnologiyasi, mustaqil izlanish, kompetensiyaviy yondashuv, kasbiy tayyorgarlik, ijodiy fikrlash, tajriba-sinov ishlari, maxsus fanlar.

Hozirgi davrda barcha sohalarda samaradorlikka qo‘yilayotgan talablar kuchayib borayotgan bir sharoitda resurslarning cheklanganligi ularning har biridan, xususan, inson uchun eng tanqis resurs bo‘lgan vaqtdan oqilona foydalanishni talab etadi. Bu esa har qanday faoliyatni oldindan rejalashtirish zaruratini keltirib chiqaradi. O‘quvchi va talabalarda mazkur ko‘nikmani loyihalash metodi orqali shakllantirish mumkin. Bugungi kunda loyihalash metodi ta’lim texnologiyalarining muhim tarkibiy qismiga aylanib bormoqda. Ushbu metod ta’lim oluvchilarning hayotiy sharoitlarga moslashishiga, mustaqil va ijodiy fikrlash ko‘nikmalarini egallashiga xizmat qiladi.

Loyihalash (lot. projectus – oldinga tashlangan, ilgari surilgan fikr, g‘oya, obraz) atamasining o‘zi ham ko‘rsatib turganidek, kelajakda amalga oshiriladigan ishlarni rejalashtirishni anglatadi. Loyiha muayyan hisob-kitoblar, chizmalar va boshqa ma’lumotlarga tayangan holda tavsif yoki bayon shaklida ifodalangan g‘oya, fikrning mujassamidir. U ilgari surilgan g‘oyaning mohiyatini hamda uni ro‘yobga chiqarish imkoniyatlarini ochib beradi.

Loyihaviy ta’limning dolzarbligini belgilab beruvchi omillardan biri shundaki, loyiha texnologiyasi talabalarga mustaqil ilmiy-amaliy izlanish jarayonida nazariy bilimlarini amaliyotda sinab ko‘rish imkonini beradi. Mazkur texnologiya talabalarning bilim olishga bo‘lgan qiziqishini kuchaytirish hamda ularni akademik bilimlar asosida amaliy faoliyatga tayyorlashga yo‘naltirilgan. Bunda "Muayyan ilmiy-nazariy ma’lumotlar nima maqsadda o‘rganilmoqda?", "Bu bilimlarni qachon va qanday vaziyatlarda qo‘llash mumkin?" kabi savollar asosiy o‘ringa chiqadi. Tadqiqot-loyiha texnologiyasining bosh g‘oyasini quyidagicha ifodalash mumkin: "Egallagan bilimlarimni qachon, qayerda va qanday qo‘llashni bilaman".

Talabalar birgalikda tadqiqot olib boradilar va aniq natijalarga erishadilar. O‘rganish uchun tanlangan muammolar talabalar uchun dolzarb bo‘lishi hamda nazariy va amaliy ahamiyat kasb etishi lozim. Masalalarni yechishda ular avval o‘zlashtirgan bilimlariga tayanadilar va, tabiiyki, tasavvurlarini yanada kengaytirish ehtiyojini his qiladilar.

Bo‘lajak mutaxassislarning kasbiy kompetensiya va malaka talablariga mos darajada faoliyatga tayyor bo‘lishi muhim ahamiyatga ega. Bu – zamon va

jamiyat talabidir. Mutaxassisning o‘z ustida mustaqil ishlashi, malakasini muntazam oshirib borishi, turli ilmiy-amaliy ma’lumotlarni mustaqil tahlil qilib, to‘g‘ri xulosa chiqarishi, ijodiy fikrlashi hamda faoliyat sohasini rivojlantirishga xizmat qiladigan yangi g‘oya va takliflarni ilgari sura olishi alohida ahamiyatga ega. Axborot manbalari bilan mustaqil ishlash, o‘zlashtirilgan bilimlarni tajribada sinab ko‘rish va asosli xulosalar chiqarish qobiliyatlari aynan ta’lim muassasasi sharoitida rivojlantirilishi zarur.

Bo‘lajak mutaxassis o‘quv materialini faqat yodlab olish darajasida o‘zlashtirishi ta’lim samaradorligini ta’minlamaydi. Talaba o‘quv axborotining mazmunini to‘g‘ri tushunishi, manbada keltirilgan turli ilmiy yondashuv va konsepsiyalarning mohiyatini tahlil qilishi, asosiy g‘oyani hamda uni ochib berishga xizmat qiluvchi qarashlarni ajrata olishi, ma’lumotlarni qiyosiy o‘rganib, shaxsiy xulosalarini shakllantirishi, laboratoriya sharoitida tajriba-sinov ishlarini tashkil eta olishi lozim.

Talabada o‘quv axborotiga nisbatan shaxsiy munosabatni shakllantirish muhim vazifalardan biridir. Bu jarayonda talaba ma’lumotlarni oddiy eslab qolish bilan cheklanmay, ularning mohiyatini to‘liq anglaydi, tadqiqotlar orqali shaxsiy tajriba orttiradi, kasbiy o‘sish davomida o‘zidagi kamchiliklarni aniqlaydi va ularni bartaraf etish uchun ko‘proq o‘qib-izlanish zarurligini anglab yetadi.

Biz tomonimizdan o‘tkazilgan tadqiqot natijalariga ko‘ra, oliy ta’lim muassasalari bitiruvchilarining 30 foizi amaliy faoliyatda yuzaga kelgan muammolarni hal etish uchun oliygohda to‘plagan bilim manbalariga qayta murojaat qiladi yoki tegishli soha bo‘yicha mavjud darslik va qo‘llanmalarni qaytadan ko‘rib chiqishga majbur bo‘ladi. Mutaxassislarning 40 foizi o‘qish davrida to‘plagan intellektual salohiyatidan ijodiy foydalanishi, 30 foiziga esa bevosita kasbiy faoliyat jarayonidagi ustoz-shogird munosabatlari samarali yordam berishi aniqlandi.

Kasbiy shakllanish jarayonining natijalari bo‘lajak mutaxassisda o‘z ustida mustaqil ishlash, o‘zini doimiy takomillashtirish, mehnat jarayonida ijodiy yondashish, soha rivoji uchun yangi taklif va g‘oyalarni ilgari surish, fan va ishlab chiqarish integratsiyasini ta’minlash kabi ijtimoiy ahamiyatga ega bo‘lgan qator kasbiy sifatlar orqali namoyon bo‘ladi.

Loyihaviy ta’limning mohiyatli belgilari va didaktik xususiyatlari. Tadqiqot-loyiha texnologiyasining maqsadi bo‘lajak mutaxassisda o‘z faoliyatini ilmiy-ijodiy asosda tashkil etish, ishni aniq rejalashtirish va tizimli loyihalash, faoliyat davomida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan muammolarni oldindan ko‘ra bilish hamda ularni hal etish yo‘llarini mustaqil izlash, asosli xulosalar chiqarish va mehnat samaradorligini ta’minlash kabi sifatlarni shakllantirishdan iborat.

Ushbu talablarni amalga oshirish maqsadida ta’lim jarayonida maxsus shart-sharoitlar yaratiladi.

Tadqiqotlar fundamental va innovatsion yo‘nalishlarda olib borilishi mumkin. Fundamental tadqiqotlarda talabalar o‘rganilayotgan fan sohasi bo‘yicha keng qamrovli ilmiy izlanishlar olib boradilar. Bunda ular auditoriyada egallagan bilimlari doirasida qolib ketmaydilar, balki tadqiqot jarayonida qo‘shimcha axborotga ehtiyoj sezadilar. Tadqiqotni ilmiy-amaliy jihatdan asoslash uchun ular nazariy konsepsiyalar va ilmiy yo‘nalishlar mazmunini har tomonlama chuqur o‘rganadilar, induktiv va deduktiv tahlil usullarini qo‘llaydilar, maxsus yaratilgan sharoitlarda tajriba-sinov ishlarini o‘tkazadilar.r. Shuningdek, talabalar to‘plangan ma’lumotlarni qiyosiy tahlil qiladilar, statistik manbalardan foydalanadilar va olingan xulosalarni umumlashtiradilar. Bu keng qamrovli ilmiy-tahliliy faoliyat talabalarga mantiqiy fikrlash va bilimlarini amalda sinab ko‘rish imkoniyatini yaratadi.

Innovatsion tadqiqotlar mavjud ilmiy-nazariy bilimlarni ijodiy rivojlantirishga qaratilgan bo‘lib, talabalarda muayyan g‘oyalar asosida faoliyatni innovatsion tashkil etish ko‘nikma va malakalarini shakllantiradi. Bunday tadqiqotlarda talabalar ilmiy faraz ilgari suradilar, yangi g‘oyalarni taklif etadilar, ularni amaliyotga tatbiq etish yo‘llarini ishlab chiqadilar va tajribalar o‘tkazadilar.

Loyihaviy ta’limni amalga oshirish jarayonining tuzilishi**.** Loyihaviy ta’lim jarayoni mashg‘ulotdan oldin talabalar tomonidan bajariladigan tayyorgarlik-izlanish ishlari hamda auditoriyada o‘tkaziladigan taqdimot, tahlil va yakunlash qismlaridan tashkil topadi. Jarayon o‘qituvchining o‘rganilayotgan mavzuga oid muammo yoki savolni o‘rtaga tashlashidan boshlanadi. Bunda muammoning ijtimoiy-iqtisodiy va ma’naviy-madaniy jihatdan ahamiyati ochib beriladi, talabalar mazkur muammo yuzasidan izlanish olib borishga undaladi, natijada ularda tadqiqotchilik faoliyatiga nisbatan barqaror ichki motivatsiya yuzaga keladi. So‘ngra tadqiq etilayotgan mavzu bo‘yicha ilmiy faraz ilgari suriladi, izlanishda qo‘llaniladigan usullar tanlanadi va ishlarni bajarish tartibi belgilab olinadi. Keyingi navbatda talabalar axborot manbalari bilan ishlashni yo‘lga qo‘yadilar: ilmiy adabiyotlar va internet resurslarini o‘rganadilar, statistik hamda mavzuga aloqador boshqa ma’lumotlarni to‘playdilar. Yig‘ilgan materiallar har tomonlama tahlil qilinganidan so‘ng tajriba o‘tkazish uchun zarur baza tayyorlanadi va sinov maydoni tanlanadi. Talabalar tajriba-sinov ishlarini bajarib, olingan natijalarni umumlashtiradilar va statistik ishlovdan o‘tkazadilar. Qo‘lga kiritilgan dalillarga tayangan holda ular qo‘yilgan muammoni hal etish yuzasidan aniq xulosalar chiqaradilar hamda natijalarni ma’ruza, hisobot yoki ilmiy maqola ko‘rinishida rasmiylashtiradilar.

Auditoriya mashg‘ulotida talabalar tadqiqot natijalarini ma’ruza, hisobot, taqdimot, publitsistik yoki ilmiy maqola, loyiha shaklida namoyish etib, jamoaviy muhokamaga qo‘yadilar. Shundan so‘ng bajarilgan mustaqil izlanishlar natijalari ekspertlar tomonidan baholanadi, talabalarning tadqiqot davomida erishgan yutuqlari hamda yo‘l qo‘ygan kamchiliklari batafsil muhokama qilinadi. Yakuniy qismda o‘qituvchi talabalar faoliyatiga baho beradi; bunda nafaqat tadqiqot natijalari, balki guruh a’zolari o‘rtasidagi jipslik, hamjihatlik va hamkorlik darajasi ham inobatga olinadi. Mashg‘ulot o‘qituvchining xulosasi bilan yakunlanadi.

Xulosa qilib aytganda, loyihaviy ta’lim texnologiyasidan foydalanish talabalarda o‘quv faoliyatiga nisbatan ham ichki, ham tashqi motivatsiyaning kuchayishiga olib keladi, ularga o‘z ilmiy va amaliy imkoniyatlarini sinovdan o‘tkazish uchun sharoit yaratadi. Mazkur texnologiya talabalarning mustaqil izlanishni tashkil qilish, uni rejalashtirish va oxiriga yetkazish malakalarini rivojlantirib, axborot manbalariga ijodiy hamda tanqidiy yondashish qobiliyatini shakllantiradi. Loyihaviy ta’lim guruhdagi har bir talabani faol ishtirokchiga aylantiradi: ular o‘z kuchini sinab ko‘radilar, shaxsiy o‘sish yo‘lidagi to‘siq va kamchiliklarni aniqlaydilar, o‘zlari uchun ongli intizom va o‘z-o‘zini tarbiyalash vazifalarini belgilaydilar. Natijada talabada aqliy, ruhiy hamda ma’naviy-axloqiy kamolotga intilish ichki ehtiyojga aylanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Tojiboyeva D., Yo‘ldoshev A. Maxsus fanlarni o‘qitish metodikasi: darslik. – T.: Aloqachi, 2009. – 568 b.

2. Сластенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / под ред. В.А. Сластенина. – М.: Академия, 2008.

3. Педагогика высшей школы: учебно-методический комплекс. – Казань, 2011.

4. Babaxo‘jayev U.S., Ismanova O.T. Loyihalash asoslari: o‘quv qo‘llanma. – Namangan, 2023. – 123 b.

5. Ismanova O.T. Fizik bakalavrlarni kasbiy faoliyatga tayyorlashda loyihaviy ta’lim texnologiyalarini qo‘llash metodikasi // Fan va jamiyat: ilmiy-uslubiy jurnal. – Nukus: Ajiniyoz nomidagi NDPI, 2025. – № 3. – B. 82–84.

THE ROLE OF EPISTEMIC PRACTICES IN DEVELOPING STUDENTS’ RESEARCH SKILLS IN PHYSICS EDUCATION

Togzhan Bakhtina
PhD student, Educational program 8D01501 – Physics, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: togzhan98b@mail.ru

Abstract. This article examines the role of epistemic practices in developing students’ research skills in physics education. Particular attention is paid to such research activities as formulating research questions, proposing hypotheses, planning experiments, collecting and interpreting data, evaluating evidence, constructing arguments, and drawing evidence-based conclusions[1]. The integration of epistemic practices into physics learning enables students to view experimentation not merely as following a prescribed sequence of procedures, but as a process of constructing, evaluating, and justifying scientific knowledge. The article discusses the importance of creating learning environments in which students can make research decisions, analyze experimental results, justify their claims with evidence, and revise their initial ideas. The theoretical analysis indicates the importance of systematically incorporating epistemic practices into laboratory and inquiry-based activities in physics education.

Keywords: epistemic practices, research skills, physics education, physics experiment, inquiry-based learning, scientific evidence.

Contemporary physics education is aimed not only at helping students acquire scientific concepts, laws, and formulas but also at developing their ability to investigate physical phenomena independently, work with experimental data, and justify conclusions based on evidence. In this context, the development of students’ research skills has become an important objective of science education[2]. These skills include formulating research questions, proposing hypotheses, planning investigations, conducting measurements, analyzing and interpreting data, evaluating evidence, constructing arguments, and drawing conclusions.

One promising approach to supporting the development of these skills is to engage students in epistemic practices. Kelly and Licona describe epistemic practices as socially organized ways through which members of a community propose, communicate, evaluate, and legitimize knowledge claims [10]. From this perspective, the focus of science learning shifts from simply completing a task to understanding how knowledge is constructed, what evidence supports a claim, and on what basis a scientific conclusion can be considered justified.

This perspective is particularly relevant to physics education because experimentation is a central component of learning physics. A physics experiment should not be limited to demonstrating a previously established law or confirming a result known in advance[2]. It can provide opportunities for students to

formulate questions, predict outcomes, select appropriate measurement procedures, collect and represent data, compare evidence with initial hypotheses, analyze discrepancies, and justify conclusions. Thus, students become active participants in the process of knowledge construction rather than passive performers of predetermined procedures.

In many traditional laboratory activities, however, the research question, equipment, experimental procedure, and expected result are provided in advance. Students are often expected to follow a sequence of instructions and obtain a result that confirms a known physical law[3]. Although such laboratory activities can support the acquisition of experimental techniques, they may provide limited opportunities for students to make independent research decisions and consider why particular data can serve as evidence for a scientific claim.

The organization of laboratory activities around epistemic practices changes the nature of students’ participation. For example, instead of simply asking students to “assemble the circuit according to the diagram and verify Ohm’s law,” the teacher can ask them to determine what measurements are necessary to investigate the relationship between current and voltage, decide how the data should be represented, and explain whether the collected evidence is sufficient to support their conclusion[4].

From this perspective, research skills and epistemic practices are closely interconnected. Formulating a research question establishes the direction of an investigation. Developing a hypothesis requires students to propose a possible explanation or relationship between physical quantities. Planning an experiment involves deciding what evidence should be collected and how it can be obtained reliably[5]. Data analysis requires students to identify patterns and relationships. Argumentation connects claims with experimental evidence, while drawing conclusions requires students to evaluate whether the collected evidence supports their initial hypothesis.

Another important aspect of epistemic practice is students’ engagement with experimental errors and unexpected results. When an error is treated simply as an incorrect result, students may focus on changing their answer until it corresponds to the expected value. In an epistemically oriented laboratory environment, however, unexpected results can become a source of further investigation[8]. Students can examine the experimental conditions, check the equipment, evaluate measurement uncertainty, consider alternative explanations, and revise their initial assumptions. In this way, errors become part of the process of scientific reasoning rather than merely something that needs to be corrected.

The teacher plays an important role in facilitating students’ epistemic practices. The teacher’s role is not limited to providing instructions and checking whether students have obtained the correct answer. Instead, teachers can create opportunities for students to explain and justify their reasoning. Questions such as “What evidence supports your conclusion?”, “How do your results support your hypothesis?”, “Could these results be explained differently?”, and “What

could you change in the experiment to test your explanation?” can encourage students to reflect on the relationship between claims, evidence, and scientific reasoning.

Student autonomy is also important in this process. Providing students with opportunities to make decisions about experimental procedures, measurements, data representation, and interpretation can support more meaningful participation in scientific practices. At the same time, complete independence is not always necessary[7]. Teacher guidance can be gradually adjusted according to students’ experience and the complexity of the task. Therefore, the teacher acts as a facilitator who supports students’ participation while maintaining opportunities for independent reasoning and decision-making.

Digital technologies can further expand opportunities for epistemically oriented physics learning. Computer simulations, virtual laboratories, digital sensors, and data-analysis tools allow students to manipulate variables, repeat experiments, visualize relationships between physical quantities, compare models with experimental evidence, and test alternative hypotheses[6]. However, the educational value of digital technologies depends on how they are incorporated into learning activities. Simply using a simulation or digital sensor does not automatically create an inquiry-based learning environment[9]. Digital tools become particularly valuable when students use them to formulate questions, obtain evidence, evaluate results, and justify knowledge claims.

Thus, epistemic practices can provide a meaningful foundation for developing students’ research skills in physics education. Their integration into laboratory and inquiry-based activities can shift students’ learning from reproducing predetermined procedures toward active participation in the construction and justification of scientific knowledge. In this approach, research skills are developed not as isolated technical abilities but through an interconnected process of questioning, hypothesizing, planning, collecting and analyzing evidence, constructing arguments, and revising ideas.

In conclusion, incorporating epistemic practices into physics education requires reconsidering both the structure of learning tasks and the teacher’s role. Physics laboratory activities should provide students with opportunities to make research decisions, select and evaluate evidence, analyze unexpected results, justify conclusions, and revise their explanations. Such an approach can contribute to the systematic development of students’ research skills and support a deeper understanding of how scientific knowledge is constructed and justified.

References:

1. Dehui Hu, Benjamin M. Zwickl Examining students' personal epistemology: the role of physics experiments and relation with theory Conference: 2017 Physics Education Research Conference January -2018. DOI:10.1119/perc.2017.juried.003

2. Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. The Development of Epistemological Theories: Beliefs about Knowledge and Knowing and their Relation to

Learning. Review of Educational Research,- 1997,-P. 67, 88-140.https: //doi.org/10.3102/00346543067001088

3. K. Kim and D. J. Siegel, Machine Learning Reveals Factors that Control Ion Mobility in Anti-perovskite Solid Electrolytes, Journal of Materials Chemistry A, Accepted Manuscript.-2022. DOI: 10.1039/d2ta03613d

4. Hofer, B. K., & Pintrich, P. R.. Personal Epistemology: The Psychology of Beliefs about Knowledge and Knowing. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.- 2002 https://doi.org/10.4324/9781410604316

5. Elby. A. Examining students' personal epistemology: the role of physics experiments and relation with theory, Physics Education Research Supplement.-2018. DOI:10.1119/perc.

6. Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners’ Conceptions of Nature of Science. Journal of Research in Science Teaching.-2002.- P. 831-879 https://doi.org/10.1002/tea.10034

7. Adams W. K., Perkins K. K., Podolefsky N. S., Dubson M., Finkelstein N. D., Wieman C. E. New instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: The Colorado Learning Attitudes about Science Survey. Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res. 2, -2006. DOI: https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010101

8. Uddin, Z., & Hani Zaheer, M. (2019). Simulating physics experiments in spreadsheets–Experimenting with Ohm’s law. The Physics Teacher, *57*(3), P.182-183.

9. Sandoval, W. Science education's need for a theory of epistemological development. Science Education, -2014. Vol. 98(3). -,P 383-387.

10. Kelly G.J., Licona P. Epistemic Practices and Science Education // History, Philosophy and Science Teaching: New Perspectives / ed. M.R. Matthews. – Springer, 2018. – P. 139–165.

5E MODELI ASOSIDA TADQIQOTGA YO‘NALTIRILGAN TA'LIMNI TASHKIL ETISHNING PEDAGOGIK IMKONIYATLARI

Baxtiyorova Kamola Erali qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti
Fizika va astronomiya yo‘nalishi, 4-kurs talabasi

Annotatsiya: Maqolada 5E modeli asosida tadqiqotga yo‘naltirilgan ta'limni tashkil etishning pedagogik imkoniyatlari tahlil qilingan. 5E modelining Engage, Explore, Explain, Elaborate va Evaluate bosqichlari o‘quvchilarning bilish faolligi, mustaqil ta'lim kompetensiyasi hamda tabiiy-ilmiy savodxonligini rivojlantirishdagi o‘rni yoritilgan. Shuningdek, mazkur modelning Science ta'limida qo‘llanish afzalliklari bayon etilgan.

Kalit so‘zlar: 5E modeli, tadqiqotga asoslangan ta'lim, Science ta'limi, konstruktivizm, tabiiy-ilmiy savodxonlik, kompetensiya, mustaqil ta'lim.

Zamonaviy ta’lim tizimida o‘quvchilarning mustaqil bilim olish faoliyatini rivojlantirish, ularda ilmiy tafakkur va tadqiqotchilik ko‘nikmalarini shakllantirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Shu sababli dunyo pedagogik amaliyotida konstruktivistik yondashuvga asoslangan innovatsion ta’lim texnologiyalaridan keng foydalanilmoqda. Shunday texnologiyalardan biri 5E modeli bo‘lib, u o‘quvchilarni faol bilish jarayoniga jalb etish, mustaqil izlanishga yo‘naltirish va bilimlarni amaliyotda qo‘llash imkonini beradi.

5E modeli konstruktivizm nazariyasiga asoslanadi. Ushbu nazariyaga ko‘ra, bilim o‘qituvchi tomonidan tayyor shaklda berilmaydi, balki o‘quvchining faol ishtiroki natijasida shakllanadi. O‘quvchi yangi ma’lumotlarni o‘zining mavjud tajribasi bilan bog‘laydi, tahlil qiladi va yangi bilimlarni mustaqil ravishda hosil qiladi. Shu jihatdan 5E modeli ta’lim jarayonida o‘quvchi markaziy o‘ringa chiqishini ta’minlaydi.

Modelning birinchi bosqichi – Engage (jalb etish) bosqichi hisoblanadi. Mazkur bosqichning asosiy maqsadi o‘quvchilarning mavzuga bo‘lgan qiziqishini uyg‘otish va ularni faol fikrlashga undashdan iborat. Dars boshida muammoli savollar, qiziqarli tajribalar yoki real hayotiy vaziyatlar qo‘llaniladi. Natijada o‘quvchilarda yangi bilimlarni egallashga ehtiyoj paydo bo‘ladi va ular tadqiqot faoliyatiga tayyorlanadi.

Ikkinchi bosqich – Explore (tadqiq etish) bosqichi bo‘lib, bunda o‘quvchilar mustaqil yoki kichik guruhlarda ishlash orqali muammoni o‘rganadilar. Ular kuzatishlar olib boradilar, tajribalar o‘tkazadilar, ma’lumotlar to‘playdilar va olingan natijalarni tahlil qiladilar. Ushbu bosqich o‘quvchilarning ilmiy fikrlashini rivojlantirishda alohida ahamiyatga ega. Ayniqsa, fizika fanida laboratoriya mashg‘ulotlari, STEM topshiriqlari va virtual laboratoriyalardan foydalanish o‘quvchilarning amaliy faoliyatini faollashtiradi.

Uchinchi bosqich – Explain (tushuntirish) bosqichida o‘quvchilar o‘z kuzatuvlari va tajribalariga asoslangan xulosalarini taqdim etadilar. Shundan so‘ng o‘qituvchi ilmiy tushunchalarni izohlaydi, nazariy ma’lumotlarni tizimlashtiradi hamda mavzuning mohiyatini ochib beradi. Ushbu bosqichda munozara, savol-javob va taqdimot metodlaridan foydalanish o‘quvchilarning kommunikativ kompetensiyalarini rivojlantiradi.

To‘rtinchi bosqich – Elaborate (qo‘llash va kengaytirish) bosqichi bo‘lib, bunda o‘quvchilar o‘zlashtirilgan bilimlarni yangi vaziyatlarda qo‘llaydilar. Mazkur bosqich nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog‘lash imkonini beradi. Fizika darslarida loyiha ishlari, amaliy masalalar, muhandislik topshiriqlari va fanlararo integratsiyalashgan mashg‘ulotlardan foydalanish orqali

o‘quvchilarning ijodiy fikrlashi va muammolarni hal qilish kompetensiyalari rivojlanadi.

Beshinchi bosqich – Evaluate (baholash) bosqichi hisoblanadi. Mazkur bosqichda o‘quvchilarning bilimlari, ko‘nikmalari va kompetensiyalari baholanadi. Zamonaviy ta’limda baholash faqat yakuniy natijani aniqlash emas, balki o‘quvchilarning rivojlanish dinamikasini kuzatish vositasi sifatida qaraladi. Shu sababli 5E modelida formativ baholash, o‘z-o‘zini baholash va o‘zaro baholash usullaridan keng foydalaniladi.

Tadqiqotga asoslangan ta’limning muhim afzalliklaridan biri o‘quvchilarni faol bilim oluvchiga aylantirishidir. O‘quvchilar tayyor bilimlarni yodlash bilan cheklanib qolmaydi, balki muammolarni aniqlash, gipotezalar ilgari surish, eksperimentlar tashkil qilish va ilmiy xulosalar chiqarish jarayonlarida faol ishtirok etadilar. Natijada ularda tanqidiy fikrlash, muloqot, hamkorlik va ijodkorlik kompetensiyalari shakllanadi.

Bugungi kunda PISA xalqaro baholash dasturlarida tabiiy-ilmiy savodxonlikka katta e’tibor qaratilmoqda. 5E modeli aynan shu savodxonlikni rivojlantirishga xizmat qiladi. O‘quvchilar ilmiy bilimlardan kundalik hayotda foydalanish, ilmiy dalillar asosida qaror qabul qilish va muammolarni hal qilish ko‘nikmalariga ega bo‘ladilar. Shu jihatdan mazkur model Science ta’limining zamonaviy talablariga to‘liq javob beradi.

Xulosa qilib aytganda, 5E modeli va tadqiqotga asoslangan ta’lim yondashuvi zamonaviy Science ta’limining samarali pedagogik texnologiyalaridan biri hisoblanadi. Mazkur model o‘quvchilarning bilish faolligini oshirish, mustaqil ta’lim olish ko‘nikmalarini rivojlantirish hamda ilmiy tafakkurini shakllantirishga xizmat qiladi. Engage, Explore, Explain, Elaborate va Evaluate bosqichlarining o‘zaro uzviy bog‘liqligi o‘quvchilarning bilimlarni ongli ravishda o‘zlashtirishini, ularni amaliyotda qo‘llashini hamda muammolarni ilmiy asosda hal qilish kompetensiyalarini rivojlantirishni ta’minlaydi.

Shuningdek, 5E modeli asosida tashkil etilgan darslar o‘quvchilarda tanqidiy fikrlash, hamkorlikda ishlash, muloqot qilish, ijodkorlik va tadqiqotchilik ko‘nikmalarini shakllantiradi. Ushbu yondashuv tabiiy-ilmiy savodxonlikni rivojlantirish, PISA kabi xalqaro baholash dasturlari talablariga mos kompetensiyalarni tarkib toptirish hamda ta’lim sifatini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu sababli 5E modelidan fizika, kimyo, biologiya va integrallashgan Science fanlarini o‘qitish jarayonida keng foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Сластенин В.А.Общая педагогика: учеб.пособие: в 2 ч. / В.А. Сластенин, И.Ф. Исаев, Е.Н. Шиянов.-М.:Владос,2003.

2. National Research Council. Inquiry and the National Science Education Standards. Washington DC: National Academy Press, 2000.

3. OECD. PISA 2022 Assessment and Analytical Framework. Paris: OECD Publishing, 2023.

4. Выготский Л.С., Психология: учеб.пособие / Л.С.Выготские.-М.:/ Апрель Пресс; М.: ЭКСМО-Пресс, 2002.

5.Djo„rayev M. Fizika o„qitish metodikasi.–Toshkent. «Abu matbuotkonsalt», 2015. – 276 b.

TINKERCAD MUHITIDA ELEKTR ZANJIRLARINI MODELLASHTIRISH ORQALI O‘QUVCHILARNING AMALIY KO‘NIKMALARINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI

Borankulova Fatima Marat qizi[1]

[1] Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti 2-kurs magistranti.

Annotatsiya. Maqolada Tinkercad virtual muhitida elektr zanjirlarini modellashtirish orqali o‘quvchilarning amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirish metodikasi yoritilgan. O‘tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash bo‘yicha virtual laboratoriya ishlari ishlab chiqilib, o‘lchash natijalari nazariy hisoblar bilan solishtirilgan.

Kalit so‘zlar: raqamli transformatsiya, virtual laboratoriya, Tinkercad, modellashtirish, elektr zanjiri, amaliy ko‘nikmalar.

Fizika ta’limida raqamli transformatsiya jarayonlari o‘quv jarayoniga innovatsion texnologiyalarni keng joriy etishni taqozo etmoqda. Ayniqsa, “Elektr va magnetizm” bo‘limida amaliy mashg‘ulotlarni samarali tashkil etish muhim ahamiyatga ega. An’anaviy laboratoriya mashg‘ulotlarida jihozlarning yetishmasligi, xavfsizlik talablari hamda vaqt cheklovlari qiyinchilik tug‘diradi. Shu sababli virtual laboratoriya va simulyatsiya muhitlaridan foydalanish dolzarb hisoblanadi.

Tinkercad – Autodesk kompaniyasi tomonidan taqdim etilgan bepul, veb-ga asoslangan simulyator bo‘lib, o‘quvchilarga elektron komponentlar bilan xavfsiz muhitda ishlash, sxemalar tuzish va ularni real vaqt rejimida sinovdan o‘tkazish imkonini beradi [1, 4]. Dastur interfeysi elektr zanjirlarini yig‘ish, turli nominaldagi elementlarni (rezistorlar, batareyalar, diodlar, kalitlar) tanlash hamda zanjirning noto‘g‘ri ulangan qismlarini aniqlab, almashtirish ko‘nikmalarini shakllantirishga imkon beradi. Xalqaro tadqiqotlarda ham o‘zgarmas tok zanjirlari bo‘yicha laboratoriya mashg‘ulotlarida real jihozlar o‘rniga kompyuter simulyatsiyasidan foydalanish o‘quvchilarning tushunchalarni o‘zlashtirishiga salbiy ta’sir ko‘rsatmasligi, aksincha, uni yaxshilashi mumkinligi ko‘rsatilgan [3].

Tadqiqotning maqsadi – Tinkercad muhitida o‘tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash bo‘yicha virtual laboratoriya ishlarini ishlab chiqish va ularning amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirishdagi imkoniyatlarini asoslashdir. Metodika uch bosqichdan iborat: 1) o‘quvchi natijani nazariy jihatdan bashorat qiladi; 2) zanjirni yig‘ib, simulyatsiyada o‘lchashlarni bajaradi; 3) o‘lchash natijalarini bashorat bilan solishtirib, xulosa chiqaradi. Quyida “O‘tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulashni o‘rganish” mavzusi (8-sinf fizika kursi [2]) uchun ishlab chiqilgan model keltirilgan.

I. O‘tkazgichlarni ketma-ket ulash

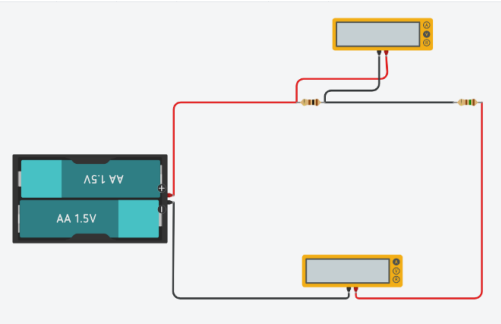
Ketma-ket ulangan o‘tkazgichlarda tok kuchi hamma qismda bir xil, umumiy kuchlanish kuchlanishlar yig‘indisiga, umumiy qarshilik esa qarshiliklar yig‘indisiga teng [2]:

$$I = I_1 = I_2; \quad U = U_1 + U_2; \quad R = R_1 + R_2.$$

Ishning maqsadi: o‘tkazgichlar ketma-ket ulanganda ulardagi tok kuchi va kuchlanish tushuvini o‘rganish [2].

Tinkercad jihozlari: tok manbai (3 V), 2 ta rezistor (100 Ω va 150 Ω), multimetr (ampermetr va voltmetr rejimida), kalit va ulovchi simlar.

Ishni bajarish tartibi:



1-rasm. Ketma-ket ulash sxemasining Tinkercad’dagi modeli

1. Formulalar yordamida tok kuchi va kuchlanish tushuvlarini oldindan hisoblab, natijani bashorat qiling.
2. 1-rasmdagi zanjirni yig‘ing: Tinkercad ishchi maydoniga tok manbai va rezistorlarni joylashtiring, “Components” bo‘limidan olingan multimetrlardan birini birinchi rezistorga parallel (voltmetr), ikkinchisini zanjirga ketma-ket (ampermetr) ulang. Manba kuchlanishini 3 V ga o‘rnating.
3. “Simulation” tugmasini bosib, birinchi rezistordan o‘tayotgan tok kuchi I_1 va uning uchlaridagi kuchlanish U_1 ni o‘lchang, natijani 1-jadvalga yozing.
4. Simulyatsiyani to‘xtating, voltmetrni ikkinchi rezistor uchlariga ulang va I_2 hamda U_2 ni o‘lchang.
5. Simulyatsiyani to‘xtating, voltmetrni ketma-ket ulangan ikkala rezistor uchlariga ulab, U_{AB} va zanjirdagi tok kuchi I ni o‘lchang.
6. Manba kuchlanishini 6 V ga o‘zgartirib, tajribani takrorlang.
7. O‘lchangan qiymatlarni bashorat bilan solishtiring.

1-jadval. Ketma-ket ulash bo‘yicha o‘lchash natijalari

№	$U_{1,\ V}$	$I_{1,\ mA}$	$R_{1,\ Ω}$	$U_{2,\ V}$	$I_{2,\ mA}$	$R_{2,\ Ω}$	$U_{AB,\ V}$	I, mA
1	1,20	12,0	100	1,79	12,0	150	2,99	12,0
2	2,38	23,8	100	3,57	23,8	150	5,95	23,8

II. O‘tkazgichlarni parallel ulash

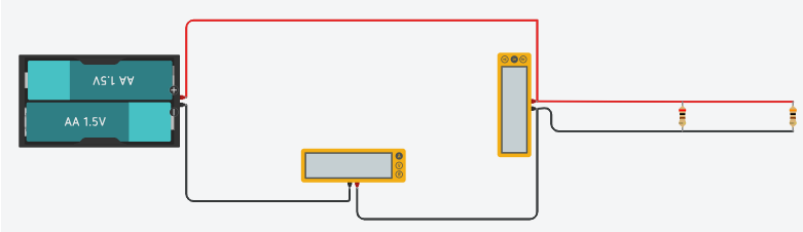
Parallel ulangan o‘tkazgichlarda kuchlanish bir xil, umumiy tok kuchi tarmoqlardagi toklar yig‘indisiga teng, umumiy qarshilikning teskari qiymati esa qarshiliklar teskari qiymatlarining yig‘indisiga teng [2]:

$$U = U_1 = U_2; \quad I = I_1 + I_2; \quad \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$

Ishning maqsadi: o‘tkazgichlarni parallel ulagandagi tok kuchi va kuchlanish tushuvini o‘rganish.

Tinkercad jihozlari: tok manbai, turli qarshilikka ega 2 ta rezistor (200 Ω va 300 Ω), multimetr (ampermetr va voltmetr rejimida), kalit va ulovchi simlar.

Ishni bajarish tartibi:



2-rasm. Parallel ulash sxemasining Tinkercad’dagi modeli

1. Formulalar yordamida R_p, I, I_1 va I_2 ni oldindan hisoblab, natijani bashorat qiling.
2. 2-rasmdagi zanjirni yig‘ing: batareya va rezistorlarni joylashtirib, voltmetrni har ikki rezistorga parallel, ampermetrni zanjirga ketma-ket ulang. Manba kuchlanishini 3 V ga o‘rnating.
3. “Simulation” tugmasini bosib, umumiy tok kuchi I va kuchlanish U ni o‘lchang, natijani 2-jadvalga yozing.
4. Simulyatsiyani to‘xtating, ampermetrni birinchi rezistorga ketma-ket ulab, I_1 va U_1 ni o‘lchang.
5. Simulyatsiyani to‘xtating, ampermetrni ikkinchi rezistorga ketma-ket ulab, I_2 va U_2 ni o‘lchang.
6. Manba kuchlanishini 6 V ga o‘zgartirib, tajribani takrorlang va natijalarni bashorat bilan solishtiring.

2-jadval. Parallel ulash bo‘yicha o‘lchash natijalari

№	U, V	I, mA	$R_{p,\ Ω}$	$U_{1,\ V}$	$I_{1,\ mA}$	$R_{1,\ Ω}$	$U_{2,\ V}$	$I_{2,\ mA}$	$R_{2,\ Ω}$
1	2,98	24,8	120	2,98	14,9	200	2,98	9,92	300
2	5,90	49,2	120	5,90	29,5	200	5,90	19,7	300

Natijalar tahlili. Ketma-ket ulanishda $U_1 + U_2 = U_{AB}$ (1,20 + 1,79 = 2,99 V; 2,38 + 3,57 = 5,95 V) va $I_1 = I_2 = I$ munosabatlari bajarildi. Parallel ulanishda $I_1 + I_2 \approx I$ (14,9 + 9,92 ≈ 24,8 mA; 29,5 + 19,7 = 49,2 mA) va $U_1 = U_2 = U$ ekani

tasdiqlandi. Umumiy qarshilikning tajribadagi qiymati R = U/I formula bo‘yicha topilib, nazariy qiymat bilan 3-jadvalda solishtirildi.

3-jadval. Umumiy qarshilikning tajribaviy va nazariy qiymatlari

Ulanish	U, V	I, mA	$R_{taj,\ \Omega}$	$R_{naz,\ \Omega}$	δ, %
Ketma-ket	2,99	12,0	249,2	250	0,33
Ketma-ket	5,95	23,8	250,0	250	0,00
Parallel	2,98	24,8	120,2	120	0,13
Parallel	5,90	49,2	119,9	120	0,07

Nazariy qiymatdan farq 0,4 % dan oshmadi. Bunday kichik og‘ishlarni o‘quvchilar o‘lchash asboblarining ichki qarshiligi va komponent parametrlaridagi tafovutlar bilan izohlashi mumkin, bu esa o‘lchash xatoliklari haqidagi tasavvurni shakllantiradi.

Xulosa. Tinkercad muhitida elektr zanjirlarini modellashtirish o‘quvchilarning amaliy ko‘nikmalarini – zanjir yig‘ish, o‘lchash asboblarini to‘g‘ri ulash, natijalarni jadvalga yozish va nazariy qiymatlar bilan solishtirish ko‘nikmalarini – rivojlantirishda samarali vosita hisoblanadi. “Bashorat – simulyatsiya – tahlil” tartibida tashkil etilgan virtual laboratoriya nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog‘lash, mustaqil fikrlash va loyihalash kompetensiyalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Ishlab chiqilgan ishlarni fizika o‘qitish jarayoniga, jumladan real laboratoriya mashg‘ulotlariga tayyorgarlik bosqichida keng joriy etish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Autodesk Tinkercad Learning Center. Getting Started with Circuits. – 2025.

2. Habibullayev P. va boshq. Fizika: 8-sinf darsligi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2019.

3. Finkelstein N.D., Adams W.K., Keller C.J. et al. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment // Physical Review Special Topics – Physics Education Research. – 2005. – Vol. 1, Is. 1. – Art. 010103.

4. Tinkercad Circuits – Online Virtual Laboratory [Elektron resurs]. – URL: https://www.tinkercad.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ: ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Ботиралиев Абдуллох Гайратович[1]

[1] Студент 2-го курса направления информационных технологий и систем, Чирчикский государственный педагогический университет.

Аннотация. В работе представлены результаты комплексного анализа применения технологий искусственного интеллекта и виртуальной реальности в процессе преподавания физики и астрономии в системе высшего образования. На основе анализа практики внедрения в ведущих образовательных учреждениях проанализирована эффективность интерактивных симуляций и адаптивных систем при изучении сложных физических явлений и небесных объектов. Выявлены ключевые преимущества применения цифровых инструментов, включая улучшение понимания абстрактных концепций на 35–45%, сокращение времени обучения на 60%, и определены основные организационные, методические и экономические вызовы внедрения этих технологий в образовательные системы.

Ключевые слова: искусственный интеллект, виртуальная реальность, цифровые технологии, физика, астрономия, интерактивные симуляции, образовательные инновации, персонализированное обучение, адаптивные системы.

Современная система образования находится на пороге цифровой трансформации. Введение технологий искусственного интеллекта (ИИ) и виртуальной реальности (ВР) в преподавание физики и астрономии открывает новые возможности для персонализации обучения, повышения мотивации студентов и создания глубокого понимания сложных физических концепций. Физика и астрономия исторически считаются одними из самых сложных дисциплин, требующими от студентов способности к абстрактному мышлению и трёхмерной пространственной визуализации. Традиционные методы преподавания, основанные главным образом на лекциях и двумерных диаграммах, часто недостаточны для преодоления познавательных барьеров, возникающих при изучении этих предметов. Проблема усугубляется тем, что многие физические явления (квантовые процессы, электромагнитные поля, космические структуры) невозможно непосредственно наблюдать в условиях обычной аудитории. Данное исследование посвящено анализу практического применения инновационных технологий ИИ и ВР в образовательном процессе современной средней и высшей школы.

Инструменты, основанные на искусственном интеллекте, позволяют разработать адаптивные системы обучения, которые анализируют прогресс каждого студента в реальном времени и предлагают персонализированные рекомендации и оптимальные образовательные маршруты. Такие системы способны выявлять индивидуальные пробелы в знаниях студента и автоматически адаптировать уровень сложности учебного материала в соответствии с его темпом обучения и когнитивными способностями. Алгоритмы машинного обучения анализируют, какие концепции студент уже освоил, какие требуют дополнительного повторения, и какие новые темы можно вводить для прогрессивного развития. Это значительно

повышает эффективность использования учебного времени, так как студент не тратит время на повторение уже известного материала, а сосредоточивается на областях, требующих дополнительного внимания.

Виртуальные лаборатории позволяют учащимся проводить опасные, дорогостоящие или невозможные в реальной жизни эксперименты в полностью контролируемой и безопасной цифровой среде, не рискуя здоровьем или повреждением дорогостоящего оборудования. Например, студенты могут виртуально изучать ядерные реакции, работать с высокотоксичными веществами или проводить экспозиции к экстремальным условиям (высокие температуры, низкое давление, сильная радиация), которые были бы невозможны в обычной школьной или университетской лаборатории. Трёхмерные интерактивные визуализации небесных объектов, планетарных систем и космических явлений существенно облегчают изучение астрономии и позволяют студентам рассматривать эти объекты с различных углов и масштабов, способствуя формированию научного мышления через глубокое пространственное понимание.

Результаты исследований в ведущих образовательных учреждениях демонстрируют значительную эффективность применения цифровых технологий в образовательном процессе. Использование ВР-симуляций повышает эффективность усвоения учебного материала на 35–45% по сравнению с традиционными методами преподавания, особенно при изучении абстрактных физических концепций, требующих пространственной визуализации. Применение интеллектуальных систем репетиторства и адаптивного обучения сокращает время на диагностику пробелов в знаниях на 60%, позволяя преподавателям более эффективно использовать время при индивидуальной работе со студентами. Кроме того, студенты отмечают значительное повышение интереса и мотивации к предмету, лучшее понимание практического применения физических законов в реальных ситуациях и более уверенное выполнение сложных расчётов и задач повышенной сложности.

Эффективность применения этих технологий основана на нескольких ключевых механизмах. Первый механизм – снижение когнитивной нагрузки за счёт визуализации абстрактных концепций в конкретные, наглядные образы, которые легче обрабатывает рабочая память студента. Второй механизм – персонализация обучения, при которой каждый студент получает индивидуальный образовательный маршрут, соответствующий его стилю и темпу обучения. Третий механизм – повышение мотивации через иммерсивность ВР-среды, создающей состояние «погружённости», при котором обучение становится более интересным и эмоционально насыщенным. Четвёртый механизм – оптимизация времени обучения за счёт адаптивности системы, которая исключает неэффективное повторение

известного материала и сосредоточивает внимание именно на том, что требует дополнительного изучения.

Однако внедрение цифровых инновационных технологий в образовательную среду сталкивается со значительными вызовами и требует значительных капитальных инвестиций в инфраструктуру, включая приобретение дорогостоящего ВР-оборудования, разработку специализированного программного обеспечения и платформ для управления обучением. Требуется переквалифицирование педагогических кадров, так как большинство преподавателей нуждаются в дополнительном обучении использованию новых технологий и в освоении методик интеграции их в традиционный учебный процесс. Критическим фактором успеха внедрения является сбалансированное сочетание цифровых инструментов с традиционными методами преподавания, включая практические лабораторные работы и классические подходы, которые также сохраняют педагогическую и развивающую ценность.

На основе полученных результатов авторы рекомендуют образовательным учреждениям начать пилотные проекты внедрения интегрированных систем ИИ и ВР в преподавание наиболее сложных дисциплин, где традиционные методы показывают наименьшую эффективность. Необходимо разработать специализированные программы переподготовки преподавателей, включающие как технические знания, так и современные педагогические подходы. Рекомендуется провести детальный экономический анализ затрат и выгод для определения оптимальной модели внедрения. Особенно важно интегрировать традиционные физические лабораторные эксперименты с виртуальными, создавая гибридный подход, который сочетает преимущества обоих методов.

В заключение можно утверждать, что интеграция ИИ и ВР в преподавание физики и астрономии является перспективным и критически важным направлением развития современного образования. Цифровые технологии предоставляют уникальные возможности для преодоления традиционных трудностей обучения, значительного повышения мотивации студентов и создания более эффективных образовательных сред. Однако успешное внедрение требует комплексного подхода, включающего не только техническую модернизацию, но и переподготовку педагогических кадров, разработку качественного методического обеспечения и создание интегрированных систем, сочетающих инновации с проверенными педагогическими методами. Дальнейшие исследования должны сосредоточиться на разработке доступных и универсальных методик оптимального использования этих технологий для различных возрастных групп, уровней подготовки студентов и различных учебных контекстов.

Список использованной литературы:

1. Бабушкина Л.А., Фролова С.В. Использование виртуальной реальности в образовательном процессе // Вестник педагогических инноваций. 2024. № 2. С. 45–58.

2. Винокуров В.А. Искусственный интеллект в образовании: теория и практика // Образовательные технологии. 2023. Т. 15. № 3. С. 78–92.

3. Иванова М.П., Сергеев И.Е. Персонализированное обучение физике с применением цифровых технологий // Современная педагогика. 2024. № 1. С. 34–49.

4. Королева Н.В. Виртуальные лаборатории в обучении естественным наукам // Вестник образовательных инноваций. 2023. Т. 8. № 4. С. 112–128.

5. Морозов А.А., Петров П.С. Интеграция ИИ-систем в учебный процесс университета // Высшее образование в России. 2024. № 2. С. 88–103.

6. Смирнова Е.Ю. Визуализация физических явлений с помощью VR-технологий // Инновации в образовании. 2023. № 5. С. 156–171.

7. Федоров И.В. Цифровая трансформация системы образования: возможности и риски // Педагогический журнал. 2024. Т. 14. № 1. С. 22–38.

8. Хромова Л.С., Яковлев В.И. Адаптивные системы обучения на основе машинного обучения // Образование и наука. 2023. Т. 25. № 3. С. 201–219.

ELEMENTAR ZARRALAR FIZIKASINI O‘QITISHDA KOMPYUTER MODELLASHTIRISH ASOSIDA VIRTUAL TAJRIBALARNI YARATISH

Davletniyazov Salamat Paluaniyazovich

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti fizika kafedrasi katta o‘qituvchi p.f.f.d. (PhD)

Annotatsiya: Ushbu ishda elementar zarralar fizikasini o‘qitishda kompyuter modellashtirish asosida virtual tajribalarni yaratish masalasi ko‘rib chiqiladi. Tadqiqot doirasida elementar zarralar fizikasiga oid virtual laboratoriya modeli tahlil qilinib, unda elektron, pozitron, proton, neytron, myuon, foton va pion kabi zarralar bilan ishlash, zarrachalar harakatini kuzatish, magnit maydon ta’sirini modellashtirish, to‘qnashuvlarni tashkil etish, elektron–pozitron annigilyatsiyasini namoyish qilish hamda ayrim parchalanish jarayonlarini vizuallashtirish imkoniyatlari ko‘rib chiqildi.

Kalit so‘zlar: elementar zarralar fizikasi, kompyuter modellashtirish, virtual laboratoriya, virtual tajriba, raqamli texnologiyalar, interaktiv simulyatsiya, zarracha, kollayder, annigilyatsiya, Feynman diagrammasi.

Zamonaviy fizika ta’limida raqamli texnologiyalardan foydalanish o‘quv jarayonining mazmuni va metodlarini takomillashtirishning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Ayniqsa, elementar zarralar fizikasi kabi mikrodunyo

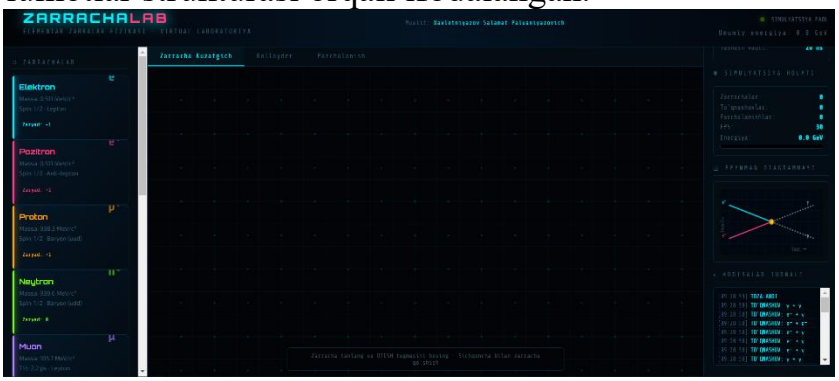
jarayonlari bilan bog‘liq mavzularni o‘rganishda virtual modellashtirish alohida ahamiyatga ega.

Elementar zarralar fizikasi doirasida zarrachalarning harakati, ularning o‘zaro ta’siri, to‘qnashuvi, annigilyatsiyasi va parchalanishi kabi jarayonlarni real laboratoriya sharoitida tashkil etish murakkab. Bunday jarayonlarni talaba uchun bevosita tajriba orqali ko‘rsatish katta ilmiy-texnik infratuzilmani talab qiladi.

Kompyuterda modellashtirish esa fizik jarayonlarning matematik va algoritmik modelini yaratish orqali ularni ekranda interaktiv tarzda namoyish etish imkonini beradi. Bunda talabalar fizik obyekt yoki hodisani faqat nazariy jihatdan tasavvur qilibgina qolmay, balki uning model parametrlarini o‘zgartirib, jarayonning vizual natijasini kuzatishi mumkin.

Mazkur tadqiqotda ana shu yondashuv asosida ishlab chiqilgan **“ZARRACHA LAB – Elementar zarralar fizikasi Virtual laboratoriya”** modeli asos qilib olindi. Virtual laboratoriyada zarrachalar tanlanadi, tajriba parametrlari belgilanadi va ularning harakati hamda o‘zaro ta’siri interaktiv muhitda kuzatiladi.

Tadqiqotning asosiy materiali sifatida elementar zarralar fizikasiga mo‘ljallangan interaktiv virtual laboratoriya modeli olindi. Dasturiy modelda elektron, pozitron, proton, neytron, myuon, foton va pion kabi zarrachalar kiritilgan. Har bir zarracha uchun massa, elektr zaryadi, spin va boshqa tegishli parametrlar ma’lumotlar strukturasi orqali ifodalangan.



1-Rasm. Elementar zarralar fizikasi virtual laboratoriyasining umumiy interfeysi

Virtual laboratoriyaning umumiy tuzilishi quyidagi asosiy qismlardan tashkil topadi:

1. zarrachani tanlash moduli;
2. tajriba parametrlarini boshqarish moduli;
3. zarracha harakatini modellashtirish moduli;
4. to‘qnashuvlarni modellashtirish moduli;
5. parchalanish jarayonlarini modellashtirish moduli;
6. Feynman diagrammalarini vizuallashtirish moduli;
7. tajriba natijalarini monitoring qilish moduli.

Virtual laboratoriyada tezlashtiruvchi energiya, zarrachalar soni va magnit maydon kuchlanganligi kabi parametrlarni boshqarish imkoniyati mavjud.

Energiya qiymati 1–100 GeV oralig‘ida, zarrachalar soni 5–50 oralig‘ida, magnit maydon esa 0–5 T oralig‘ida berilgan.

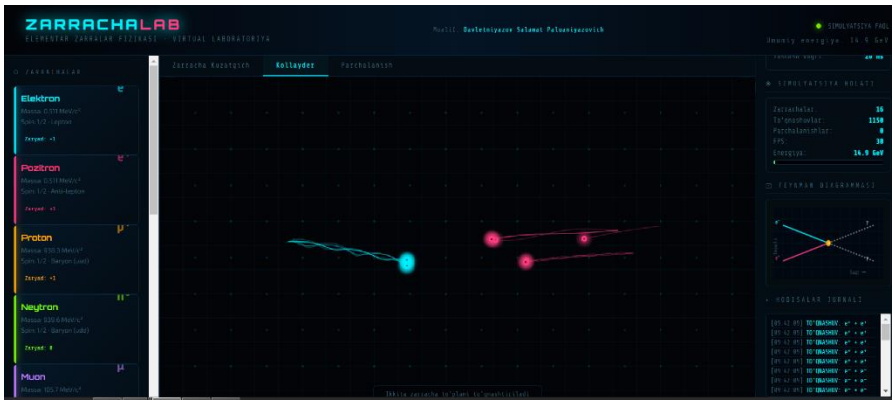
Zarrachalar harakatini modellashtirish

Kompyuter modelida har bir zarracha koordinatalari, tezlik komponentlari va turi bilan ifodalanadi. Zarrachalarning harakati vaqt bo‘yicha yangilanib boradi. Zaryadlangan zarrachalarga magnit maydon ta’siri hisobga olinadi. Shuningdek, zarrachalarning laboratoriya chegaralariga urilishi va qaytishi ham modellashtirilgan.

Bunday yondashuv o‘quvchiga magnit maydonning zaryadlangan zarracha harakatiga ta’sirini vizual kuzatish imkonini beradi.

To‘qnashuv jarayonlarini modellashtirish

Virtual laboratoriyaning muhim imkoniyatlaridan biri zarrachalar to‘qnashuvini modellashtirishdir.



2-Rasm. Elektron va pozitronlarning kollayderdagi qarama-qarshi harakati.

Modelda elektron va pozitronning to‘qnashuvi alohida fizik hodisa sifatida ko‘rib chiqilib, ularning annigilyatsiyasi natijasida fotonlar hosil bo‘lishi ko‘rsatiladi. Boshqa zarrachalar o‘rtasidagi to‘qnashuvlar esa modelda elastik to‘qnashuv sifatida tashkil etilgan.

Feynman diagrammalarini modellashtirish

Virtual laboratoriyada fizik jarayonlarni faqat zarrachalar harakati orqali emas, balki Feynman diagrammalari yordamida ham vizuallashtirish imkoniyati mavjud. Dasturda sochilish va annigilyatsiya jarayonlariga mos diagrammalar shakllantiriladi.

Bu imkoniyat nazariy model bilan vizual model o‘rtasidagi bog‘liqlikni ta’minlashga xizmat qiladi.

Parchalanish jarayonlarini modellashtirish

Virtual laboratoriyaning alohida rejimida zarrachalarning parchalanishi ham modellashtirilgan.



Xususan, myuon parchalanishi soddalashtirilgan model asosida elektron va foton hosil bo‘lishi orqali namoyish etiladi.

Shuningdek, laboratoriyada “Zarracha kuzatgich”, “Kollayder” va “Parchalanish” kabi tajriba rejimlari mavjud.

Xulosa qilib aytganda elementar zarralar fizikasini o‘qitishda kompyuterda modellashtirish asosida virtual tajribalarni yaratish o‘quv jarayonida murakkab va bevosita kuzatish qiyin bo‘lgan fizik jarayonlarni interaktiv tarzda namoyish etish imkonini beradi.

Tadqiqotda tahlil qilingan “ZARRACHA LAB” virtual laboratoriyasida elektron, pozitron, proton, neytron, myuon, foton va pion kabi zarrachalar bilan ishlash, ularning harakatini kuzatish, magnit maydon ta’sirini modellashtirish, zarrachalar to‘qnashuvini tashkil etish, elektron–pozitron annigilyatsiyasi va ayrim parchalanish jarayonlarini vizuallashtirish imkoniyatlari mavjud. Virtual laboratoriyaning “Zarracha kuzatgich”, “Kollayder” va “Parchalanish” rejimlariga ega ekanligi turli o‘quv topshiriqlarini tashkil etish uchun imkoniyat yaratadi.

Kompyuter modellashtirish asosidagi bunday virtual tajribalar orqali o‘quvchi nazariy bilimni dinamik vizual model bilan bog‘laydi, fizik jarayonlarning sabab-oqibat munosabatlarini kuzatadi va tajriba parametrlarini o‘zgartirish orqali mustaqil tahlil olib boradi.

Kelgusida ushbu virtual laboratoriyani rivojlantirish doirasida fizik jarayonlarning matematik modelini yanada takomillashtirish, tajriba natijalarini jadval va grafiklar ko‘rinishida saqlash, o‘quv topshiriqlarini avtomatik shakllantirish hamda talabalarning tajriba natijalarini baholash mexanizmlarini ishlab chiqish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Насриддинов К.Р., Давлетниязов С.П. Элементар зарралар физикаси бўлимини фанлараро алоқадорлик асосида ўқитиш. // Педагогик таълим. – Тошкент, 2011. – №6. – Б. 43-48 (13.00.00 № 6).

2.Nasriddinov K.R., Davletniyazov S.P., Borankulova F.M. Maktab o‘quvchilarning elektr zanjirlarini modellashtirish ko‘nikmalarini tinkercad vertual laboratoriyasi orqali o‘rgatish metodikasi. // Ilim hám jámiyet. – Nókis, 2026. – №5/3. – B. 112-114.

3. Olympiou G., Zacharia Z. C. Blending Physical and Virtual Manipulatives: An Effort to Improve Students’ Conceptual Understanding Through Science Laboratory Experimentation. *Science Education*. 2012.

4. Davletniyazov S.P., Nurimbetov Q.K., Jaksimuratova Z.J., Kalbaeva H.R. The use of Information and Communication Technologies in Teaching Elementary Particles Physics. // Eurasian Journal of Learning and Academic Teaching (EJLAT), Brussels, Belgium, Vol. 5, 2022. ISSN(E) 2795-739X – P. 55-58.Journal Impact Factor:8.115

5. Davletniyazov S.P. Elementar zarralar fizikasi nomli elektron darslik. // ЭҲМ дастури. Гувоҳнома № DGU 16903. 2022.

FIZIK JARAYONLARNI KOMPYUTER MODELLASHTIRISH ASOSIDA VIRTUAL TAJRIBALAR YARATISH TEXNOLOGIYASI

Davletniyazov Salamat Paluaniyazovich[1], Matqurbanova Gulchexra Yakubovna[2]

[1] Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti fizika kafedrasi katta o‘qituvchi p.f.f.d. (PhD).

[2] Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti fizika kafedrasi stajyor-o‘qituvshi.

Annotatsiya: Ushbu ishda umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizik jarayonlarni o‘qitishda kompyuter modellashtirish asosida virtual tajribalarni yaratish texnologiyasi yoritilgan. Fizik hodisa va jarayonlarni raqamli modellar yordamida namoyish etish, o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog‘lash hamda tajriba natijalarini mustaqil tahlil qilish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, kompyuter modellashtirish, virtual tajriba, raqamli texnologiyalar, fizik jarayon, interaktiv model, virtual laboratoriya.

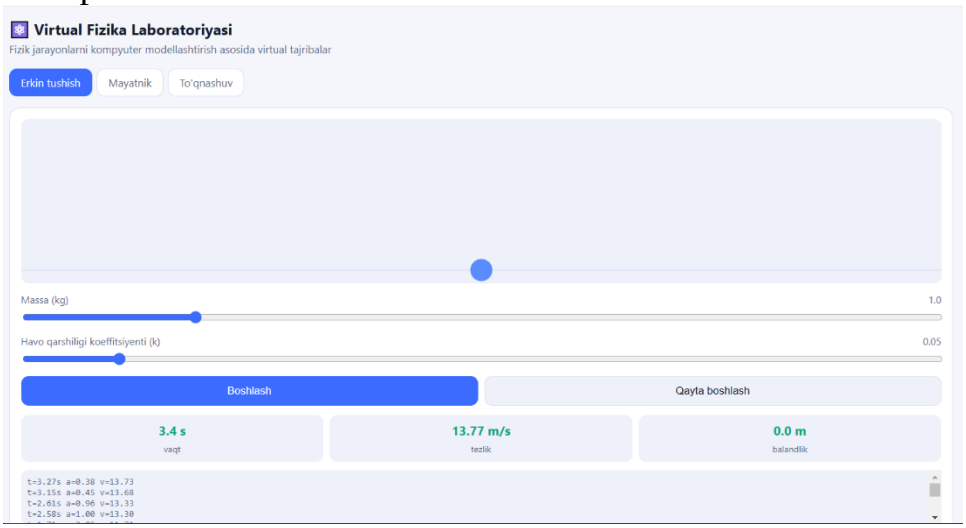
Bugungi kunda ta’lim jarayoniga raqamli texnologiyalarni joriy etish fizika fanini o‘qitish metodikasini takomillashtirishning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Fizik hodisa va jarayonlarning aksariyati bevosita kuzatish yoki real laboratoriya sharoitida tajriba o‘tkazishni talab qiladi. Biroq ayrim tajribalarni amalga oshirish uchun zarur jihozlarning yetishmasligi, tajribaning murakkabligi, xavfsizlik talablari yoki ko‘p vaqt talab qilishi ta’lim jarayonida muayyan qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi.

Shu nuqtayi nazardan, kompyuter modellashtirish asosida virtual tajribalarni yaratish o‘quvchilarga fizik jarayonlarni vizual va interaktiv shaklda o‘rganish imkonini beradi.

Kompyuter modellashtirish – real fizik obyekt, hodisa yoki jarayonning matematik va algoritmik tavsifi asosida uning kompyuter modelini yaratish jarayonidir. Bunday model orqali fizik kattaliklarning o‘zgarishini kuzatish, parametrlarni o‘zgartirish va natijalarni tahlil qilish mumkin.

Virtual tajribalarni yaratish texnologiyasini quyidagi bosqichlarda tashkil etish mumkin:

1. Fizik jarayonni tanlash. Dastlab o‘quv dasturiga mos fizik hodisa yoki jarayon tanlanadi. Masalan, elektr zanjiridagi tok kuchining kuchlanishga bog‘liqligi, mexanik harakat, erkin tushish, issiqlik almashinuvi, elektromagnit induksiya yoki optik hodisalar.



2. Fizik-matematik modelni ishlab chiqish. Tanlangan jarayonning asosiy qonuniyatlari aniqlanadi va matematik model tuziladi. Masalan, Om qonuni:

$$I = \frac{U}{R}$$

bu yerda I – tok kuchi, U – kuchlanish, R – elektr qarshilik.

3. Kompyuter modelini yaratish. Matematik model dasturiy muhitga kiritilib, foydalanuvchi parametrlarni o‘zgartira oladigan interaktiv model yaratiladi. Bunda grafiklar, animatsiyalar, o‘lchov asboblari va boshqaruv elementlaridan foydalanish mumkin.

4. Virtual tajribani loyihalash. O‘quvchiga tajribani mustaqil bajarish imkonini beruvchi virtual muhit yaratiladi. Masalan, kuchlanish qiymatini o‘zgartirish, qarshilikni tanlash va natijada tok kuchining qanday o‘zgarishini kuzatish.

5. Natijalarni qayta ishlash va tahlil qilish. Virtual tajriba davomida olingan ma’lumotlar jadval va grafik ko‘rinishida ifodalanadi. O‘quvchi natijalarni taqqoslaydi, qonuniyatni aniqlaydi va xulosa chiqaradi.

6. Pedagogik baholash. Tajriba yakunida o‘quvchilarning bilim va ko‘nikmalarini aniqlash uchun test savollari, amaliy topshiriqlar yoki muammoli vaziyatlardan foydalaniladi.

Virtual tajribalarning muhim afzalliklaridan biri – fizik jarayon parametrlarini tez va xavfsiz ravishda o‘zgartirish imkoniyatidir. Masalan, real laboratoriyada elektr zanjiridagi elementlarni qayta-qayta almashtirish ma’lum vaqt talab qilsa, virtual muhitda ushbu jarayon bir necha soniyada amalga oshiriladi.

Shuningdek, virtual tajribalar abstrakt fizik tushunchalarni vizual tasvirlash imkonini beradi. Ayniqsa, atom va molekulyar jarayonlar, elektr va magnit maydonlar, to‘lqinlar hamda mikrodunyoga oid hodisalarni o‘rganishda bunday texnologiyalardan foydalanish o‘quvchilarning tasavvurini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Virtual tajribalarni yaratishda **PhET Interactive Simulations**, **GeoGebra**, **Tinkercad** kabi raqamli vositalardan, shuningdek, HTML5, JavaScript va Python asosidagi dasturiy yechimlardan foydalanish mumkin.

Virtual tajribaning didaktik modeli

Virtual tajriba quyidagi mantiqiy ketma-ketlik asosida tashkil etilishi mumkin:

Fizik muammo → Matematik model → Kompyuter modeli → Virtual tajriba → Natijalarni kuzatish → Ma’lumotlarni tahlil qilish → Xulosa → Baholash

Mazkur model o‘quvchining faqat tayyor ma’lumotni qabul qilishi emas, balki tajribani mustaqil bajarishi, parametrlarni o‘zgartirishi, natijalarni kuzatishi va ilmiy xulosa chiqarishiga imkon beradi.

Xulosa qilib aytganda, fizik jarayonlarni kompyuter modellashtirish asosida virtual tajribalar yaratish texnologiyasi fizika ta’limining amaliy va raqamli imkoniyatlarini kengaytiradi. Virtual tajribalar yordamida murakkab fizik jarayonlarni vizual namoyish etish, tajribalarni xavfsiz va ko‘p marotaba takrorlash, fizik kattaliklar o‘rtasidagi bog‘lanishlarni grafik ko‘rinishda tahlil qilish imkoniyati yaratiladi.

Mazkur texnologiyani fizika darslarida an’anaviy laboratoriya mashg‘ulotlari bilan uyg‘unlashtirish o‘quvchilarning tajriba o‘tkazish, kuzatish, tahlil qilish va xulosa chiqarish ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Shu sababli kompyuter modellashtirish asosida virtual tajribalarni ishlab chiqish zamonaviy fizika ta’limining istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida qaralishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder.
2. Halliday D., Resnick R., Walker J. *Fundamentals of Physics*.
3. Serway R.A., Jewett J.W. *Physics for Scientists and Engineers*.
4. Nasriddinov K.R., Davletniyazov S.P., Borankulova F.M. Maktab o‘quvchilarning elektr zanjirlarini modellashtirish ko‘nikmalarini tinkercad vertual laboratoriyasi orqali o‘rgatish metodikasi. // Ilim hám jámiyet. – Nókis, 2026. – №5/3. – B. 112-114.
5. de Jong T., Linn M. C., Zacharia Z. C. Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. *Science*. 2013. Vol. 340, Issue 6130. P. 305–308.

FIZIKA TA’LIMIDA O‘QUVCHILARNING AMALIY KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISHNING RAQAMLI-DIDAKTIK MODELI

Davronov Oybek Bozorovich
Qarshi tumani ixtisoslashtirilgan maktabi fizika fani o‘qituvchisi
E-mail: odavronov355@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada ixtisoslashtirilgan maktablarda fizika ta’limining nazariy, eksperimental va raqamli komponentlarini integratsiyalash asosida o‘quvchilarning amaliy kompetentligini rivojlantirish masalasi yoritilgan. Amaliy kompetentlik fizik qonun va hodisalarning mohiyatini anglash, bilimlarni yangi vaziyatga tatbiq etish, eksperimentni loyihalash, o‘lchash natijalarini qayta ishlash, model yaratish, tahlil qilish va refleksiv baholash qobiliyatlarining integrativ majmui sifatida talqin etiladi. “Eksperiment – raqamli o‘lchash – modellashtirish – tahlil – adaptiv qayta aloqa – refleksiya – transfer” sikliga asoslangan raqamli-didaktik model taklif etilib, real va virtual laboratoriya, ko‘p funksiyali topshiriqlar, simulyatsiya va sun’iy intellekt vositalaridan nazoratli foydalanish bir tizimga birlashtiriladi.

Kalit so‘zlar: ixtisoslashtirilgan maktab, fizika ta’limi, amaliy kompetentlik, raqamli transformatsiya, fizik eksperiment, virtual laboratoriya, modellashtirish, ko‘p funksiyali topshiriq, sun’iy intellekt, refleksiya, transfer.

Zamonaviy ixtisoslashtirilgan maktabda fizika fanini o‘qitish faqat qonunlar, formulalar va nazariy tushunchalarni o‘zlashtirish bilan chegaralanmaydi. Bunday ta’lim muassasalarida o‘quvchi fizik hodisani kuzata oladigan, muammoni aniqlaydigan, faraz ilgari suradigan, tajribani loyihalaydigan, o‘lchash natijalarini tahlil qiladigan va fizik qonuniyatlar asosida dalillangan xulosa chiqaradigan faol subyekt sifatida shakllanishi zarur. Shu sababli ixtisoslashtirilgan maktablar uchun fizikadan amaliy kompetentlikni rivojlantirish masalasi alohida metodik ahamiyat kasb etadi.

Amaliy kompetentlikni nazariy bilimlarning oddiy yig‘indisi sifatida emas, balki nazariy bilim, eksperimental faoliyat, matematik modellashtirish, raqamli vositalardan foydalanish, ilmiy tafakkur va refleksiv baholashning integratsiyalashgan natijasi sifatida talqin qilish maqsadga muvofiq. Raqamli transformatsiya sharoitida kompyuter simulyatsiyalari, sensorli o‘lchash vositalari, elektron jadvallar, videoanaliz va sun’iy intellekt asosidagi yordamchi tizimlar fizik eksperimentning metodik imkoniyatlarini kengaytiradi. Biroq raqamli vosita o‘z-o‘zidan ta’lim natijasini ta’minlamaydi; asosiy masala uni fizik tafakkurni rivojlantiruvchi didaktik ketma-ketlikka kiritishdir.

Tadqiqotda kompetensiyaviy, faoliyatli, tizimli, muammoli va tadqiqotchilik yondashuvlari uyg‘unlashtirildi. O‘quvchilarning kognitiv faoliyatini tashkil etishda B. Bloom taksonomiyasining bilish – tushunish – qo‘llash – tahlil – sintez – baholash ketma-ketligi ko‘p funksiyali topshiriqlarni differensial tuzish uchun metodik asos sifatida olindi. Ixtisoslashtirilgan maktab

sharoitida asosiy e’tibor tahlil, modellashtirish, dalillash, baholash va yangi yechim yaratish kabi yuqori tartibli fikrlash amallariga qaratiladi.

Fizikadan amaliy kompetentlikning shakllanishini shartli ravishda quyidagi o‘zaro bog‘langan komponentlar orqali ifodalash mumkin:

$$K_{am} = f(K, E, M, D, R, T)$$

Bu yerda K – fizik tushuncha va qonunlarni bilish va anglash; E – eksperimental faoliyatni tashkil eta olish; M – matematik va fizik modellashtirish; D – raqamli vositalar va ma’lumotlar bilan ishlash; R – refleksiya va o‘z-o‘zini baholash; T – o‘zlashtirilgan bilim va faoliyat usullarini yangi vaziyatga transfer qilish. Mazkur tuzilma amaliy kompetentlikning alohida ko‘nikmalar yig‘indisi emas, balki fizik muammoni hal qilish jarayonida integrativ tarzda namoyon bo‘ladigan sifat ekanligini ko‘rsatadi.

Tadqiqotda pedagogik shartlar uch guruhga ajratildi. Tashkiliy-pedagogik shartlar fizik eksperimentni muammoni qo‘yishdan xulosa chiqarishgacha davom etadigan yaxlit o‘quv-tadqiqot faoliyati sifatida tashkil etish, real va virtual eksperimentlarni uyg‘unlashtirish hamda yakka va guruhli tadqiqotni muvofiqlashtirishni nazarda tutadi. Psixologik-pedagogik shartlar o‘quvchida intellektual qiyinchilik va ilmiy qiziqish uyg‘otadigan vaziyatlarni yaratish, natijani oldindan bashorat qilish, kutilmagan og‘ish sabablarini izohlash va xulosani himoya qilishga yo‘naltiriladi. Didaktik shartlar esa ko‘p funksiyali fizik topshiriqlar, muammoli eksperimentlar, mantiqiy tuzilmalar, virtual simulyatsiyalar, o‘z-o‘zini tekshirish savollari, ma’lumotlarni qayta ishlash algoritmlari va baholash mezonlarini o‘z ichiga olgan maxsus ta’minotni talab qiladi.

Ixtisoslashtirilgan maktablarda fizikadan amaliy kompetentlikni rivojlantirish uchun quyidagi yetti bosqichli sikl taklif etiladi:

EKSPERIMENT → RAQAMLI O‘LCHASH → MODELLASHTIRISH → TAHLIL → ADAPTIV QAYTA ALOQA → REFLEKSIYA → TRANSFER

1. Eksperiment. O‘quvchi tadqiqot savolini aniqlaydi, faraz ilgari suradi, bog‘liq va bog‘liq bo‘lmagan o‘zgaruvchilarni ajratadi, tajriba rejasini tuzadi hamda o‘lchash aniqligiga ta’sir etuvchi omillarni belgilaydi. O‘qituvchi tayyor algoritmni berishdan ko‘ra muammoli vaziyat yaratadi.

2. Raqamli o‘lchash. Natijalarni faqat daftar jadvaliga yozish bilan cheklanmay, imkoniyatdan kelib chiqib sensorlar, videoanaliz, elektron taymer yoki mobil qurilmalardan foydalaniladi. Maqsad qurilmani ishlatishni emas, “o‘lchov – ma’lumot – xatolik – ishonchlilik” munosabatini anglashni shakllantirishdir.

3. Modellashtirish. Olingan ma’lumotlar asosida fizik bog‘lanishning matematik yoki kompyuter modeli yaratiladi. Nazariy va eksperimental qiymatlar qiyoslanadi, modelning qo‘llanish chegaralari va farazlari aniqlanadi.

4. Tahlil. O‘quvchi natijalarni taqqoslaydi, grafik quradi, anomal qiymatlarni aniqlaydi, xatoliklarni izohlaydi va muqobil tushuntirishlarni ko‘rib

chiqadi. Shu tariqa laboratoriya mashg‘uloti ko‘rsatma bo‘yicha bajariladigan ishdan ilmiy tahlil faoliyatiga aylanadi.

5. Adaptiv qayta aloqa. Sun’iy intellekt vositalaridan tayyor javob beruvchi manba emas, balki xatoni topishga yo‘naltiruvchi, savol beruvchi va fikrlashni faollashtiruvchi yordamchi vosita sifatida foydalaniladi. AI tavsiyasi nazariy bilim, eksperiment natijasi va o‘qituvchi nazorati orqali tekshiriladi.

6. Refleksiya. O‘quvchi “qanday natija oldim?” bilan birga “qanday erishdim?”, “qayerda xato qildim?”, “yana bajarsam nimani o‘zgartiraman?” kabi savollarga javob beradi. Bu bosqich o‘z-o‘zini baholash va metakognitiv nazoratni kuchaytiradi.

7. Transfer. O‘zlashtirilgan qonuniyat yangi texnik, tabiiy yoki hayotiy vaziyatga ko‘chiriladi. Masalan, Guk qonuni laboratoriya prujinasidan tashqari avtomobil amortizatori, dinamometr yoki qurilish konstruksiyalaridagi deformatsiyani tahlil qilishda qo‘llanadi.

Ko‘p funksiyali topshiriqlar o‘quvchini reproduktiv faoliyatdan tahliliy, tadqiqotchilik va konstruktiv faoliyatga olib o‘tishi lozim. Birinchi darajada fizik qonunni bilish, kattaliklarni aniqlash va formulani qo‘llash; ikkinchi darajada hodisalarni taqqoslash, grafik qurish va model yaratish; uchinchi darajada eksperiment rejasini mustaqil tuzish, natijaning ishonchliligini baholash va xatolik sababini aniqlash; to‘rtinchi darajada esa o‘rganilgan qonuniyatni yangi vaziyatga transfer qilish va yechim modelini yaratish nazarda tutiladi.

Laboratoriya mashg‘ulotining didaktik ta’minotini takomillashtirish uchun an’anaviy yo‘riqnomadagi “mavzu – maqsad – nazariya – jihoz – bajarish tartibi – hisobot – nazorat savollari” ketma-ketligini muammoli vaziyat, mustaqil tajriba loyihalash, raqamli ma’lumot yig‘ish, modellashtirish, refleksiya va transfer topshirig‘i bilan boyitish taklif etiladi.

1-jadval. An’anaviy va raqamli-didaktik laboratoriya tuzilmasining qiyosiy tavsifi

An’anaviy laboratoriya	**Raqamli-didaktik laboratoriya**
Tayyor mavzu va maqsad	Muammoli vaziyat va tadqiqot savoli
Tayyor nazariy ma’lumot	Nazariy bilimlarni mustaqil faollashtirish
Tayyor bajarish tartibi	Eksperiment algoritmini loyihalash
Natijalarni jadvalga yozish	Raqamli ma’lumotlarni yig‘ish va qayta ishlash
Hisoblash va yakuniy xulosa	Model yaratish, tahlil, refleksiya va transfer
O‘qituvchi bahosi	O‘qituvchi bahosi + o‘z-o‘zini baholash

Ixtisoslashtirilgan maktab o‘quvchisining fizikadan amaliy kompetentligini motivatsion-kognitiv, eksperimental-faoliyatli, tahliliy-raqamli va refleksiv-transfer mezonlari asosida baholash mumkin. Shunga muvofiq reproduktiv, produktiv va tadqiqotchilik darajalari ajratiladi. Mazkur modelda real eksperiment va raqamli texnologiyalar qarama-qarshi qo‘yilmaydi: real laboratoriya fizik obyekt, qurilma va o‘lchash xatoligi haqidagi haqiqiy tajribani

shakllantirsa, virtual laboratoriya parametrlarni tez o‘zgartirish, murakkab jarayonlarni vizuallashtirish va tajribani takrorlash imkonini beradi.

Taklif etilgan yondashuv natijasida fizika darsining mantiqiy ketma-ketligi “formulani bilish – masala yechish” modelidan “muammoni aniqlash – faraz – eksperiment – raqamli ma’lumot – model – tahlil – dalillash – refleksiya – transfer” modeliga o‘tadi. Bu o‘zgarish ixtisoslashtirilgan maktab sharoitida o‘quvchining mustaqil tadqiqot olib borishi, fizik natijani dalillashi va yangi vaziyatda qo‘llay olishini ta’minlashga xizmat qiladi.

Ixtisoslashtirilgan maktablarda fizikadan amaliy kompetentlikni rivojlantirish ta’lim mazmunini shunchaki murakkablashtirish hisobiga emas, balki o‘quv faoliyatining xarakterini o‘zgartirish orqali amalga oshirilishi lozim. Amaliy kompetentlik nazariy bilim, eksperimental faoliyat, modellashtirish, raqamli savodxonlik, refleksiya va transferning integrativ birligi sifatida qaraladi. Laboratoriya mashg‘uloti tayyor algoritmni bajarishga emas, tadqiqot savolini qo‘yish, faraz yaratish, eksperiment o‘tkazish, natijani tahlil qilish va asoslangan xulosa chiqarishga yo‘naltirilishi zarur. Ko‘p funksiyali topshiriqlar yuqori tartibli fikrlashni, real va virtual eksperiment integratsiyasi esa fizik hodisaning tajribaviy va model tasvirlarini bog‘lashni ta’minlaydi. Sun’iy intellektdan o‘qituvchini almashtiruvchi emas, balki nazorat qilinadigan adaptiv qayta aloqa vositasi sifatida foydalanish maqsadga muvofiq. Taklif etilgan “eksperiment – raqamli o‘lchash – modellashtirish – tahlil – adaptiv qayta aloqa – refleksiya – transfer” sikli o‘quvchini passiv bilim oluvchidan eksperimentator, tahlilchi va tadqiqotchi subyektga aylantirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Bloom B.S. Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. – New York: Longmans, Green, 1956.

2. Bespalko V.P. Pedagogik texnologiyaning elementlari va dizayni. – Moskva: Pedagogika, 1989.

3. Maxmanov E.B. Fizikadan masalalar yechish orqali talabalarning fizik kompetentligini oshirish // Mug‘allim hem uzliksiz bilimlendiriw. – 2020. – № 5.1. – B. 113–118.

4. Ishmurodova G.I., Maxmanov E.B. Fizika fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini innovatsion yondashuv asosida o‘tkazish // Современное образование (Узбекистан). – 2019. – № 8(81). – B. 16–22.

5. Ishmurodova G.I., Maxmanov E.B. Talabalarning fizikadan mantiqiy masalalar yechish ko‘nikmalarini shakllantirish // Современное образование (Узбекистан). – 2020. – № 3(88). – B. 11–17.

6. Usarov J.E. Kompetensiyaviy yondashuvga asoslangan davlat ta’lim standartlarini amaliyotga joriy etish: muammo va yechimlar // Fizika, matematika va informatika. – 2016. – № 6. – B. 40–48.

7. Maxmanov E.B. Fizikadan laboratoriya mashg‘ulotlarida talabalarning fizik kompetentligini rivojlantirish // Образование и наука в XXI веке. – 2024.

BLUM TAKSONOMIYASINING PAYDO BO‘LISHI, UNDAN KREDIT-MODUL TA‘LIM SHAROITIDA FIZIKA O‘QITISHDA FOYDALANISHNING AHAMIYATI VA METODOLOGIYASI.

Dusmuratov Mansur Baysoatovich, ChDPU dotsenti, p.f.f.d. (PhD)

Annotatsiya: *Mazkur maqolada kredit-modul ta‘lim tizimi sharoitida ta‘lim jarayonini natijaga yo‘naltirish, talabalarning mustaqil ta‘lim faoliyatini samarali tashkil etish, o‘quv natijalarini rejalashtirish va baholashda Blum taksonomiyasining o‘rni yoritilgan. Kredit-modul tizimining asosiy tamoyillari hamda Blum taksonomiyasining kognitiv darajalari o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlik ochib berilgan.*

Kalit so‘zlar: *kredit-modul tizimi, Blum taksonomiyasi, mustaqil ta‘lim, ta‘lim natijalari, kompetensiyaviy yondashuv, fizika ta‘limi, kognitiv faoliyat, o‘quv topshiriqlari, baholash mezonlari, pedagogik texnologiyalar.*

Kredit-modul tizimining asosiy maqsadi talabaning mustaqil ta‘lim faoliyatini kuchaytirish, o‘quv jarayonini natijaga yo‘naltirish va kasbiy kompetensiyalarni shakllantirishdan iboratdir. Mazkur tizimda auditoriya mashg‘ulotlari bilan bir qatorda mustaqil ta‘limning umumiy yuklamadagi ulushi sezilarli darajada ortadi. Shu sababli talabalarning mustaqil ta‘lim faoliyatini ilmiy asosda tashkil etish muhim pedagogik muammolardan biri hisoblanadi [1].

Bugungi kunda ta‘lim natijalarini rejalashtirish, o‘quv topshiriqlarini ishlab chiqish hamda baholash mezonlarini aniqlashda Blum taksonomiyasi keng qo‘llanilmoqda. Ushbu taksonomiya ta‘lim maqsadlarini oddiy bilimlarni egallashdan tortib ijodiy faoliyatgacha bo‘lgan bosqichlar asosida tizimlashtirish imkonini beradi. Shu nuqtai nazardan kredit-modul tizimi sharoitida Blum taksonomiyasidan foydalanishning nazariy va amaliy asoslarini tadqiq etish dolzarb ilmiy muammo hisoblanadi.

Ta‘lim maqsadlarini tizimlashtirish va o‘quv natijalarini baholash masalalari pedagogika fanida uzoq yillardan buyon tadqiq etib kelinmoqda. Ushbu yo‘nalishda eng muhim nazariy ishlardan biri Benjamin Bloom boshchiligidagi olimlar guruhi tomonidan yaratilgan taksonomik model hisoblanadi. Bloom va uning hamkorlari tomonidan 1956-yilda chop etilgan "Taxonomy of Educational Objectives" asarida ta‘lim maqsadlari kognitiv, affektiv va psixomotor sohalarga ajratilgan hamda kognitiv faoliyatning bosqichma-bosqich rivojlanish mexanizmi ishlab chiqilgan. Tadqiqotchilar ta‘lim jarayonida bilimlarni oddiy eslab qolishdan tortib murakkab tahlil va baholashgacha bo‘lgan darajalar mavjudligini ilmiy jihatdan asoslab berganlar [2].

XX asr oxiri va XXI asr boshlarida ta‘lim tizimida kompetensiyaviy yondashuvning rivojlanishi natijasida Blum taksonomiyasining zamonaviylashtirilgan talqiniga ehtiyoj yuzaga keldi. Shu munosabat bilan Anderson va Krathwohl (2001) tomonidan taksonomiyaning qayta ishlangan modeli taklif qilindi. Mualliflar avvalgi “Knowledge”, “Comprehension”, “Application”, “Analysis”, “Synthesis” va “Evaluation” kategoriyalarini mos

ravishda “Remember”, “Understand”, “Apply”, “Analyze”, “Evaluate” va “Create” koʻrinishida qayta shakllantirdilar. Yangi modelda “Create” darajasi eng yuqori bosqich sifatida belgilandi. Bu esa taʻlimning zamonaviy maqsadlari, yaʻni innovatsion fikrlash va ijodkorlikni rivojlantirish talablariga mos keladi [3].

Blum taksonomiyasining oliy taʻlimdagi qoʻllanilishi masalalari John Biggs tomonidan ishlab chiqilgan konstruktiv muvofiqlashtirish (Constructive Alignment) nazariyasi doirasida yanada rivojlantirildi. Biggsning taʻkidlashicha, taʻlim jarayonining barcha komponentlari, yaʻni oʻquv natijalari, oʻqitish metodlari va baholash vositalari oʻzaro uygʻunlashtirilishi lozim. Blum taksonomiyasi aynan ushbu uygʻunlikni taʻminlashda metodologik asos sifatida xizmat qiladi. Tadqiqotchining fikricha, oʻquv natijalari yuqori darajadagi kognitiv faoliyatga yoʻnaltirilgan boʻlsa, baholash vositalari ham shu darajadagi faoliyatni oʻlchashi kerak [4,5].

Kennedy oʻz tadqiqotlarida oʻquv natijalarini shakllantirishda Blum taksonomiyasidan foydalanishning afzalliklarini keng yoritgan. Uning fikricha, taksonomik yondashuv oʻquv natijalarini aniq, oʻlchab boʻladigan va baholanadigan shaklda ifodalash imkonini beradi. Bu esa kredit-modul tizimi sharoitida alohida ahamiyat kasb etadi, chunki mazkur tizimda taʻlim natijalari kompetensiyalar koʻrinishida ifodalanadi [6].

Harden tomonidan ishlab chiqilgan natijaga yoʻnaltirilgan taʻlim (Outcome-Based Education) konsepsiyasida ham Blum taksonomiyasi muhim oʻrin egallaydi. Tadqiqotchining taʻkidlashicha, taʻlim jarayonining barcha elementlari talabaning yakuniy natijalariga erishishini taʻminlashga qaratilishi kerak. Shu sababli oʻquv dasturlarini loyihalashda taksonomik yondashuvdan foydalanish talabalar kompetensiyalarining bosqichma-bosqich shakllanishiga xizmat qiladi [7].

Soʻnggi yillarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar Blum taksonomiyasining talabalarning tanqidiy fikrlash, muammolarni hal qilish va ijodiy faoliyat koʻnikmalarini rivojlantirishdagi ahamiyatini koʻrsatmoqda. Xususan, Forehand, Churches, Adams hamda Marzano kabi olimlarning tadqiqotlarida taksonomiyaning raqamli taʻlim muhitida qoʻllanish imkoniyatlari tahlil qilingan. Ularning fikricha, zamonaviy taʻlim texnologiyalari bilan integratsiyalashgan Blum taksonomiyasi talabalarning mustaqil bilim olish faoliyatini samarali tashkil etish imkonini beradi [6,7].

Yuqoridagi tadqiqotchilar taʻlim jarayonida bilimlarni oddiy eslab qolishdan tortib murakkab tahlil va baholashgacha boʻlgan darajalar mavjudligini ilmiy jihatdan asoslab berganlar.

Oʻzbekistonlik olimlarning tadqiqotlarida ham kredit-modul tizimining didaktik asoslari, mustaqil taʻlimni tashkil etish va kompetensiyaviy yondashuv masalalari keng yoritilgan. Biroq mavjud ilmiy tadqiqotlar tahlili shuni koʻrsatadiki, kredit-modul tizimida fizika fanidan mustaqil taʻlim topshiriqlarini Blum taksonomiyasi asosida loyihalash, ularni oʻquv natijalari va kompetensiyalar bilan integratsiyalash hamda mazkur yondashuvning

samaradorligini eksperimental jihatdan asoslash masalalari yetarli darajada tadqiq etilmagan. Shu sababli kredit-modul tizimi sharoitida Blum taksonomiyasi asosida mustaqil ta‘limni tashkil etish metodikasini ishlab chiqish va takomillashtirish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

Avvalo Blum taksonomiyasi nima ekanligi va uning ta‘lim jarayoniga kirib kelishi haqida to‘xtalib o‘taylik. Ta‘lim muassasalaridagi o‘quvchi va talabalarning bilimi, malakasi va kompetensiyalarini tartibga solish va tizimlashtirish, ularda ta‘lim olish samaradorligining oshishiga olib keladi. Bunday tizimlashtirish nazariyalaridan birini 1956-yilda Chikago universiteti psixologi va pedagogi Benjamin Samuel Blum va u bilan birga ishlagan bir guruh olimlar tomonidan ishlab chiqilgan hamda o‘sha yilning o‘zida birinchi marta “Ta‘lim maqsadlari taksonomiyasi” kitobida nashr etilgan [2].

Bu temin “Bloom’s Taxonomy” so‘zidan olingan bo‘lib, ta‘lim maqsadlarini tizimlashtirish va tasniflash uchun ishlab chiqilgan pedagogik model hisoblanadi. “Taksonomiya” yunoncha so‘z bo‘lib, uning lug‘aviy ma‘nosi “Tartibga solish”, “Tasniflash” degan ma‘nolarni bildirib, pedagogikada bu so‘zdan biror narsani ierarxik tartib (pastdan yuqoriga qarab) bilan joylashtirish prinsipi degan ma‘noda foydalaniladi. Mazkur model talabalarning fikrlash faoliyatini oddiydan murakkabga qarab rivojlantirishga xizmat qiladi. Blum taksonomiyasining asosiy g‘oyasi shundan iboratki, ta‘lim jarayonida talaba faqat ma‘lumotni eslab qolishi emas, balki uni tushunishi, qo‘llashi, tahlil qilishi, baholashi va yangi bilimlar yaratishga qodir bo‘lishi zarur bo‘ladi [2,3].

Dastlab paytlarda taksonomiya uchta sohadan iborat bo‘lgan:

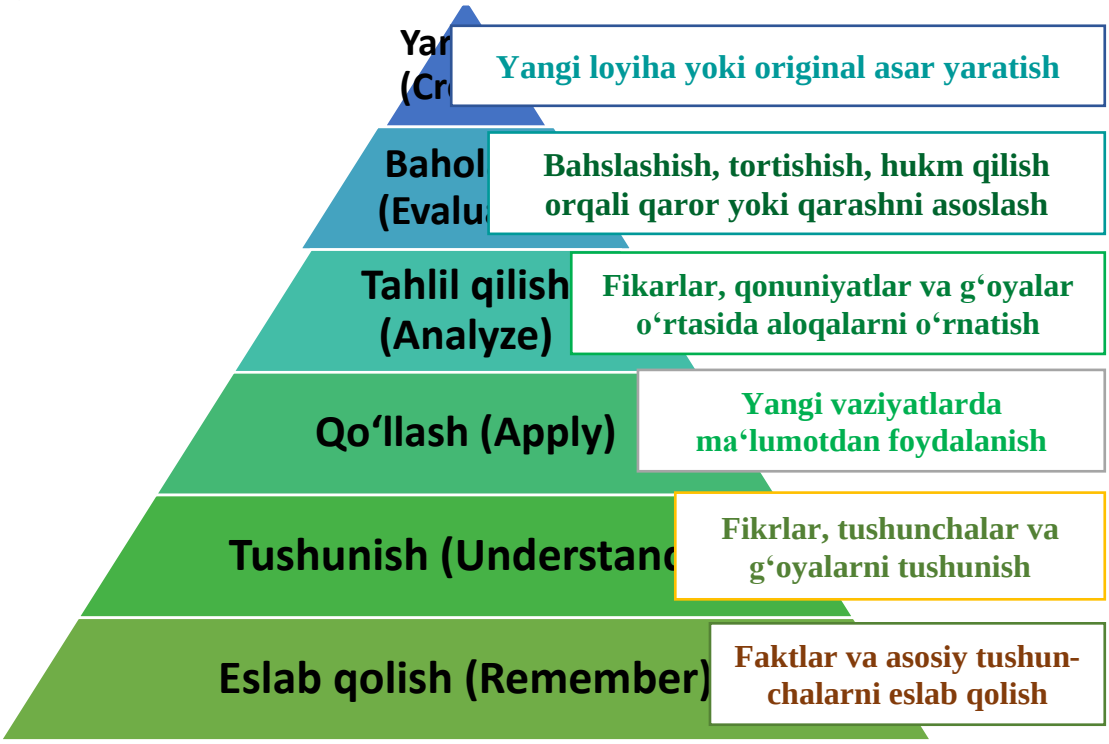
1. Kognitiv (bilish) sohasi – bilish, tushunish va tanqidiy fikrlashlar bilan bog‘liq soha;
2. Affektiv (ta‘sir doirasi) sohasi – hissiyotlar va his-tuyg‘ular bilan bog‘liq soha;
3. Psixomotor (amaliy-harakat) sohasi – amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirish va turli xil vositalardan foydalanish bilan bog‘liq soha.

Hozirda pedagogik tadqiqotlarda eng ko‘p qo‘llaniladigani va keng ommalashgani kognitiv soha hisoblanadi. Blum taksonomiyasining kognitiv sohasi 1956-yildagi klassik variantda quyidagi 6 ta bosqich mavjud bo‘lgan [2]:

1. Bilish (Knowledge);
2. Tushunish (Comprehension);
3. Qo‘llash (Application);
4. Tahlil (Analysis);
5. Sintez (Synthesis);
6. Baholash (Evaluation).

Ammo, 2001-yilda Lorin Anderson va David Krathwohl tomonidan taksono-miyaning kognitiv sohasi yangilandi va hozirgi zamonaviy ko‘rinishga keldi, ammo dastlabki nomlanshni saqlab qoldi. Blum taksonomiyasi ta‘lim maqsadlarini ierarxik (pastdan yuqoriga) tarzda tasniflashga asoslangan bo‘lib,

talabaning bilish faoliyatini quyidagi bosqichlarda rivojlantirishni nazarda tutadi (1-rasm) [3]:



1-rasm. Zamonaviy pedagogikada Blum taksonomiyasi bosqichlari

1-rasmda berilgan har bir daraja ma‘lum fikrlash qobiliyatini shakllantirishga qaratilgan. Blum taksonomiyasi ta‘lim maqsadlarini to‘g‘ri belgilashga yordam beradi. Maqsadlarga asoslanib, professor-o‘qituvchi talabalar uchun vazifalarni shakllantiradi va baholash vositalarini tanlaydi. Taksonomiya yordamida professor-o‘qituvchi ta‘limni tashkil etadi va talaba nafaqat yangi bilimlarni egallaydi, balki ularni tahlil qilishni va hayotga tatbiq etishni o‘rganadi. Blumning maqsadlar tizimi oddiydan murakkabgacha qurilgan, natijasi oldindan belgilangan. Blum taksonomiyasida eslab qolish va tushunish fikrlash va rivojlanishning eng past darajasiga, qo‘llash va baholash – o‘rtacha, tahlil qilish va yaratish – fikrlashning yuqori darajasiga tegishlidir. Benjamin Blumning fikriga ko‘ra, professor-o‘qituvchining eng asosiy vazifalaridan biri o‘rganuvchilardagi fikrlashning eng yuqori darajasiga erishishdir [2,3].

Blum taksonomiyasi asosida ishlab chiqilgan o‘quv topshiriqlari talabalarning yuqori darajadagi kognitiv faoliyatini rivojlantirishga xizmat qiladi. Natijada, ta‘lim jarayoni reproduktiv xarakterdan produktiv xarakterga o‘tadi. Shu boisdan ham, maqolaning metodologik asosini kompetensiyaviy yondashuv, tizimli yondashuv, faoliyatga yo‘naltirilgan ta‘lim konsepsiyasi hamda Blum taksonomiyasi va bu taksonomiyani fzika o‘qitishga olib kirish tashkil etadi.

Tadqiqot natijalari Blum taksonomiyasi kredit-modul tizimining didaktik tamoyillariga to‘liq mos kelishini ko‘rsatdi. Taksonomiyaning kognitiv darajalari o‘quv natijalarini shakllantirish, mustaqil ta‘lim topshiriqlarini ishlab chiqish va baholash mezonlarini aniqlashda samarali metodologik asos bo‘lib xizmat qiladi. Shuningdek, Blum taksonomiyasi asosida tashkil etilgan mustaqil ta‘lim

talabalarning bilimlarni mustaqil egallash, tahliliy fikrlash, muammolarni hal etish va ijodiy faoliyat koʻnikmalarini rivojlantirishga imkon beradi.

Kelgusida kredit-modul tizimida fizika fanidan mustaqil taʻlim topshiriqlarining Blum taksonomiyasi asosidagi modelini ishlab chiqish va pedagogik tajriba-sinov ishlari orqali uning samaradorligini aniqlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Oʻzbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining Oliy taʻlim muassasalarida taʻlim jarayonini tashkil etish bilan bogʻliq tizimni takomillashtirish chora-tabirlari toʻgʻrisida 2020 yil 31 dekabrdagi 824-son Qarori, “Oliy taʻlim muassasalarida oʻquv jarayoniga kredir-modul tizimini joriy etish tartibi toʻgʻ risidagi Nizom”.
2. Bloom B.S. *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I: Cognitive Domain*. – New York: Longmans, Green, 1956.
3. Anderson L.W., Krathwohl D.R. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. – New York: Longman, 2001.
4. Biggs J., Tang C. *Teaching for Quality Learning at University*. – Maidenhead: Open University Press, 2011.
5. Biggs J. *Constructive Alignment in University Teaching*. Higher Education Journal, 1996.
6. Kennedy D. *Writing and Using Learning Outcomes*. – Cork: University College Cork, 2007.
7. Harden R.M. Learning Outcomes and Instructional Objectives. *Medical Teacher*, 2002.

KREDIT-MODUL TAʻLIM SHAROITIDA MEXANIKA BOʻLIMINI OʻQITISHDA BLUM TAKSONOMIYASIDAN FOYDALANISH YOʻLLARI

Dusmuratov Mansur Baysoatovich, ChDPU dotsenti, p.f.f.d. (PhD)

Annotatsiya: *Mazkur maqolada kredit-modul taʻlim tizimi sharoitida fizikaning mexanika boʻlimini oʻqitishda Blum taksonomiyasidan foydalanishning turli yoʻllari hamda mustaqil taʻlim topshiriqlarini taksonomik yondashuv asosida ishlab chiqish boʻyicha metodik tavsiyalar berilgan. Blum taksonomiyasidan foydalanish talabalarning mustaqil fikrlash, tahlil qilish, baholash va ijodiy faoliyat koʻnikmalarini rivojlantirishga xizmat qilishi asoslab berilgan.*

Kalit soʻzlar: *kredit-modul tizimi, Blum taksonomiyasi, mustaqil taʻlim, taʻlim natijalari, kompetensiyaviy yondashuv, fizika taʻlimi, kognitiv faoliyat, oʻquv topshiriqlari, baholash mezonlari, pedagogik texnologiyalar.*

Bu temin “Bloom’s Taxonomy” so‘zidan olingan bo‘lib, ta‘lim maqsadlarini tizimlashtirish va tasniflash uchun ishlab chiqilgan pedagogik model hisoblanadi. “Taksonomiya” yunoncha so‘z bo‘lib, uning lug‘aviy ma‘nosi “Tartibga solish”, “Tasniflash” degan ma‘nolarni bildirib, pedagogikada bu so‘zdan biror narsani ierarxik tartib (pastdan yuqoriga qarab) bilan joylashtirish prinsipi degan ma‘noda foydalaniladi. Mazkur model talabalarning fikrlash faoliyatini oddiydan murakkabga qarab rivojlantirishga xizmat qiladi. Blum taksonomiyasining asosiy g‘oyasi shundan iboratki, ta‘lim jarayonida talaba faqat ma‘lumotni eslab qolishi emas, balki uni tushunishi, qo‘llashi, tahlil qilishi, baholashi va yangi bilimlar yaratishga qodir bo‘lishi zarur bo‘ladi [2,3].

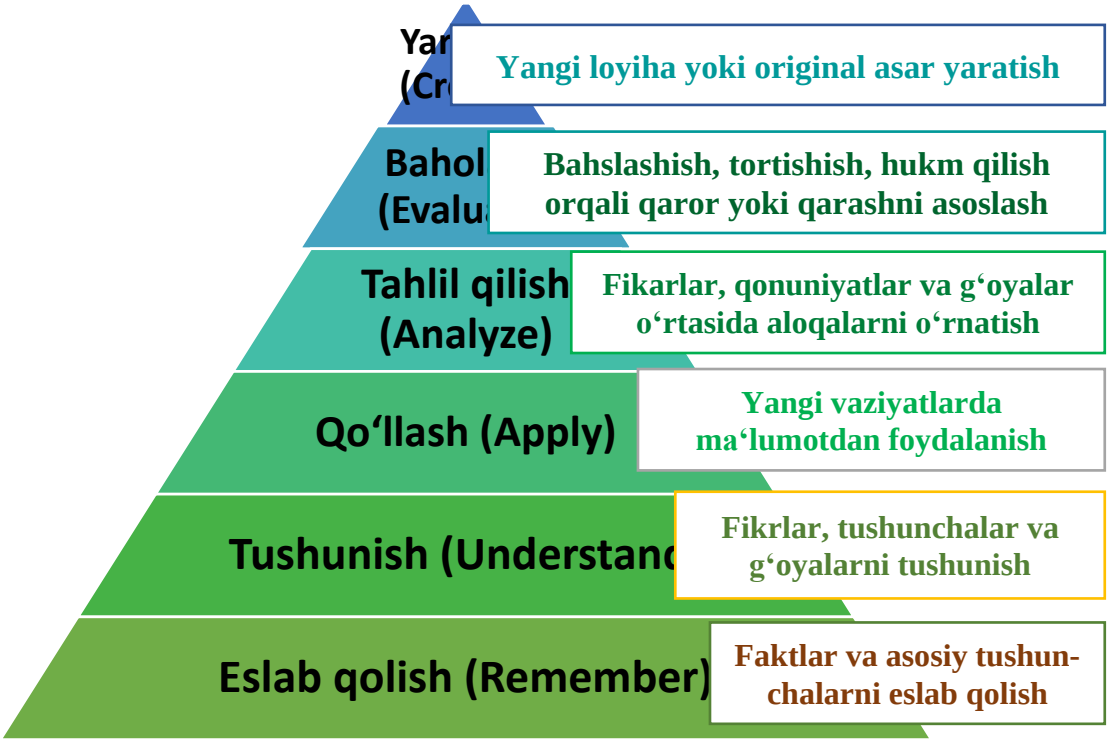
Dastlab paytlarda taksonomiya uchta sohadan iborat bo‘lgan:

4. Kognitiv (bilish) sohasi – bilish, tushunish va tanqidiy fikrlashlar bilan bog‘liq soha;
5. Affektiv (ta‘sir doirasi) sohasi – hissiyotlar va his-tuyg‘ular bilan bog‘liq soha;
6. Psixomotor (amaliy-harakat) sohasi – amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirish va turli xil vositalardan foydalanish bilan bog‘liq soha.

Hozirda pedagogik tadqiqotlarda eng ko‘p qo‘llaniladigani va keng ommalashgani kognitiv soha hisoblanadi. Blum taksonomiyasining kognitiv sohasi 1956-yildagi klassik variantda quyidagi 6 ta bosqich mavjud bo‘lgan [2]:

7. Bilish (Knowledge);
8. Tushunish (Comprehension);
9. Qo‘llash (Application);
10. Tahlil (Analysis);
11. Sintez (Synthesis);
12. Baholash (Evaluation).

Ammo, 2001-yilda Lorin Anderson va David Krathwohl tomonidan taksono-miyaning kognitiv sohasi yangilandi va hozirgi zamonaviy ko‘rinishga keldi, ammo dastlabki nomlanshni saqlab qoldi. Blum taksonomiyasi ta‘lim maqsadlarini ierarxik (pastdan yuqoriga) tarzda tasniflashga asoslangan bo‘lib, talabaning bilish faoliyatini quyidagi bosqichlarda rivojlantirishni nazarda tutadi (1-rasm) [3]:



1-rasm. Zamonaviy pedagogikada Blum taksonomiyasi bosqichlari

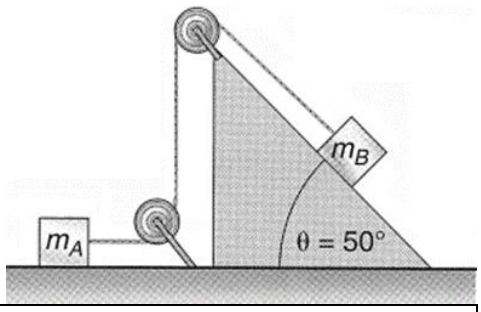
1-rasmda berilgan har bir daraja ma‘lum fikrlash qobiliyatini shakllantirishga qaratilgan. Blum taksonomiyasi ta‘lim maqsadlarini to‘g‘ri belgilashga yordam beradi. Maqsadlarga asoslanib, professor-o‘qituvchi talabalar uchun vazifalarni shakllantiradi va baholash vositalarini tanlaydi. Taksonomiya yordamida professor-o‘qituvchi ta‘limni tashkil etadi va talaba nafaqat yangi bilimlarni egallaydi, balki ularni tahlil qilishni va hayotga tatbiq etishni o‘rganadi. Blumning maqsadlar tizimi oddiydan murakkabgacha qurilgan, natijasi oldindan belgilangan. Blum taksonomiyasida eslab qolish va tushunish fikrlash va rivojlanishning eng past darajasiga, qo‘llash va baholash – o‘rtacha, tahlil qilish va yaratish – fikrlashning yuqori darajasiga tegishlidir. Benjamin Blumning fikriga ko‘ra, professor-o‘qituvchining eng asosiy vazifalaridan biri o‘rganuvchilardagi fikrlashning eng yuqori darajasiga erishishdir [2,3].

Fizika fanining turli bo‘limlari va boblarini, bu bo‘limlar va boblarga oid nazariy qism, masalalar yechish va laboratoriya ishlari bajarish kabi masalalarda ham Blum taksonomiyasi modelidan foydalanib o‘qitishni tashkil qilish mumkin.

Kredit-modul tizimida auditoriya soatlarini hamda mustaqil ta‘lim topshiriqlarini loyihalashda Blum taksonomiyasining kognitiv darajalari muhim metodik asos vazifasini bajaradi. Fizika fanini o‘qitishda ushbu yondashuvdan foydalanish talabalarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog‘lash, tahliliy fikrlashini rivojlantirish hamda ijodiy qobiliyatlarini shakllantirish imkonini yuzaga keltiradi.

Keling, konkret masalalar yechishda Blum taksonomiyasini qo‘llab ko‘raylik. Buni Fizikaning “Mexanika” bo‘limlaridan bittadan namuna masala yechish orqali amalga oshiramiz [8,9,10].

MASALA №1. Rasmda qo‘zg‘lmas vaznsiz bloklar orqali o‘tkazilgan yengil iplarga bog‘langan A va B jismlar tasvirlangan. Jismlarning massalari m_A=3kg, m_B=5 kg hamda jismlarning sirtlarga ishqalanish koeffitsiyentlari μ_A=0,3, μ_B=0,2 ga teng. Jismlarning tezlanishini va ipdagi taranglik kuchini aniqlang.



Taksonomiya darajasi	O‘quv natijalari
Eslash (Remember)	**Talabaning faoliyati.** Talaba masalani yechish uchun zarur bo‘lgan nazariy bilimlarni eslaydi. **Kerak bo‘ladigan formulalar.** Nyutonning 2-qonuni $\sum \vec{F}_i = m\vec{a}$ Ishqalanish kuchi $F_{ish}=\mu N$ Qiya tekislikdagi normal reaksiya $N=m_B g\cos\theta$ Og‘irlik kuchining qiyalikka proyeksiyasi $F=m_B g\sin\theta$ **Berilganlar.** m_A=3 kg; m_B=5 kg; μ_A=0,3; μ_B=0,2; $\theta=50^0$; g=9,8 m/s^2. **Usbu bosqichning maqsadi.** Talaba masalada ishlatiladigan fizik qonunlar va formulalarni xotiradan tiklaydi.
Tushunish (Understand)	**Masalaning fizik mazmunini tahlil qilish**. B jism pastga tomon sirpanib tushishga intiladi. Lekin u ip orqali A jismga bog‘langan. Shu sababli: B jism qiyalik bo‘yicha pastga harakat qiladi; A jism esa o‘ng tomonga siljiydi; Har ikkala jism orasidagi bog‘lanish ip orqali amalga oshirilganligi sababli $a_A = a_B = a$ Taranglik kuchi butun ip bo‘ylab bir xil bo‘ladi. **Kuchlar tahlili.** A jismga T taranglik kuchi va F_A ishqalanish kuchi ta‘sir qiladi. $F_A = \mu_A m_A g = 0,3\cdot(3kg)\cdot(9,8\,m/s^2) = 8,82\,N$ B jismga T taranglik kuchi va F_B ishqalanish kuchi, mg og‘irlik kuchi va sirtning N reaksiya kuchi ta‘sir qiladi. Og‘irlik kuchini qiyalik bo‘yicha va qiyalikka tik tashkil etivchilarga ajratib hisoblanadi. $F_B = \mu_B m_B g\cos 50^0 = 0,2\cdot(5kg)\cdot(9,8\,m/s^2)\cdot 0,643 = 6,3\,N$ $N = m_B g\cos 50^0 = (5kg)\cdot(9,8\,m/s^2)\cdot 0,643 = 31,51\,N$ $N = m_B g\sin 50^0 = (5kg)\cdot(9,8\,m/s^2)\cdot 0,766 = 37,53\,N$ **Usbu bosqichning maqsadi.** Talaba kuchlarning qaysi yo‘nalishda ta‘sir qilishini va nima sababdan shunday bo‘lishini tushunadi.
Qo‘llash	**Har bir jism uchun Nyutonning 2-qonunidan foydalanamiz.**

(Apply)	A jism: $T - F_A = m_A a, \ \rightarrow \ T - 8,82 = 3a$ B jism: $m_B g \sin\theta - F_B - T = m_B a, \ \rightarrow$ $37,53 - 6,3 - \mathrm{T} = 5a, \ \rightarrow \ 31,23 - T = 5a$ Ikki tenglamani qo‘shamiz. $T - 8,82 + 31,23 - T = 8a, \ \rightarrow$ $\rightarrow \ 22,41 = 8a, \ \rightarrow \ a = 2,8\, m/s^2$ Taranglik kuchini topamiz. $T = 3a + 8,82 = 3 \cdot 2,8 + 8,82 = 17,22\ N$ **Javob:** $a = 2,8\, m/s^2;\ T = 17,22\ N.$ **Usbu bosqichning maqsadi.** Talaba fizik qonunlarni amaliy masalaga qo‘llaydi va matematik hisob-kitoblarni bajaradi.
Tahlil (Analyze)	**Endi natijalarni tahlil qilamiz.** **1.** Agar ishqalanish bo‘lmaganda tazlanish $a = \frac{37,53}{8} = 4,69\, m/s^2$ ga teng bo‘lar edi. Demak, ishqalanish tufayli tezlanish qiymati $4,69 \rightarrow 2,8$ gacha kamayar ekan. **2**. Agar μ_B ning qiymati yanada katta bo‘lsa, u holda B jismning harakati yanada sekinlashadi. **3**. Agar m_A ning qiymati yanada katta bo‘lsa, u holda taranglik oshib, tezlanish kamayadi. **4**. Agar θ burchakning qiymati 90^0 ga yaqinlashsa, u holda $F=m_B g\sin\theta$ kuch maksimal qiymatga erishadi. Natijada, tezlanish ham eng katta qiymatga erishadi. **Usbu bosqichning maqsadi.** Talaba parametrlar o‘zgarganda sistema qanday o‘zgarishini tahlil qiladi.
Baholash (Evaluate)	Talaba hisoblangan natijalarning fizik ma‘nosini baholaydi. **Tezlanish.** Hisoblangan $a = 2,8\, m/s^2$ tezlanish qiymati $g = 9,8\, m/s^2$ erkin tushish tezlanish qiymatidan kichik. Bu mantiqan to‘g‘ri bo‘lib, aslida ham shunday bo‘lishi kerak. Chunki, ishqalanish mavjud, mexanik energiyaning bir qismi ishqalanishni yengishga sarf bo‘ladi. **Taranglik kuchi.** Taranglik kuchining qiymati T=17,22 N ham mantiqan to‘g‘ri. Chunki bu qiymat $F=m_B g\sin\theta$ dan kichik, ammo A jismni joyidan siljitish uchun yetarli. Shuning uchun ham olingan natijalar fizik jihatdan ishonchli hisoblanadi.
Yaratish (Create)	Talabaga masala mazmuni yuzasidan quyidagi ijodiy topshiriqlarni berish mumkin. **1-topshiriq.**

	Excell yoki Maple yoki MatLab dasturi yordamida A jismning ishqalanish koeffitsiyenti qiymatini $$0 \le \mu_A \le 0,6$$ oraliqda bo‘lganda tezlanish qanday o‘zgarishini grafik ko‘rinishida modellashtiring. **2-topshiriq.** Qiya tekislik burchagi qiymatini $$20^0 \le \theta \le 70^0$$ oraliqda o‘zgartirib, $a=f(\theta)$ grafikni quring. **3-topshiriq.** GeoGebra yoki PhET muhiti yordamida ushbu mexanik tizimning virtual modelini yarating va tajriba natijalarini nazariy hisob-kitoblar bilan taqqoslang. **4-topshiriq.** Masalani umumlashtirib, $$a = \frac{m_B g \sin\theta - \mu_B m_B g \cos\theta - \mu_A m_A g}{m_A + m_B}$$ ko‘rinishidagi umumiy formulani mustaqil keltirib chiqaring hamda uning parametrlar bo‘yicha sezgirlik tahlilini bajaring.

Mazkur masalani Bloom taksonomiyasi asosida yechish talabaning faqat hisoblash ko‘nikmalarini emas, balki fizik hodisalarni anglash, matematik modellashtirish, natijalarni ilmiy asosda tahlil qilish va yangi yechimlar yaratish kompetensiyalarini ham rivojlantiradi.

Kredit-modul tizimida bunday bosqichma-bosqich yondashuv mustaqil ta‘limning samaradorligini oshiradi, chunki talaba reproduktiv bilimlardan boshlab yuqori darajadagi analitik va ijodiy faoliyatgacha bo‘lgan barcha kognitiv bosqichlarni izchil egallaydi. Shu jihatdan Bloom taksonomiyasiga asoslangan masala yechish metodikasi fizikani o‘qitishda natijaga yo‘naltirilgan ta‘limni tashkil etishning samarali vositalaridan biri hisoblanadi.

Talabalarning mustaqil ta‘lim sifatida nafaqat masalalar yechishga oid, balki fizikning turli bo‘lim va boblariga oid nazariy savollarni ham Blum taksonomiyasi asosida bajarib kelishni berish mumkin. Shunday topshiriqlardan “Mexanika”, bo‘limiga oid 4 ta nazariy savolni namuna sifatida keltiramiz [9,10].

Mustaqil ta‘lim topshirig‘i №1.

Mavzu: To‘g‘ri chiziqli tekis o‘zgaruvchan harakat.

Taksonomiya darajasi	Topshiriq namunasi
Remember	Tekis o‘zgaruvchan harakatning asosiy kinematik tenglamalarini yozing.
Understand	Tezlik-vaqt va koordinata-vaqt grafiklarining fizik mazmunini tushuntiring.
Apply	Berilgan boshlang‘ich tezlik va tezlanish bo‘yicha jismning 8 s dagi koordinatasi va tezligini hisoblang.
Analyze	Turli tezlanish qiymatlarida harakat grafiklarini taqqoslang.

Evaluate	Tezlikni aniqlashdagi o‘lchash xatolarining natijaga ta'sirini baholang.
Create	Tekis o‘zgaruvchan harakatni modellashtiruvchi virtual laboratoriya ssenariysini ishlab chiqing.

Mustaqil ta‘lim topshirig‘i №2.
Mavzu: Energiyaning saqlanish qonuni.

Taksonomiya darajasi	Topshiriq namunasi
Remember	Mexanik energiyaning turlarini sanang.
Understand	Potensial va kinetik energiya orasidagi bog‘lanishni izohlang.
Apply	Jismning kinetik energiyasini hisoblang.
Analyze	Turli balandliklarda energiya o‘zgarishini tahlil qiling.
Evaluate	Energiya saqlanish qonunining amaliy ahamiyatini asoslang.
Create	Energiya almashinuvini modellashtiruvchi animatsion model yarating.

Mustaqil ta‘lim topshirig‘i №3.
Mavzu: Aylanma harakat.

Taksonomiya darajasi	Topshiriq namunasi
Remember	Burchak tezlik va burchak tezlanish formulalarini yozing.
Understand	Markazga intilma kuchning kelib chiqishini tushuntiring.
Apply	Sun’iy yo‘ldoshning orbital tezligini hisoblang.
Analyze	Chiziqli va burchak kattaliklarini taqqoslang.
Evaluate	Sun'iy yo‘ldosh orbitasining barqarorligini baholang.
Create	Aylanma harakatni modellashtiruvchi virtual laboratoriya loyihasini ishlab chiqing.

Mustaqil ta‘lim topshirig‘i №4
Mavzu: Gidrostatika.

Taksonomiya darajasi	Topshiriq namunasi
Remember	Gidrostatik bosim formulasini yozing.
Understand	Bosimning chuqurlikka bog‘liqligini tushuntiring.
Apply	G‘avvos 50 m chuqurlikkacha tusha olsa, u qanday umumiy bosimga dosh bera olyapti?
Analyze	Turli suyuqliklarda (suv, sut, kerosin, spirt, glitserin) bir xil chuqurlikdagi bosimlarni taqqoslang.
Evaluate	Gidrotexnik inshootlarda bosim hisobining ahamiyatini baholang.
Create	Suyuqlik bosimini o‘lchash qurilmasi modelini ishlab chiqing.

Mazkur topshiriqlar kredit-modul tizimining mustaqil ta‘lim tamoyillariga mos ravishda ishlab chiqilgan bo‘lib, ular talabalarning bilimni reproduktiv darajada o‘zlashtirishidan boshlab, uni tahlil qilish, tanqidiy baholash va yangi mahsulot yaratish kompetensiyalarini bosqichma-bosqich rivojlantirishni ko‘zda tutadi. Har bir topshiriq Bloom taksonomiyasining kognitiv bosqichlariga muvofiq tuzilganligi sababli, u nafaqat fizik masalalarni yechish ko‘nikmalarini, balki ilmiy tafakkur, muammoli vaziyatlarni hal etish, ijodiy fikrlash va mustaqil tadqiqot olib borish kompetensiyalarini ham shakllantirishga xizmat qiladi. Bunday topshiriqlar kredit-modul tizimida talabaning mustaqil ta‘limini samarali tashkil etish va natijaga yo‘naltirilgan baholashni amalga oshirish uchun metodik asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Bloom B.S. *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I: Cognitive Domain*. – New York: Longmans, Green, 1956.
2. Anderson L.W., Krathwohl D.R. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. – New York: Longman, 2001.
3. Biggs J., Tang C. *Teaching for Quality Learning at University*. – Maidenhead: Open University Press, 2011.
4. Biggs J. *Constructive Alignment in University Teaching*. Higher Education Journal, 1996.
5. Kennedy D. *Writing and Using Learning Outcomes*. – Cork: University College Cork, 2007.
6. Harden R.M. Learning Outcomes and Instructional Objectives. *Medical Teacher*, 2002.
7. Toohey S. *Designing Courses for Higher Education*. – Buckingham: Open University Press, 1999.
8. Yuldashev J.G‘., Usmonov S.A. *Pedagogik texnologiya asoslari*. – Toshkent: O‘qituvchi, 2004.
9. Tolipov O‘.Q., Usmonboyeva M. *Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari*. – Toshkent: Fan, 2006.
10. Q.A. Amonov, A.A. Baratov. Blum taksonomiyasi asosida fizikadan test topshiriqlarini shakllantirish, uslubiy qo‘llanma. Toshkent.: O‘zbekiston Respublikasi Oliy Ta‘lim, Fan va Innovatsiyalar Vazirligi huzuridagi Bilim va malakalarni baholash agentligi huzuridagi Ilmiy- o‘quv amaliy markazi. 2023, 96 b.

KREDIT-MODUL TA‘LIM SHAROITIDA MOLEKULYAR FIZIKA BO‘LIMINI O‘QITISHDA BLUM TAKSONOMIYASIDAN FOYDALANISH IMKONIYATLARI

Dusmuratov Mansur Baysoatovich
ChDPU dotsenti, p.f.f.d. (PhD)

Annotatsiya: *Mazkur maqolada kredit-modul ta‘lim tizimi sharoitida fizikaning molekulyar fizika bo‘limini o‘qitishda Blum taksonomiyasidan foydalanishning turli yo‘llari hamda mustaqil ta‘lim topshiriqlarini taksonomik yondashuv asosida ishlab chiqish bo‘yicha metodik tavsiyalar berilgan hamda konkret masala yechimi ko‘rsatilgan va mustaqil topshiriqlari berilgan.*

Kalit so‘zlar: *kredit-modul tizimi, Blum taksonomiyasi, mustaqil ta‘lim, ta‘lim natijalari, kompetensiyaviy yondashuv, fizika ta‘limi, kognitiv faoliyat, o‘quv topshiriqlari, baholash mezonlari, pedagogik texnologiyalar.*

Ta‘lim maqsadlarini tizimlashtirish va o‘quv natijalarini baholash masalalari pedagogika fanida uzoq yillardan buyon tadqiq etib kelinmoqda. Ushbu yo‘nalishda eng muhim nazariy ishlardan biri Benjamin Bloom boshchiligidagi olimlar guruhi tomonidan yaratilgan taksonomik model hisoblanadi. Bloom va uning hamkorlari tomonidan 1956-yilda chop etilgan “Taxonomy of Educational Objectives” asarida ta‘lim maqsadlari kognitiv, affektiv va psixomotor sohalarga ajratilgan hamda kognitiv faoliyatning bosqichma-bosqich rivojlanish mexanizmi ishlab chiqilgan. Tadqiqotchilar ta‘lim jarayonida bilimlarni oddiy eslab qolishdan tortib murakkab tahlil va baholashgacha bo‘lgan darajalar mavjudligini ilmiy jihatdan asoslab berganlar [2,3].

Kredit-modul tizimi sharoitida mustaqil ta‘limni tashkil etish masalalari Yevropa oliy ta‘lim makonida amalga oshirilgan tadqiqotlarda ham alohida o‘rin tutadi. ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System) metodologiyasiga ko‘ra, talabaning o‘quv yuklamasi auditoriya va auditoriyadan tashqari faoliyatlarning yig‘indisi sifatida qaraladi. Shu bois mustaqil ta‘lim topshiriqlarining mazmuni va murakkablik darajasini ilmiy asosda belgilash zarurati yuzaga keladi. Bu vazifani amalga oshirishda Blum taksonomiyasi samarali vosita sifatida tavsiya etiladi. Mustaqil topshiriqlar Blum taksonomiyasi asosida quyidagi ko‘rinishda tuzilishi mumkin:

Daraja	Topshiriq turi
Remember	Konspekt tayyorlash
Understand	Mavzuni sharhlash
Apply	Masalalar yechish
Analyze	Maqola tahlili
Evaluate	Ekspert xulosasi yozish
Create	Loyiha yaratish

Bu yondashuv talabalarning mustaqil ishlash ko‘nikmalarini bosqichma-bosqich rivojlantiradi. Shu jihatdan Blum taksonomiyasi kredit-modul tizimida

o‘quv natijalarini shakllantirishning metodik instrumenti sifatida o‘zini namoyon qiladi.

Bugungi kunda ta‘lim natijalarini rejalashtirish, o‘quv topshiriqlarini ishlab chiqish hamda baholash mezonlarini aniqlashda Blum taksonomiyasi keng qo‘llanilmoqda. Ushbu taksonomiya ta‘lim maqsadlarini oddiy bilimlarni egallashdan tortib ijodiy faoliyatgacha bo‘lgan bosqichlar asosida tizimlashtirish imkonini beradi. Shu nuqtai nazardan kredit-modul tizimi sharoitida Blum taksonomiyasidan foydalanishning nazariy va amaliy asoslarini tadqiq etish dolzarb ilmiy muammo hisoblanadi [9,10]

B.S.Blum ta‘lim oluvchilarning aqliy qobiliyatlari va bilimlarini o‘zlashtirishni o‘z ichiga olgan soha – kognitiv sohani baholash uchun o‘z nazariyasini taklif qilgan. Pedagogikada Blum taksonomiyasi deb nom olgan bu nazariya ta‘lim maqsadlarini murakkablik va o‘ziga xoslik darajalariga tasniflash uchun foydalaniladigan modellar to‘plamidan iborat. Blum taksonomiyasi talabalarning ta‘lim olishdan maqsadlari, ularni ta‘limga to‘g‘ri yo‘naltirish va maqsadga qanchalik darajada erishganligini baholashga xizmat qiladi [1,2,3].

Fizika fanining turli bo‘limlari va boblarini, bu bo‘limlar va boblarga oid nazariy qism, masalalar yechish va laboratoriya ishlari bajarish kabi masalalarda ham Blum taksonomiyasi modelidan foydalanib o‘qitishni tashkil qilish mumkin. Kredit-modul tizimida auditoriya soatlarini hamda mustaqil ta‘lim topshiriqlarini loyihalashda Blum taksonomiyasining kognitiv darajalari muhim metodik asos vazifasini bajaradi. Fizika fanini o‘qitishda ushbu yondashuvdan foydalanish talabalarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog‘lash, tahliliy fikrlashini rivojlantirish hamda ijodiy qobiliyatlarini shakllantirish imkonini yuzaga keltiradi.

Keling, konkret masalalar yechishda Blum taksonomiyasini qo‘llab ko‘raylik. Buni Fizikaning “Molekulyar fizika” bo‘limidan bitta namuna masala yechish orqali amalga oshiramiz.

MASALA №1. Ikki atomli ideal gaz adiabatik ravishda siqilmoqda. Uning boshlang‘ich bosimi 120 kPa va hajmi 0,2 m^3 ga teng. Gazning oxiridagi bosimi 360 kPa ga teng. Tashqi kuchlar gazni siqishda qancha ish bajargan?

Taksonomiya darajasi	**O‘quv natijalari**
Eslash (Remember)	**Talabaning faoliyati.** Talaba adiabatik jarayonning asosiy qonunlari va formulalarini eslaydi. **Kerak bo‘ladigan nazariy bilimlar.** Ikki atomli ideal gaz uchun adiabata ko‘rsatkichi $$\gamma = \frac{i+2}{i} = \frac{7}{5} = 1,4$$ Adiabatik jarayon tenglamasi $P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma}$ Adiabatik jarayonda gaz bajargan ish $A = \frac{P_1V_1 - P_2V_2}{\gamma - 1}$ Adiabatik siqilishda tashqi kuch bajargan ish $A_{tash} = -A_{gaz}$

	Berilganlar. P_1=150 kPa; P_2=360 kPa; V_1=0,2 m^3; γ=1,4. A_{tash}=?. **Usbu bosqichning maqsadi.** Talaba adiabatik jarayonning fizik qonunlari va formulalarini xotirasida tiklaydi.
Tushunish (Understand)	**Masalaning fizik mazmuni.** Adiabatik siqilishda quyidagilar sodir bo‘ladi: ➢ gaz bilan tashqi muhit orasida issiqlik almashinuvi sodir bo‘lmaydi, ya‘ni $Q=0$ bo‘ladi; ➢ gaz hajmi kamayadi; ➢ bosim va temperatura ortadi; ➢ tashqi kuchlar gaz ustida ish bajaradi. Shuning uchun ham gazning ichki energiyasi ortadi. Talaba bu bosqichda energiyaning saqlanish qonuni va adiabatik jarayon mohiyatini tushunadi.
Qo‘llash (Apply)	**1-qadam. Oxirgi hajmni hisoblash.** Adiabatik tenglamadan foydalanib oxirgi hajmni topamiz. $$P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma}, \rightarrow V_2 = V_1\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\gamma}$$ Hisoblaymiz. $$V_2 = \left(0,2m^3\right)\cdot\left(\frac{120\,kPa}{360\,kPa}\right)^{1,4} = 0,2\cdot 0,333^{1,4}\,m^3 \approx 0,091\,m^3$$ **2-qadam. Gaz bajargan ishni hisoblash.** $$A = \frac{P_1V_1 - P_2V_2}{\gamma - 1}$$ formuladan foydalanib, gaz bajargan ish hisoblanadi. Bunda: $$P_1V_1 = \left(120\,000\,Pa\right)\cdot\left(0,2\,m^3\right) = 24\,000\,J$$ $$P_1V_1 = \left(360\,000\,Pa\right)\cdot\left(0,091m^3\right) = 32\,760\,J$$ Shunday qilib ish: $$A = \frac{\left(24000\,J\right) - \left(32760\,J\right)}{1,4-1} = -21900\,J$$ Bunda manfiy ishora gaz ish bajarmaganini, balki uning ustida ish bajarilganini bildiradi. **3-qadam. Tashqi kuch bajargan ish.** $$A_{tash} = -A_{gaz} = 21900\,J \approx 22\,kJ$$ Javob: A_{tash}=22 kJ.
Tahlil (Analyze)	Natijalarni birma-bir tahlil qilamiz. **1.** Bosim 120 kPa dan 360 kP gacha 3 marta oshgan. Natijada, hajm 0,2 m^3 dan 0,091 m^3 gacha kamaygan. **2.**

	Gaz siqilganligi sababli ish manfiy chiqdi. Bu termodinamikada qabul qilingan ishoralar sistemasiga to‘liq mos keladi. **3.** Adiabatik jarayon bo‘lganligi sababli (*Q=0*), tashqi kuchning barcha ishi gazning ichki energiyasini oshirishga sarflangan. **4.** Agar shu jarayon izotermik bo‘lganida, bajarilgan ish bundan kichikroq chiqqan bo‘lar edi. **Usbu bosqichning maqsadi.** Talaba fizik kattaliklar o‘rtasidagi bog‘lanishlarni tahlil qiladi hamda parametrlar o‘zgarishining natijaga ta‘sirini izohlaydi.
Baholash (Evaluate)	Hisoblangan natija, ya‘ni A_{tash}=22 kJ javob mantiqan to‘g‘ridir. Bunga sabalar: ➢ gaz siqilmoqda; ➢ bosim sezilarli ortgan; ➢ hajm deyarli 2,2 marta kamaygan; ➢ tashqi muhit bilan issiqlik almashinuvi mavju emas; ➢ tashqi kuchning ishi ichki energiyani oshirishga sarflangan; Shuning uchun olingan natija termodinamikaning birinchi qonuni va adiabatik jarayon nazariyasiga to‘liq mos keladi.
Yaratish (Create)	Talabaga quyidagi ijodiy topshiriqlar tavsiya etiladi. **1-topshiriq.** Excell yoki Maple yoki MathCad dasturi yordamida Boshlang‘ich bosimni 100–500 kPa oralig‘ida o‘zgartirib, tashqi kuch bajargan ishning qanday o‘zgarishini hisoblang va $A=f(P_2)$ grafikni quring. **2-topshiriq.** Excell yoki Maple yoki MathCad dasturi yordamida bir atomli, ikki atomli va ko‘p atomli ideal gazlar uchun (γ=1,67, 1,4, 1,33) adiabatik siqilish ishini taqqoslang va natijalarni jadval hamda grafik ko‘rinishida tahlil qiling. **3-topshiriq.** Adiabatik va izotermik siqilish jarayonlarida bajarilgan ishlarni nazariy hamda grafik jihatdan solishtiring va qaysi jarayonda ko‘proq energiya talab qilinishini izohlang. **4-topshiriq.** Excell yoki Maple yoki MathCad dasturi yordamida adiabatik siqilish jarayonini modellashtiring, P–V diagrammasini chizing hamda tashqi kuch bajargan ishni egri chiziq ostidagi yuzaga asoslanib aniqlang.

Mazkur masalani Bloom taksonomiyasi asosida yechish talabaning adiabatik jarayon haqidagi nazariy bilimlarini amaliy masala yechish faoliyati bilan integratsiyalash imkonini beradi. Bosqichma-bosqich yondashuv natijasida talaba formulalarni eslab qolishdan boshlab, ularni qo‘llash, olingan natijalarni tahlil qilish, fizik mazmunini baholash va turli sharoitlar uchun yangi modellar yaratishgacha bo‘lgan barcha kognitiv darajalarni egallaydi. Shu jihatdan Bloom taksonomiyasiga asoslangan masala yechish metodikasi fizikani o‘qitishda natijaga yo‘naltirilgan ta‘limni tashkil etishning samarali vositalaridan biri hisoblanadi.

Talabalarning mustaqil ta‘lim sifatida nafaqat masalalar yechishga oid, balki fizikning turli bo‘lim va boblariga oid nazariy savollarni ham Blum

taksonomiyasi asosida bajarib kelishni berish mumkin. Shunday topshiriqlardan “Molekulyar fizika” bo‘limlariga oid 4 ta nazariy savolni namuna sifatida keltiramiz.

Mustaqil ta‘lim topshirig‘i №1.

Mavzu: Ideal gaz holat tenglamasi.

Taksonomiya darajasi	Topshiriq namunasi
Remember	Ideal gaz tenglamasini yozing va kattaliklarni izohlang.
Understand	Bosim, hajm va temperatura orasidagi bog‘lanishni tushuntiring.
Apply	Berilgan gazning hajmini hisoblang.
Analyze	Izotermik va izobarik jarayonlarni grafik asosida taqqoslang.
Evaluate	Ideal gaz modelining amaliy qo‘llanilish chegaralarini baholang..
Create	Gaz qonunlarini tushuntiruvchi interaktiv taqdimot tayyorlang.

Mustaqil ta‘lim topshirig‘i №2.

Mavzu: Enrtopiya.

Taksonomiya darajasi	Topshiriq namunasi
Remember	Entropiya tushunchasini ta‘riflang.
Understand	Tartibsizlik darajasi bilan bog‘liqligini tushuntiring.
Apply	Entropiya o‘zgarishini hisoblang.
Analyze	Qaytar va qaytmas jarayonlarni taqqoslang.
Evaluate	Ikkinchi qonunning texnikadagi ahamiyatini baholang.
Create	Entropiyaning kundalik hayotdagi namoyon bo‘lishiga oid videorolik ssenariysini ishlab chiqing.

Mustaqil ta‘lim topshirig‘i №3.

Mavzu: Karno sikli va issiqlik mashinalari.

Taksonomiya darajasi	Topshiriq namunasi
Remember	Karnoga sikli ishlashiga oid asosiy formulani yozing va ta’rifini ayting.
Understand	Termodinamikaning 2-qonunining mohiyatini izohlang hamda kundalik hayotdan misollar keltiring.
Apply	Sovutkich temperaturasi 300 K va FIK 45% bo‘lgan issiqlik mashinasi Karno sikli bo‘yicha ishlaydi. Bunda isitkich necha gradusda turibdi?
Analyze	Karno sikli yoqilg‘i turiga bog‘liqmi? Bu sikl qaysi parametrlarga bog‘liq?
Evaluate	Mazkur qonunning va termodinamikaning 2-qonunining texnika va tabiatda ahamiyatini baholang.

Create	Mavzuni o‘rgatishga xizmat qiluvchi raqamli taqdimot, virtual laboratoriya yoki mini-loyiha ishlab chiqing.

Mustaqil ta‘lim topshirig‘i №4.

Mavzu: Issiqlik o‘tkazuvchanlik hodisasi.

Taksonomiya darajasi	Topshiriq namunasi
Remember	Issiqlik o‘tkazish hodisasiga oid asosiy qonun, formula va ta’riflarni yozing. Issiqlik o‘tkazish koeffitsiyentining formulasi va o‘lchov birligini yozing.
Understand	Issiqlik o‘tkazish hodisaning mohiyatini izohlang hamda kundalik hayotdan bir nechta misollar keltiring.
Apply	Xona temperaturasida vodorod, azot va kislorod gazlari molekulalari uchun issiqlik o‘tkazish koeffitsiyentining qiymatlarini aniqlang va natijalarni o‘zaro taqqoslang.
Analyze	Issiqlik o‘tkazish koeffitsiyenti qiymati qaysi makroparametr-larga bog‘liq va bog‘liqlik qanday ko‘rinishda ekanligini grafik yordamida tushuntiring.
Evaluate	Mazkur hodisaning texnika va tabiatdagi ahamiyatini baholang, misollar keltiring.
Create	Mavzuni o‘rgatishga xizmat qiluvchi raqamli taqdimot, virtual laboratoriya yoki mini-loyiha ishlab chiqing.

Kredit-modul tizimi oliy ta‘limda natijaga yo‘naltirilgan ta‘limni tashkil etishning zamonaviy modeli hisoblanadi. Mazkur tizimda talabalar mustaqil ta‘lim faoliyatining ulushi ortib borayotganligi sababli o‘quv topshiriqlarini ilmiy asosda loyihalash zarurati yuzaga kelmoqda.

Tadqiqot natijalari Blum taksonomiyasi kredit-modul tizimining didaktik tamoyillariga to‘liq mos kelishini ko‘rsatdi. Taksonomiyaning kognitiv darajalari o‘quv natijalarini shakllantirish, mustaqil ta‘lim topshiriqlarini ishlab chiqish va baholash mezonlarini aniqlashda samarali metodologik asos bo‘lib xizmat qiladi. Shuningdek, Blum taksonomiyasi asosida tashkil etilgan mustaqil ta‘lim talabalarning bilimlarni mustaqil egallash, tahliliy fikrlash, muammolarni hal etish va ijodiy faoliyat ko‘nikmalarini rivojlantirishga imkon beradi.

Kelgusida kredit-modul tizimida fizika fanidan mustaqil ta‘lim topshiriqlarining Blum taksonomiyasi asosidagi modelini ishlab chiqish va pedagogik tajriba-sinov ishlari orqali uning samaradorligini aniqlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bloom B.S. *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I: Cognitive Domain*. – New York: Longmans, Green, 1956.

2. Anderson L.W., Krathwohl D.R. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. – New York: Longman, 2001.

3. Biggs J., Tang C. *Teaching for Quality Learning at University*. – Maidenhead: Open University Press, 2011.

4. Biggs J. *Constructive Alignment in University Teaching*. Higher Education Journal, 1996.

5. Kennedy D. *Writing and Using Learning Outcomes*. – Cork: University College Cork, 2007.

6. Harden R.M. Learning Outcomes and Instructional Objectives. *Medical Teacher,* 2002.

7. Toohey S. *Designing Courses for Higher Education*. – Buckingham: Open University Press, 1999.

8. Yuldashev J.G‘., Usmonov S.A. *Pedagogik texnologiya asoslari*. – Toshkent: O‘qituvchi, 2004.

9. Tolipov O‘.Q., Usmonboyeva M. *Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari*. – Toshkent: Fan, 2006.

10. Q.A. Amonov, A.A. Baratov. Blum taksonomiyasi asosida fizikadan test topshiriqlarini shakllantirish, uslubiy qo‘llanma. Toshkent.: O‘zbekiston Respublikasi Oliy Ta‘lim, Fan va Innovatsiyalar Vazirligi huzuridagi Bilim va malakalarni baholash agentligi huzuridagi Ilmiy- o‘quv amaliy markazi. 2023, 96 b.

KREDIT-MODUL TA‘LIM SHAROITIDA ELEKTROMAGNETIZM BO‘LIMINI O‘QITISHDA BLUM TAKSONOMIYASIDAN FOYDALANISH YO‘LLARI

Dusmuratov Mansur Baysoatovich
ChDPU dotsenti, p.f.f.d. (PhD)

Annotatsiya: *Mazkur maqolada kredit-modul ta‘lim tizimi sharoitida fizikaning elektromagnetizm bo‘limini o‘qitishda Blum taksonomiyasidan foydalanishning turli yo‘llari hamda mustaqil ta‘lim topshiriqlarini taksonomik yondashuv asosida ishlab chiqish bo‘yicha metodik tavsiyalar berilgan hamda konkret masala yechimi ko‘rsatilgan va mustaqil topshiriqlari berilgan.*

Kalit so‘zlar: *kredit-modul tizimi, Blum taksonomiyasi, mustaqil ta‘lim, ta‘lim natijalari, kompetensiyaviy yondashuv, fizika ta‘limi, kognitiv faoliyat, o‘quv topshiriqlari, baholash mezonlari, pedagogik texnologiyalar.*

Blum taksonomiyasining oliy ta‘limdagi qo‘llanilishi masalalari John Biggs tomonidan ishlab chiqilgan konstruktiv muvofiqlashtirish (Constructive Alignment) nazariyasi doirasida yanada rivojlantirildi. Biggsning ta‘kidlashicha, ta‘lim jarayonining barcha komponentlari, ya‘ni o‘quv natijalari, o‘qitish metodlari va baholash vositalari o‘zaro uyg‘unlashtirilishi lozim. Blum taksonomiyasi aynan ushbu uyg‘unlikni ta‘minlashda metodologik asos sifatida xizmat qiladi. Tadqiqotchining fikricha, o‘quv natijalari yuqori darajadagi kognitiv faoliyatga yo‘naltirilgan bo‘lsa, baholash vositalari ham shu darajadagi faoliyatni o‘lchashi kerak [1,3,4].

Kennedy o‘z tadqiqotlarida o‘quv natijalarini shakllantirishda Blum taksonomiyasidan foydalanishning afzalliklarini keng yoritgan. Uning fikricha, taksonomik yondashuv o‘quv natijalarini aniq, o‘lchab bo‘ladigan va

baholanadigan shaklda ifodalash imkonini beradi. Bu esa kredit-modul tizimi sharoitida alohida ahamiyat kasb etadi, chunki mazkur tizimda ta‘lim natijalari kompetensiyalar ko‘rinishida ifodalanadi [2,5].

Harden tomonidan ishlab chiqilgan natijaga yo‘naltirilgan ta‘lim (Outcome-Based Education) konsepsiyasida ham Blum taksonomiyasi muhim o‘rin egallaydi. Tadqiqotchining ta‘kidlashicha, ta‘lim jarayonining barcha elementlari talabaning yakuniy natijalariga erishishini ta‘minlashga qaratilishi kerak. Shu sababli o‘quv dasturlarini loyihalashda taksonomik yondashuvdan foydalanish talabalar kompetensiyalarining bosqichma-bosqich shakllanishiga xizmat qiladi [6].

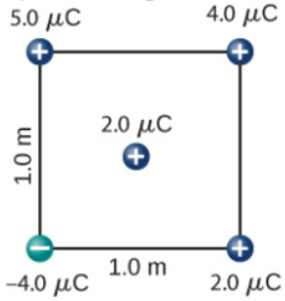
So‘nggi yillarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar Blum taksonomiyasining talabalarning tanqidiy fikrlash, muammolarni hal qilish va ijodiy faoliyat ko‘nikmalarini rivojlantirishdagi ahamiyatini ko‘rsatmoqda. Xususan, Forehand, Churches, Adams hamda Marzano kabi olimlarning tadqiqotlarida taksonomiyaning raqamli ta‘lim muhitida qo‘llanish imkoniyatlari tahlil qilingan. Ularning fikricha, zamonaviy ta‘lim texnologiyalari bilan integratsiyalashgan Blum taksonomiyasi talabalarning mustaqil bilim olish faoliyatini samarali tashkil etish imkonini beradi [6,7].

O‘zbekiston olimlari tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ham kredit-modul tizimining nazariy va amaliy jihatlari keng yoritilgan. Jumladan, O‘.Q.Tolipov, M.Usmonboyeva, J.G‘.Yo‘ldoshev va boshqa tadqiqotchilar tomonidan kompetensiyaviy yondashuv, pedagogik texnologiyalar hamda mustaqil ta‘limni tashkil etishning didaktik asoslari tadqiq etilgan. Mazkur ishlarda talabalarning mustaqil ta‘lim faoliyatini faollashtirish, ta‘lim natijalarini baholash va zamonaviy pedagogik texnologiyalarni joriy etish masalalariga alohida e’tibor qaratilgan [9,10,11].

Q.A. Amonov, A.A. Baratov tomonidan nashr qilingan “Blum taksonomiyasi asosida fizikadan test topshiriqlarini shakllantirish” nomli uslubiy qo‘llanmada kredit-modul ta‘limi sharoitida fizikadan masalalar yechishni Blum taksonomiyasi asosida tashkil etish masalalari o‘rganilgan [12].

Blum taksonomiyasi modelidan har bir fanni o‘qitishda samarali foydalanish mumkin. Buda Blum taksonomiyasi asosida fizika fanining turli bo‘limlari va boblarini, bu bo‘limlar va boblarga oid nazariy qism, masalalar yechish va laboratoriya ishlari bajarish kabi masalalarda ham Blum taksonomiyasi modelidan foydalanib o‘qitishni tashkil qilish mumkin.

Keling, konkret masalalar yechishda Blum taksonomiyasini qo‘llab ko‘raylik. Buni Fizikaning “Elektromagnetizm” bo‘limlaridan bittadan namuna masala yechish orqali amalga oshiramiz [9,10].



MASALA №1. Rasmda kvadrat uchlariga hamda markaziga 5 ta nuqtaviy zaryadlar turgani tasvirlangan. Berilganlardan foydalanib, kvadrat markazidagi zaryadga ta‘sir

qiluvchi natijaviy kuchning qiymatini aniqlang. Bu kuch qaysi tomonga yo‘nalgan?

Taksonomiya darajasi	**O‘quv natijalari**
Eslash (Remember)	**Talabaning faoliyati.** Talaba elektrostatik kuchlarni hisoblash uchun zarur bo‘lgan nazariy qonun va formulalarni eslaydi. **Kerakli nazariy bilimlar.** Kulon qonuni $F = k\dfrac{\lvert q_1\rvert\lvert q_2\rvert}{r^2}$, $k = 9\cdot 10^9\ \dfrac{N\cdot m^2}{kg^2}$ Elektr kuchlari superpozitsiyasi prinsipi $\vec{F}_i = \sum \vec{F}_i$ Kvadrat markazidan har bir uchgacha bo‘lgan masofa $r = \dfrac{a}{\sqrt{2}} = \dfrac{1\,m}{1,41} = 0,707\,m$ yoki $r^2 = 0,5\,m^2$ **Berilganlar.** q_0 = +2,0 μC; q_1 = +5,0 μC; q_2 = +4,0 μC; q_3 = –4,0 μC; q_4=+2,0 μC. **Usbu bosqichning maqsadi.** Talaba Kulon qonuni, elektr kuchlari superpozitsiyasi va vektorlarni qo‘shish qoidalarini xotiradan tiklaydi.
Tushunish (Understand)	**Masalaning fizik mazmuni.** Markazdagi zaryad musbat bo‘lganligi sababli: ➢ musbat zaryadlar dioganal bo‘yicha uni itaradi; ➢ manfiy zaryadlar dioganal bo‘yicha uni tortadi. Har bir kuchning yo‘nalishi Zaryad | Kuch yo‘nalishi q_1 = +5,0 μC | janubiy-sharq (↘) q_2 = +4,0 μC | janubiy-g‘arb (↙) q_3 = –4,0 μC | janubiy-g‘arb (↙) q_4=+2,0 μC | shimoliy-g‘arb (↗) Demak, barcha kuchlar o‘zaro vektor sifatida qo‘shiladi.
Qo‘llash (Apply)	**1-qadam. Har bir kuchni hisoblash.** Barcha zaryadlar markazdan bir xil $r^2 = 0,5\,m^2$ masofada joylashgan. Shuni e’tiborga olib Kulon qonuni asosida q_0 zaryadning har bir zaryadga ta‘sir kuchini hisoblaymiz. $F_1 = 0,18\,N;\ F_2 = 0,144\,N;\ F_3 = 0,144\,N;\ F_4 = 0,072\,N$ **2-qadam. Kuchlarni o‘qlardagi proyeksiyalarini qo‘shish.** Har bir kuch diagonal bo‘ylab yo‘nalgani sababli $\cos 45^0 = \sin 45^0 = \dfrac{\sqrt{2}}{2} = 0,707$ X komponenta: $F_X = (F_1 - F_2 - F_3 - F_4)\cdot 0,707 =$ $= (0,18 - 0,144 - 0,144 - 0,072)\cdot 0,707 = -0,128\,N$ Y komponenta:

	$F_X = \left(-F_1 - F_2 - F_3 + F_4\right)\cdot 0,707 =$ $= \left(-0,18 - 0,144 - 0,144 + 0,072\right)\cdot 0,707 = -0,28\ N$ **3-qadam. Natijaviy kuch.** Adiabatik tenglamadan $F_{nat} = \sqrt{F_X^2 + F_Y^2} = \sqrt{\left(-0,128\right)^2 + \left(-0,28\right)^2} \approx 0,31 N$ **4-qadam. Natijavioy kuch yo‘nalishi.** $tg\alpha = \left\|\frac{F_X}{F_Y}\right\| = \frac{0,128}{0,28} \approx 0,457, \ \rightarrow \ \alpha = arctg\, 0,457 \approx 25^0$ Natijaviy kuch pastga nisbatan 25^0 chapga (↙) tomon yo‘naladi. **Javob.** $F_{nat} = 0,31 N;\ a = 25^0.$
Tahlil (Analyze)	**Natijalarni tahlil qilamiz.** ➢ Eng katta kuch q_1 = +5,0 μC zaryadda hosil bo‘ladi; ➢ q_2 = +4,0 μC va q_3 = –4,0 μC zaryadlarga ta‘sir qiluvchi kuchlar yo‘nalishdosh bo‘lgani uchun bir-birini kuchaytiradi; ➢ q_4=+2,0 μC zaryadda hosil bo‘ladigan kuch eng kichik bo‘lgani uchun, u natijaviy kuchni zezilarli o‘zgartirmaydi; ➢ Agar kvadrat uchlaridagi to‘rtala zaryad ham bir xil bo‘lganida edi, simmetriya tufayli $F_{nat}=0$ bo‘lar edi. **Usbu bosqichning maqsadi.** Talaba zaryadlarning miqdori va ishorasi natijaviy kuchning moduli hamda yo‘nalishiga qanday ta‘sir qilishini tahlil qiladi.
Baholash (Evaluate)	Hisoblab topilgan $F_{nat} = 0,31 N$ kuch asoslidir. Buning sabablari: ➢ manfiy zaryadning tortish kuchi va katta musbat zaryadlarning itarish kuchlari bir xil yo‘nalishda (chap-past tomonga) ta‘sir ko‘rsatmoqda; ➢ uchlarning gorizontal komponentalari qisman kompen-satsiyalanadi, vertikal komponentalar esa asosan qo‘shiladi; ➢ natijada kuchning asosiy yo‘nalishi pastga va chapga qaragan bo‘ladi. Olingan natija Kulon qonuni hamda elektr maydonlarning superpozitsiyasi prinsipiga to‘liq mos keladi.
Yaratish (Create)	Talabaga quyidagi ijodiy topshiriqlar tavsiya etiladi. **1-topshiriq.** Kompyuter dasturlai yordamida markazdagi zaryad qiymatini 1 – 10 μC oralig‘ida o‘zgartirib, natijaviy kuchning modulini hisoblang va $F=f(q_0)$ grafigini tuzing. **2-topshiriq.** Pastdan chapdagi zaryadni –4 μC dan +4 μC ga o‘zgartirib, natijaviy kuchning moduli va yo‘nalishidagi o‘zgarishni tahlil qiling. **3-topshiriq.** Kvadrat tomonini 0,5 m dan 2 m gacha o‘zgartirib, Kulon qonunidagi $F\sim 1/r^2$ bog‘lanishni sonli hisoblash va grafik yordamida tasdiqlang. **4-topshiriq.**

	Excell yoki Maple yoki MathLab dasturlaridan biridan foydalanib, kvadrat uchlaridagi zaryadlar hosil qiladigan elektr maydon vektorlarini modellashtiring va markazdagi natijaviy kuchni nazariy hisob-kitoblar bilan taqqoslang.

Mazkur masalani Bloom taksonomiyasi asosida yechish talabaning elektrostatika bo‘yicha nazariy bilimlarini amaliy hisoblash va vektor tahlili bilan uyg‘unlashtirish imkonini beradi. Bosqichma-bosqich yondashuv orqali talaba Kulon qonunini eslash, elektr kuchlarining yo‘nalishini tushunish, vektor komponentalarini hisoblash, natijalarni fizik jihatdan tahlil qilish, ularning ishonchliligini baholash hamda turli parametrlar uchun yangi modellar yaratish ko‘nikmalarini egallaydi [6,7].

Kredit-modul tizimida bunday bosqichma-bosqich yondashuv mustaqil ta‘limning samaradorligini oshiradi, chunki talaba reproduktiv bilimlardan boshlab yuqori darajadagi analitik va ijodiy faoliyatgacha bo‘lgan barcha kognitiv bosqichlarni izchil egallaydi. Shu jihatdan Bloom taksonomiyasiga asoslangan masala yechish metodikasi fizikani o‘qitishda natijaga yo‘naltirilgan ta‘limni tashkil etishning samarali vositalaridan biri hisoblanadi.

Talabalarning mustaqil ta‘lim sifatida nafaqat masalalar yechishga oid, balki fizikning turli bo‘lim va boblariga oid nazariy savollarni ham Blum taksonomiyasi asosida bajarib kelishni berish mumkin. Shunday topshiriqlardan “Elektromagnetizm” bo‘limiga oid 4 ta nazariy savolni namuna sifatida keltiramiz [9,10].

Mustaqil ta‘lim topshirig‘i №1.

Mavzu: Kulon qonuni.

Taksonomiya darajasi	Topshiriq namunasi
Remember	Kulon qonunini yozing va fizik kattaliklarni izohlang.
Understand	Zaryadlar orasidagi masofa o‘zgarganda kuch qanday o‘zgarishini tushuntiring.
Apply	Ikki zaryad orasidagi o‘zaro ta‘sir kuchini hisoblang.
Analyze	Elektr va gravitatsion kuchlarni taqqoslang.
Evaluate	Kulon qonunining qo‘llanish chegaralarini baholang.
Create	Elektr maydon chiziqlarini modellashtiruvchi kompyuter dasturi yoki animatsiya konsepsiyasini ishlab chiqing.

Mustaqil ta‘lim topshirig‘i №2.

Mavzu: Kondensator va elektr sig‘imi.

Taksonomiya darajasi	Topshiriq namunasi
Remember	Eelktr sig‘imiga oid formulani yozing va ta’rif keltiring.
Understand	Eelktr sig‘imining fizik mohiyatini va qo‘llanish sohalarini tushuntiring.
Apply	Elektr sig‘imlari 20 nF va 30 nF bo‘lgan yassi kondensatorlari 6 V kuchlanish manbaiga ketma-ket qilib

	ulanganda har bir kondensatordagi kuchlanish tushuvini hamda zaryad miqdorlarini aniqlang.
Analyze	Eelktr sig‘imi qaysi parametrlarlarga bog‘liqligini tahlil qiling.
Evaluate	Elektr sig‘imining zamonaviy texnika va texnologiyalardagi rolini baholang.
Create	Simulyatsiya, virtual laboratoriya yoki muammoli loyiha ishlab chiqing.

Mustaqil ta‘lim topshirig‘i №3.

Mavzu: Elektromagnit induksiya qonuni.

Taksonomiya darajasi	Topshiriq namunasi
Remember	Faradey qonunini yozing.
Understand	Magnit oqimining o‘zgarishi EYK hosil qilishini tushuntiring.
Apply	Induksion EYK ni hisoblang.
Analyze	Generator va transformatorning ishlash prinsiplarini taqqoslang.
Evaluate	Qayta tiklanuvchi energiya manbalarida elektromagnit induksiyaning rolini baholang.
Create	Shamol generatorining ishlash modeli loyihasini ishlab chiqing.

Mustaqil ta‘lim topshirig‘i №4.

Mavzu: Amper kuchi.

Taksonomiya darajasi	Topshiriq namunasi
Remember	Mavzuga oid qonun, formula va fizik kattaliklarni yozing.
Understand	Amper kuchining fizik mohiyatini va qo‘llanish sohalarini tushuntiring.
Apply	To‘g‘ri tokdan aylanma tok radiusiga teng uzoqlikdagi maso-fada induksiya qiymati necha marta farq qiladi?.
Analyze	Amper kuchi qiymati qaysi parametrlarga va qanday qonun asosida bog‘liqligini tahlil qiling.
Evaluate	Mavzuning zamonaviy texnika va texnologiyalardagi rolini baholang.
Create	Simulyatsiya, virtual laboratoriya yoki muammoli loyiha ishlab chiqing.

Mazkur topshiriqlar kredit-modul tizimining mustaqil ta‘lim tamoyillariga mos ravishda ishlab chiqilgan bo‘lib, ular talabalarning bilimni reproduktiv darajada o‘zlashtirishidan boshlab, uni tahlil qilish, tanqidiy baholash va yangi mahsulot yaratish kompetensiyalarini bosqichma-bosqich rivojlantirishni ko‘zda tutadi. Har bir topshiriq Bloom taksonomiyasining kognitiv bosqichlariga

muvofiq tuzilganligi sababli, u nafaqat fizik masalalarni yechish ko‘nikmalarini, balki ilmiy tafakkur, muammoli vaziyatlarni hal etish, ijodiy fikrlash va mustaqil tadqiqot olib borish kompetensiyalarini ham shakllantirishga xizmat qiladi. Bunday topshiriqlar kredit-modul tizimida talabaning mustaqil ta‘limini samarali tashkil etish va natijaga yo‘naltirilgan baholashni amalga oshirish uchun metodik asos bo‘lib xizmat qiladi.

Yuqorida tanishib chiqilgan barcha holatlar hamda keltirilgan misollar shuni ko‘rsatadiki, kredit-modul tizimida auditoriya va mustaqil ta‘lim topshiriqlarini Blum taksonomiyasi asosida loyihalash quyidagi ketma-ketlikda amalga oshirilishi mumkin:

$$Bilim \rightarrow Tushunish \rightarrow Qo'llash \rightarrow Tahlil \rightarrow Baholash \rightarrow Yaratish \quad (1)$$

Mazkur model talabaning reproduktiv faoliyatidan produktiv va kreativ faoliyatiga bosqichma-bosqich o‘tishini ta‘minlaydi. Natijada mustaqil ta‘lim topshiriqlari nafaqat bilimlarni mustahkamlash, balki talabalarning tanqidiy fikrlash, muammolarni hal qilish va ilmiy-tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirish vositasiga aylanadi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, kredit-modul tizimida Blum taksonomiyasi asosida tashkil etilgan o‘quv jarayoni:

- talabalarning mustaqil ta‘lim faolligini oshiradi;
- o‘quv motivatsiyasini kuchaytiradi;
- tanqidiy va tahliliy fikrlashni rivojlantiradi;
- ijodiy kompetensiyalarni shakllantiradi;
- o‘quv natijalarining sifatini yaxshilaydi.

Shuningdek, ushbu yondashuv talabalarning bilimlarni chuqur o‘zlashtirishiga va ularni real kasbiy vaziyatlarda qo‘llashiga imkon yaratadi.

Kelgusida kredit-modul tizimida fizika fanidan mustaqil ta‘lim topshiriqlarining Blum taksonomiyasi asosidagi modelini ishlab chiqish va pedagogik tajriba-sinov ishlari orqali uning samaradorligini aniqlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bloom B.S. *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I: Cognitive Domain*. – New York: Longmans, Green, 1956.
2. Anderson L.W., Krathwohl D.R. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. – New York: Longman, 2001.
3. Biggs J., Tang C. *Teaching for Quality Learning at University*. – Maidenhead: Open University Press, 2011.
4. Biggs J. *Constructive Alignment in University Teaching*. Higher Education Journal, 1996.
5. Kennedy D. *Writing and Using Learning Outcomes*. – Cork: University College Cork, 2007.
6. Harden R.M. Learning Outcomes and Instructional Objectives. *Medical Teacher*, 2002.

7. Toohey S. *Designing Courses for Higher Education*. – Buckingham: Open University Press, 1999.

8. Yuldashev J.G‘., Usmonov S.A. *Pedagogik texnologiya asoslari*. – Toshkent: O‘qituvchi, 2004.

9. Tolipov O‘.Q., Usmonboyeva M. *Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari*. – Toshkent: Fan, 2006.

10. Q.A. Amonov, A.A. Baratov. Blum taksonomiyasi asosida fizikadan test topshiriqlarini shakllantirish, uslubiy qo‘llanma. Toshkent.: O‘zbekiston Respublikasi Oliy Ta‘lim, Fan va Innovatsiyalar Vazirligi huzuridagi Bilim va malakalarni baholash agentligi huzuridagi Ilmiy- o‘quv amaliy markazi. 2023, 96 b.

DINAMIKA BO‘LIMINI O‘RGANISHDA SMARTFON SENSORLARI YORDAMIDA EKSPERIMENTAL TADQIQOTLAR METODIKASI

Begzatova Shaxnoza Paxriddinovna[1],
Ermatova Durdona Ikromjon qizi[2]
[1] Chirchiq davlat pedagogika universiteti, katta o‘qituvchisi
[2] Chirchiq davlat pedagogika universiteti, 4-kurs talabasi

Annotatsiya. Mazkur tezisda dinamika bo‘limini o‘rganishda smartfon sensorlaridan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Akselerometr va giroskop yordamida mexanik harakat, tezlanish, erkin tushish, nishab tekislikdagi harakat va tebranish jarayonlarini eksperimental o‘rganishning metodik jihatlari yoritiladi. Shuningdek, Phyphox ilovasi orqali olingan ma’lumotlarni qayta ishlash, grafik tahlil qilish hamda nazariy va tajribaviy natijalarni taqqoslash imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Smartfonlardan foydalanishning fizika ta’limidagi afzalliklari va ayrim cheklovlari bayon etiladi.

Kalit so‘zlar: dinamika, smartfon, sensor, akselerometr, giroskop, Phyphox, eksperiment, tezlanish, raqamli texnologiyalar.

Fizika fanini o‘qitishda eksperimental tadqiqotlar nazariy bilimlarni mustahkamlash, talabalarda tanqidiy fikrlash va muammolarni hal qilish ko‘nikmalarini rivojlantirish uchun fundamental ahamiyatga ega [1]. Ayniqsa, dinamika bo‘limi kabi murakkab mavzularni o‘zlashtirishda amaliy tajribalar orqali hodisalarning fizik mohiyatini tushunish muhimdir. Biroq, ko‘plab ta’lim muassasalarida, xususan, rivojlanayotgan mamlakatlarda, zamonaviy laboratoriya uskunalari bilan ta’minlash va ularni saqlash bilan bog‘liq jiddiy qiyinchiliklar mavjud. Bu esa talabalarning amaliy mashg‘ulotlarda ishtirok etish imkoniyatlarini cheklaydi va ularning fanga bo‘lgan qiziqishini pasaytirishi mumkin. An’anaviy o‘qitish usullari ko‘pincha nazariy bilimlarni amaliy ko‘nikmalar bilan bog‘lashda qiyinchiliklarga duch keladi, ayniqsa dinamika kabi murakkab bo‘limlarda.

So‘nggi yillarda smartfon texnologiyalarining jadal rivojlanishi va ularning keng tarqalishi ta’lim sohasida yangi imkoniyatlar yaratmoqda [2]. Bugungi kunda deyarli har bir talabaning smartfonlarida akselerometr, giroskop, magnitometr, GPS, mikrofon, yorug‘lik sensori va boshqa sensorlarning mavjudligi ularni kichik raqamli o‘lchov laboratoriyasiga aylantirish imkonini beradi. Fizika ta’limida ayniqsa akselerometr va giroskop sensorlari mexanik harakatlarni tadqiq etishda katta metodik imkoniyatlarga ega. Akselerometr yordamida chiziqli tezlanish, giroskop yordamida esa burchak tezligi va aylanish harakatlari haqidagi ma’lumotlarni olish mumkin. Mazkur imkoniyatlardan foydalanish dinamika bo‘limidagi nazariy qonuniyatlarni real tajriba bilan bog‘lashga xizmat qiladi.

Smartfon sensorlaridan fizika ta’limida foydalanishning muhim jihatlaridan biri o‘lchash jarayonining raqamlashtirilishidir. An’anaviy laboratoriya mashg‘ulotlarida talaba o‘lchov asboblarining ko‘rsatkichlarini qo‘lda qayd etishi va keyinchalik ularni qayta ishlashi kerak bo‘ladi. Smartfon asosidagi tajribada esa sensor tomonidan qayd etilgan ma’lumotlar avtomatik ravishda yozib olinadi va vaqtga bog‘liq holda grafik ko‘rinishda tasvirlanishi mumkin. Natijada talaba fizik jarayonning dinamikasini real vaqt rejimida kuzatish imkoniyatiga ega bo‘ladi.

Smartfon sensorlari bilan ishlash uchun maxsus mobil ilovalardan foydalanish imkoniyati mavjud. Jumladan, Phyphox ilovasi smartfonning ichki sensorlaridan olingan ma’lumotlarni qayd etish, ularni grafik shaklda ko‘rsatish va ayrim hollarda matematik qayta ishlash imkonini beradi. Ushbu ilovada akselerometr, giroskop, magnitometr va boshqa sensorlar bilan ishlashga mo‘ljallangan tajriba rejimlari mavjud. Shu sababli u dinamika bo‘limidagi ko‘plab tajribalarni tashkil etishda qulay raqamli vosita sifatida qaraladi. Yuborilgan materialda ham Phyphox ilovasi yordamida sensor ma’lumotlarini real vaqt rejimida yig‘ish va vizuallashtirish imkoniyati qayd etilgan.

Dinamika bo‘limida smartfon akselerometridan foydalanish, avvalo, tezlanishni o‘rganish bilan bog‘liq. Nyutonning ikkinchi qonunini o‘rganishda jismga ta’sir qiluvchi kuch va uning tezlanishi o‘rtasidagi bog‘liqlikni tajribaviy tekshirish mumkin. Bunda smartfon harakatlanuvchi aravacha yoki boshqa mexanik tizimga mahkamlanadi va harakat davomida akselerometr tomonidan qayd etilgan tezlanish qiymatlari yozib olinadi. Tajribada kuch yoki massa o‘zgartirilganda tezlanishning qanday o‘zgarishi kuzatiladi. Shu orqali o‘quvchi nazariy jihatdan o‘rganilgan munosabatini tajriba asosida tahlil qilish imkoniyatiga ega bo‘ladi.

Erkin tushish hodisasini o‘rganish ham smartfon akselerometridan foydalanish mumkin bo‘lgan tajribalardan biridir. Bunday tajribada smartfonning harakatlanish jarayonidagi tezlanish ma’lumotlari qayd qilinadi. Olingan ma’lumotlar yordamida erkin tushish vaqtini, tezlanishni va harakatning ayrim bosqichlarini tahlil qilish mumkin. Yuborilgan materialda aynan erkin tushish,

nishab tekislikdagi harakat va mayatnik tebranishlari smartfon sensorlari yordamida o‘rganiladigan asosiy eksperimental yo‘nalishlar sifatida keltirilgan.

Smartfon asosidagi laboratoriya ishlarining yana bir metodik imkoniyati - tajriba natijalarini grafik tahlil qilishdir. Fizik kattalikning vaqtga bog‘liqligi grafigi orqali talaba harakatning turli bosqichlarini ajratishi va ularning fizik mazmunini tushuntirishi mumkin. Masalan, tezlanishning vaqtga bog‘liqligi, burchak tezligining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi yoki tebranish jarayonidagi davriy o‘zgarishlarni grafik shaklda kuzatish mumkin. Grafik tahlil talabalarda fizik kattaliklar orasidagi funksional bog‘lanishlarni aniqlash ko‘nikmasini rivojlantiradi.

Bundan tashqari, raqamli sensorlar yordamida olingan katta hajmdagi ma’lumotlarni matematik-statistik usullar bilan qayta ishlash imkoniyati mavjud. Bir xil tajribani bir necha marta takrorlash, o‘rtacha qiymatni aniqlash, absolyut va nisbiy xatoliklarni hisoblash, nazariy va eksperimental natijalarni taqqoslash talabalarni ilmiy tadqiqot metodlariga yaqinlashtiradi. Shu nuqtayi nazardan smartfon laboratoriyalari nafaqat fizik bilimlarni shakllantirish, balki raqamli va matematik kompetensiyalarni rivojlantirish vositasi sifatida ham qaralishi mumkin.

Smartfonlardan foydalanishning muhim pedagogik afzalliklaridan biri ularning keng tarqalganligi va nisbatan qulayligidir. Maxsus laboratoriya uskunalarining yetishmasligi yoki ayrim qurilmalarning eskirganligi sharoitida smartfon mavjud vositalardan foydalanib eksperimental topshiriqlarni tashkil etish imkonini beradi. Shu bilan birga, bitta smartfon yordamida turli fizik kattaliklarni o‘lchash imkoniyati mavjudligi laboratoriya ishlarining mazmunini kengaytiradi.

Shu bilan birga, smartfon sensorlaridan foydalanishning ayrim metodik cheklovlari mavjud. Turli smartfon modellarida sensorlarning texnik xususiyatlari, sezgirligi va kalibrlanish darajasi bir xil bo‘lmasligi mumkin. Shuning uchun tajriba natijalarini baholashda qurilmaning texnik imkoniyatlarini hisobga olish zarur. Bundan tashqari, smartfonning tajriba obyektiga mustahkam o‘rnatilmasligi, tashqi tebranishlar va boshqa omillar o‘lchash natijalariga ta’sir qilishi mumkin. Ushbu muammolarni kamaytirish uchun tajriba oldidan sensorni kalibrlash, o‘lchashlarni bir necha marta takrorlash va natijalarning o‘rtacha qiymatidan foydalanish tavsiya etiladi.

Umuman, mavjud metodik yondashuvlarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, smartfon sensorlari fizika ta’limida an’anaviy laboratoriya ishlarini to‘liq almashtiruvchi vosita sifatida emas, balki ularni to‘ldiruvchi va eksperimental faoliyatni raqamlashtiruvchi vosita sifatida samarali qo‘llanishi mumkin. Ayniqsa, dinamika bo‘limida mexanik harakatning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini qayd etish, grafiklarni hosil qilish, o‘lchash natijalarini matematik qayta ishlash va nazariy qonuniyatlar bilan taqqoslash imkoniyatlari ushbu texnologiyaning

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Гомулина Н.Н. Информационные технологии в обучении физике и астрономии. – М.: Бином, 2015.
2. Полонский В.М. Научно-педагогическая информация: словарь-справочник. – М.: Новая школа, 1995.

MEXANIK ENERGIYANING SAQLANISH QONUNI MAVZUSINI O‘QITISHDA MENTAL XARITA METODIDAN FOYDALANISH METODIKASI

Eshmurodova Shaxzoda Tuxliboy qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti Aniq fanlar fakuleti “Fizika va astronomiya”yo‘nalishi 4-kurs talabasi

Annotatsiya. Ushbu tezisda umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika fanining “Mexanik energiyaning saqlanish qonuni” mavzusini o‘qitishda mental xarita metodidan foydalanishning metodik imkoniyatlari yoritilgan. Mental xarita yordamida o‘quvchilarning mavzuga oid tushunchalarni tizimlashtirish, ular o‘rtasidagi sabab-oqibat va mantiqiy bog‘lanishlarni aniqlash hamda fizik formulalarni amaliy masalalar bilan bog‘lash ko‘nikmalarini rivojlantirish masalalari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: mexanik energiya, kinetik energiya, potensial energiya, energiyaning saqlanish qonuni, mental xarita, interfaol metod, fizika ta’limi, o‘quvchi faolligi.

Bugungi kunda ta’lim jarayonida o‘quvchilarga faqat tayyor bilimlarni berish emas, balki ularning mustaqil fikrlashi, tahlil qilishi, bilimlarni amaliyotda qo‘llashi va muammoli vaziyatlarga yechim topish ko‘nikmalarini rivojlantirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, fizika fanini o‘qitishda murakkab fizik hodisa va qonuniyatlarni o‘quvchilarga sodda, tushunarli va tizimli tarzda yetkazish uchun zamonaviy pedagogik texnologiya va interfaol metodlardan foydalanish muhim ahamiyatga ega.

Fizika fanining muhim mavzularidan biri **“Mexanik energiyaning saqlanish qonuni”** bo‘lib, ushbu mavzuni o‘rganishda o‘quvchilar kinetik energiya, potensial energiya, mexanik energiya hamda energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishi haqidagi bilimlarni egallaydilar. Mazkur tushunchalar bir-biri bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, ularni alohida o‘rganishdan ko‘ra yagona tizim sifatida tushuntirish o‘quvchilarning mavzuni chuqurroq anglashiga yordam beradi. Masalan, jismning harakati davomida kinetik va potensial energiyaning o‘zgarishi, biroq ideal sharoitda umumiy mexanik energiyaning saqlanib qolishi qonunning mazmunini tashkil etadi.

Mazkur mavzuni o‘qitishda **mental xarita (Mind Map)** metodidan foydalanish samarali metodik yondashuvlardan biri hisoblanadi. Mental xarita – asosiy tushuncha atrofida unga tegishli bo‘lgan tushunchalar, formulalar, g‘oyalar

va misollarni tarmoqlar koʻrinishida joylashtirish orqali mavzuni grafik tarzda ifodalash usulidir. Ushbu metod oʻquvchilarga katta hajmdagi ma’lumotlarni tartibga solish, asosiy va ikkilamchi tushunchalarni ajratish hamda ular oʻrtasidagi mantiqiy bogʻlanishlarni aniqlash imkonini beradi.

“Mexanik energiyaning saqlanish qonuni” mavzusida mental xaritaning markaziga asosiy tushuncha joylashtiriladi. Undan **“kinetik energiya”**, **“potensial energiya”**, **“mexanik energiya”**, **“energiyaning aylanishi”** va **“amaliy qoʻllanilishi”** kabi asosiy tarmoqlar chiqariladi. Har bir tarmoq tegishli formula va misollar bilan toʻldiriladi. Jumladan, kinetik energiya Ek=mv22E_k=\frac{mv^2}{2}, potensial energiya Ep=mghE_p=mgh, mexanik energiya esa E=Ek+EpE=E_k+E_p formulalari orqali ifodalanadi. Bu orqali oʻquvchi formulalarni alohida yodlab qolmasdan, ularning oʻzaro bogʻliqligini anglaydi.

Mental xarita metodining yana bir muhim jihati – oʻquvchilarni dars jarayonida faol ishtirok etishga undashidir. Oʻqituvchi tayyor xaritani taqdim etish oʻrniga, uning asosiy qismini oʻquvchilar bilan birgalikda shakllantirishi mumkin. Bunda oʻquvchilar oʻzlarining avvalgi bilimlariga tayangan holda tegishli tushuncha, formula va misollarni xaritaga kiritadilar. Natijada ularda mustaqil fikrlash, taqqoslash, umumlashtirish va xulosa chiqarish koʻnikmalari rivojlanadi.

Shuningdek, mental xaritadan yangi mavzuni tushuntirish bilan bir qatorda, oʻtilgan mavzuni takrorlash, masalalar yechish va bilimlarni mustahkamlashda ham foydalanish mumkin. Masalan, erkin tushayotgan jism misolida oʻquvchilar potensial energiyaning kamayishi hisobiga kinetik energiyaning ortishini mental xaritada koʻrsatishlari mumkin. Bu esa mexanik energiyaning saqlanish qonunini real fizik jarayon bilan bogʻlash imkonini beradi.

Shunday qilib, “Mexanik energiyaning saqlanish qonuni” mavzusini oʻqitishda mental xarita metodidan foydalanish oʻquvchilarning mavzuni tizimli va ongli oʻzlashtirishiga, fizik tushunchalar oʻrtasidagi bogʻlanishlarni anglashiga hamda nazariy bilimlarini amaliy masalalar bilan bogʻlashiga xizmat qiladi. Shu sababli mazkur metodni fizika darslarida qoʻllash oʻquvchilarning bilish faolligini oshirish va ta’lim samaradorligini ta’minlashning samarali usullaridan biri sifatida qaralishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tursunmetov K.A., Usmonov Sh.N., Raxmatov J.A., Xomidov D.B. Fizika: Umumiy oʻrta ta’lim maktablarining 10-sinfi uchun darslik. – Toshkent: Respublika ta’lim markazi, 2022. – 192 b. Scribd
2. Turdiyev N.Sh., Tursunmetov K.A., Ganiyev A.G. va boshqalar. Fizika: 10-sinf uchun darslik. – Toshkent: Niso Poligraf, 2017. Scribd
3. Buzan T. The Mind Map Book: How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential. – New York: Plume, 1996.
4. Planning and organizing a physics lesson using the mind mapping technique. – Mental xarita metodini fizika darsida qoʻllash bosqichlari: maqsadni

belgilash, markaziy g‘oyani yaratish, asosiy tushunchalarni ajratish, tafsilotlarni kiritish, topshiriqlar va baholashni tashkil etish. eSSPU Institutional Repository

5. Mavlonova R.A., To‘rayeva O., Xoliqberdiyev K. Pedagogika. – Toshkent: O‘qituvchi, 2018. – 416 b.
6. O‘zbekiston Respublikasi. “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonun. – Toshkent, 2020.
7. O‘zbekiston Respublikasi Ta’lim resurslari portali. 10-sinf fizika: Energiyaning bir turdan boshqasiga aylanishi. – Yagona raqamli ta’lim resurslari va xizmatlari portali. Рақамли таълим
8. Toxirova M.O. Umumiy fizika: Mexanika. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2024. O‘zbekiston Elektron Ilmiy Kutubxonasi
9. Usova A.V., Bobrov A.A. O‘quvchilarga fizikadan masalalar yechishni o‘rgatish. – Moskva: Prosveshcheniye, 1988.
10. Tursunov O‘., Tursunov A. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizikani o‘qitish nazariyasi va metodikasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2021. O‘zbekiston Elektron Ilmiy Kutubxonasi

FIZIKANI INNOVATSION TA'LIM MUHITIDA O‘QITISH TEXNOLOGIYALARI (RAQAMLI VA INTERFAOL VOSITALAR, PhET SIMULYATSIYALARI, LEARNINGAPPS PLATFORMASI)

O‘.M. Farmonov
Jizzax davlat pedagogika universiteti,
Sharof Rashidov, 4, Jizzax 130100, O‘zbekiston
Elektron pochta: farmonov-81@mail.ru
ORCID: 0000-0001-9442-2463

Annotatsiya. Maqolada tabiiy fanlar yo‘nalishi talabalariga fizika o‘qitishda raqamli va interfaol texnologiyalar – PhET simulyatsiyalari va LearningApps platformasidan foydalanishning metodik imkoniyatlari tahlil qilingan. Raqamli vositalarning beshta asosiy didaktik imkoniyati asoslanib, mashg‘ulotlarni tashkil etishning yetti bosqichli konseptual modeli taklif etilgan.

Kalit so‘zlar: raqamli ta'lim texnologiyalari; PhET simulyatsiyalari; LearningApps; fanlararo integratsiya; innovatsion-metodik tizim; tabiiy fanlar ta'limi; shaxsga yo‘naltirilgan ta'lim.

Аннотация. В статье проанализированы методические возможности использования цифровых и интерактивных технологий – симуляций PhET и платформы LearningApps – при обучении физике студентов естественнонаучных направлений. Обоснованы пять основных дидактических возможностей цифровых средств, предложена семиэтапная концептуальная модель организации занятий.

Ключевые слова: цифровые образовательные технологии; симуляции PhET; LearningApps; междисциплинарная интеграция;

инновационно-методическая система; естественнонаучное образование; личностно-ориентированное обучение.

KIRISH

Zamonaviy oliy ta'lim tizimida raqamli texnologiyalardan foydalanish ta'lim samaradorligini oshirishning ustuvor omillaridan biri sifatida e'tirof etilmoqda [10, 14]. Butun dunyo bo‘ylab ta'lim sohasini raqamlashtirish jarayoni jadal sur'atlarda kechmoqda, bu esa YUNESKOning 2030-yilgacha ta'lim sohasidagi Harakatlar dasturida ham alohida ta'kidlangan [14]. Tabiiy fanlar (kimyo–biologiya) yo‘nalishi talabalari uchun fizika fanini o‘qitish alohida metodik qiyinchilik tug‘diradi: fizik mazmunning murakkabligi, fanlararo xarakteri va talabalarning bilish ehtiyojlari raqamli vositalarni metodik jihatdan asoslangan holda qo‘llashni taqozo etadi.

Muammoning dolzarbligi shundaki, amaliyotda raqamli texnologiyalar ko‘pincha ta'lim jarayoniga tasodifiy, tizimsiz tarzda kiritiladi – bu esa ularning didaktik salohiyatidan to‘liq foydalanishga to‘sqinlik qiladi. Xususan, PhET simulyatsiyalari va LearningApps platformasi kabi vositalar ko‘pincha qo‘shimcha “ko‘rgazmali material” sifatida, aniq metodik reja va bosqichlilikdan tashqarida, alohida-alohida va bir-biri bilan bog‘lanmagan holda qo‘llaniladi. Bu esa ularning bir-birini to‘ldiruvchi, izchil didaktik tizim sifatida ishlashiga to‘sqinlik qiladi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi – tabiiy fanlar yo‘nalishi talabalariga fizika o‘qitishda PhET simulyatsiyalari va LearningApps platformasining metodik imkoniyatlarini ilmiy-nazariy jihatdan tahlil qilish hamda ularni tizimli, bosqichli va fanlararo integratsiyalashgan holda qo‘llashga asoslangan mashg‘ulotlarni tashkil etish modelini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot vazifalari quyidagilardan iborat: 1) raqamli ta'lim texnologiyalarining fizika o‘qitishdagi asosiy metodik imkoniyatlarini aniqlash; 2) PhET simulyatsiyalaridan foydalanishning bosqichli metodikasini asoslash; 3) LearningApps platformasi asosida interfaol topshiriqlarni loyihalash tamoyillarini ishlab chiqish; 4) ikki texnologiyani birlashtirgan holda mashg‘ulotlarni tashkil etishning yaxlit konseptual modelini taklif etish.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Tadqiqot muammosi bo‘yicha psixologik-pedagogik va metodik adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, ta'lim jarayonida raqamli vositalarni qo‘llash masalasi turli nazariy yo‘nalishlar asosida o‘rganilgan.

Ijtimoiy-konstruktivistik yondashuv nuqtayi nazaridan, L.S. Vygotskiy bilimning ijtimoiy muloqot va faoliyat jarayonida shakllanishini asoslab, “yaqin rivojlanish zonasi” tushunchasini ilmiy muomalaga kiritgan [15]. J. Bruner “kashfiyot orqali o‘rganish” (discovery learning) g‘oyasini ilgari surib, o‘quvchining bilimni mustaqil qurishga faol jalb etilishi zarurligini ta'kidlaydi [9]. D.H. Jonassen muammoli vaziyatlar asosida o‘qitish modelini ishlab chiqib, texnologik vositalarning muammo yechishga yo‘naltirilgan ta'limdagi o‘rnini

asoslaydi [11]. Ushbu ikki g‘oya (Bruner, Jonassen) PhET simulyatsiyalarining “kuzatish – taxmin – tekshirish” mantig‘iga to‘g‘ridan-to‘g‘ri mos keladi .

Kognitiv nuqtayi nazardan, R.E. Mayer “multimedia orqali o‘rganish” nazariyasini ishlab chiqib, vizual va og‘zaki kanallarning birgalikda muvofiqlashtirilgan holda qo‘llanilishi axborotni chuqurroq qayta ishlashga xizmat qilishini asoslab bergan [12]. Ushbu nazariya raqamli animatsiya va simulyatsiyalarning nima uchun an'anaviy og‘zaki tushuntirishga nisbatan samaraliroq ekanligini izohlashning nazariy asosi bo‘lib xizmat qiladi.

Ta'lim natijalarini taksonomiyalash borasida L.W. Anderson va D.R. Krathwohl tomonidan qayta ishlangan Bloom taksonomiyasi bilim, tushunish, qo‘llash, tahlil, sintez va baholash darajalarini belgilab beradi [8]; ushbu taksonomiya tadqiqotimizda LearningApps topshiriqlarini reproduktiv, produktiv va kreativ darajalarga ajratishning nazariy negizini tashkil etadi.

C. Dede raqamli vositalarning moslashuvchanligi va tezkorligini, ularning ta'lim jarayonini individuallashtirishdagi rolini asoslaydi [10]; bu fikr J.E. Usarovning kompetensiyaviy yondashuv asosida ta'lim mazmunini takomillashtirish g‘oyasi bilan uyg‘unlashadi [5, 10].

O‘zbekistonlik tadqiqotchilar orasida B.S. Abdullayeva fanlararo aloqadorlikning metodologik-didaktik asoslarini ishlab chiqqan [1]; M. Jumaniyozova fizika o‘qitishda integrallashgan bilimlar muammosini tadqiq etgan [2]; I.O. Zaxidov fizika va kimyo fanlari o‘rtasidagi fanlararo bog‘liqlikni tahlil qilgan [3]. N.I. Tailakov raqamli ta'lim muhitida fanlarni o‘qitish masalalarini o‘rgangan [4]. Muallifning oldingi ishlarida ham tabiiy fanlar yo‘nalishi talabalariga fizika o‘qitish metodikasi [6] va oliy ta'lim tizimiga innovatsion ta'lim texnologiyalarini tatbiq etish masalalari [7] yoritilgan.

Shunday qilib, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, raqamli ta'lim vositalarini qo‘llashning umumnazariy asoslari yetarlicha ishlab chiqilgan, biroq ularni aynan tabiiy fanlar yo‘nalishi talabalariga fizika o‘qitishda, fanlararo integratsiya kontekstida, bosqichli va tizimli model shaklida birlashtirish masalasi alohida ilmiy-metodik asoslashni talab etadi. Aynan shu bo‘shliq ushbu tadqiqotning ilmiy yangiligini belgilaydi.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotda quyidagi metodlardan foydalanildi: 1) mavzuga oid psixologik-pedagogik va metodik adabiyotlarni nazariy tahlil qilish va umumlashtirish metodi; 2) tizimli-struktur tahlil metodi – raqamli texnologiyalarning didaktik imkoniyatlarini tarkibiy qismlarga ajratib o‘rganish uchun; 3) pedagogik modellashtirish metodi – mashg‘ulotlarni tashkil etishning konseptual modelini ishlab chiqish uchun; 4) qiyosiy tahlil metodi – PhET va LearningApps platformalarining metodik imkoniyatlarini taqqoslash uchun. Tadqiqot xulosalari muallifning oliy ta'lim muassasalarida fizika fanini o‘qitish tajribasiga asoslangan pedagogik kuzatishlar bilan ham boyitilgan.

MUHOKAMA

Amalga oshirilgan tahlil natijalari raqamli ta'lim texnologiyalarining fizika fanini o‘qitishda bir necha muhim metodik imkoniyatga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Birinchi imkoniyat – o‘quv materialini vizual va dinamik shaklda taqdim etish. R.E. Mayerning multimedia orqali o‘rganish nazariyasiga ko‘ra [12], insonning axborotni qayta ishlash tizimi vizual va og‘zaki kanallar orqali parallel ishlaydi; ikkala kanalning muvofiqlashtirilgan holda ishlatilishi tushunchalarning chuqurroq o‘zlashtirilishiga olib keladi. Fizika fanida ko‘plab hodisa va jarayonlar (mikrojarayonlar, abstrakt modellashgan holatlar, parametrlar o‘zgarishi bilan bog‘liq dinamik jarayonlar) bevosita kuzatish uchun murakkab bo‘lib, an'anaviy og‘zaki izohlar talabalarda yuzaki tasavvurlarni keltirib chiqarishi mumkin. Raqamli animatsiyalar, grafik modellar va interfaol vizualizatsiyalar fizik hodisalarning strukturasini, dinamikasini hamda sabab–oqibat zanjirini ochib berishga xizmat qiladi.

Ikkinchi imkoniyat – fanlararo integratsiyani metodik jihatdan kuchaytirish. B.S. Abdullayeva, M. Jumaniyozova va I.O. Zaxidovlarning tadqiqotlarida asoslanganidek [1], fizika ko‘pincha biologik va kimyoviy jarayonlarni ilmiy izohlashning metodologik asosi vazifasini bajaradi. Raqamli modellar issiqlik almashinuvi, diffuziya, osmos, bosim, elektr hodisalari, energiya saqlanishi kabi mavzularni biologik tizimlar va kimyoviy jarayonlar bilan bog‘lab tahlil qilish imkonini beradi, natijada talabalarda fanlararo tafakkur – hodisani turli fanlar kesishmasida ko‘ra olish va izohlash ko‘nikmasi – shakllanadi.

Uchinchi imkoniyat – ta'lim jarayonini shaxsga yo‘naltirilgan holda tashkil etish. C. Dede va L.S. Vygotskiy asarlarida ko‘rsatilganidek [10, 15], raqamli muhit talabaga o‘quv materialini o‘z bilish tezligi va tayyorgarlik darajasiga mos ravishda o‘rganish, murakkab jihatlarni qayta ko‘rib chiqish hamda mustaqil izlanish olib borish imkonini beradi. Bunda individuallashtirish nafaqat “qulaylik” sifatida, balki o‘quv motivatsiyasini oshiruvchi va o‘zlashtirish barqarorligini ta'minlovchi didaktik shart sifatida namoyon bo‘ladi.

To‘rtinchi imkoniyat – tajribaviy faoliyatni kengaytirish va xavfsizlashtirish. Moddiy-texnik baza, vaqt va xavfsizlik bilan bog‘liq cheklovlar mavjud sharoitda virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar murakkab tajribalarni xavfsiz, takroriy va turli parametrlar bo‘yicha modellashtirish imkonini yaratadi. Bu holat fizika ta'limining tajribaviy xarakterini saqlab qolish bilan birga, talabalarning “kuzatish – tahlil – xulosa” zanjiri bo‘yicha ilmiy fikrlashini rivojlantiradi.

Beshinchi imkoniyat – baholash va teskari aloqani tezkor tashkil etish. N.I. Tailakov va YUNESKOning Ta'lim 2030 Harakatlar dasturida ta'kidlanganidek [4, 14], raqamli vositalar talabalarning bilim va ko‘nikmalarini operativ aniqlash, natijalarni tahlil qilish va individual tavsiyalar berish imkonini yaratadi.

Ushbu beshta imkoniyat orasida PhET (Physics Education Technology) simulyatsiyalari alohida o‘rin tutadi [13]. 2002-yilda Nobel mukofoti laureati Karl Vayman tashabbusi bilan Kolorado universiteti (AQSH)da asos solingan ushbu loyiha talabalarga fizik jarayonlarni bevosita boshqarish, asosiy parametrlarni o‘zgartirish va natijalarni real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi [13]. PhET simulyatsiyalaridan foydalanish metodikasi olti bosqichda amalga oshiriladi: 1)

muammo va motivatsiya – dars biologik yoki kimyoviy jarayondan olingan real vaziyat bilan boshlanadi; 2) dastlabki taxminlar – talabalar mavjud bilimlariga tayangan holda taxmin bildiradi; 3) simulyatsiya bilan ishlash – talaba parametrlarni o‘zgartirib, natijalarni kuzatadi; 4) tahlil va nazariy umumlashtirish – kuzatishlar asosida qonuniyatlar aniqlanadi; 5) fanlararo qo‘llash – bilim biologiya yoki kimyo vaziyatlariga tatbiq etiladi; 6) refleksiya va baholash. Ushbu izchillik D.H. Jonassenning muammoga asoslangan ta'lim modeliga mos keladi [11] va talabani tayyor bilim qabul qiluvchidan faol bilish subyektiga aylantiradi.

Simulyatsiyalar orqali olingan bilimlarni mustahkamlash va fanlararo kontekstda qo‘llash uchun LearningApps platformasidan foydalaniladi. L.W. Anderson va D.R. Krathwohlning qayta ishlangan Bloom taksonomiyasiga tayangan holda [8], platforma asosidagi interfaol topshiriqlar uch darajaga ajratiladi: reproduktiv (tushuncha va formulalarni mustahkamlash), produktiv (bilimlarni masala yechishda va modellashtirishda qo‘llash) va kreativ-fanlararo (biologik yoki kimyoviy jarayonni fizik nuqtayi nazardan tahlil qilish). J.E. Usarov va C. Dede ta'kidlaganidek [5, 10], platformaning moslashuvchanligi o‘qituvchiga qisqa vaqt ichida turli darajadagi, fanlararo mazmun bilan boyitilgan topshiriqlarni ishlab chiqish, ularni o‘quv jarayonining turli bosqichlarida qo‘llash imkonini beradi – bu esa ta'lim jarayonini individuallashtirish va talabalarning bilish faolligini oshirishga xizmat qiladi.

NATIJALAR

Tadqiqot natijasida, PhET simulyatsiyalari va LearningApps platformasini birlashtirgan holda, mashg‘ulotlarni tashkil etishning yetti bosqichli konseptual modeli ishlab chiqildi:

1) Fanlararo kontekstni aniqlash – biologiya yoki kimyo fanlariga oid real jarayonlar asosida kirish muammosi yaratiladi;

2) Motivatsiya va muammo qo‘yish – muammoli savollar orqali talabalarning bilish faoliyati faollashtiriladi;

3) Raqamli vizualizatsiya va modellashtirish – PhET simulyatsiyalari yordamida fizik hodisalar vizual va dinamik shaklda anglanadi;

4) Tahlil va nazariy umumlashtirish – kuzatishlar asosida fizik qonuniyatlar ilmiy jihatdan asoslanadi;

5) Interfaol mustahkamlash – LearningApps platformasi asosida reproduktiv, produktiv va kreativ topshiriqlar bajariladi;

6) Fanlararo qo‘llash – o‘rganilgan bilim biologik yoki kimyoviy vaziyatlarga tatbiq etiladi;

7) Refleksiya va baholash – R–P–K (reproduktiv–produktiv–kreativ) modeli asosida o‘zlashtirish darajasi aniqlanadi.

Har bir bosqich keyingisi uchun metodik tayanch vazifasini bajaradi, bunda PhET simulyatsiyalari fizik jarayonlarni anglash, kuzatish va tahlil qilish bosqichida, LearningApps platformasi esa bilimlarni mustahkamlash, fanlararo qo‘llash va refleksiya bosqichlarida qo‘llaniladi. 1-jadvalda raqamli ta'lim texnologiyalarining asosiy metodik imkoniyatlari umumlashtirilgan.

1-jadval. Raqamli ta'lim texnologiyalarining fizika o‘qitishdagi metodik imkoniyatlari

Didaktik vazifa	**Raqamli ta'lim vositasi**	**Kutiladigan pedagogik natija**
Murakkab fizik hodisalarni tushuntirish	Animatsiya, simulyatsiya, interfaol vizualizatsiya	Fizik tushunchalarning vizual va mazmunan chuqur o‘zlashtirilishi
Fanlararo integratsiyani ta'minlash	Raqamli modellar (fizika–biologiya–kimyo)	Fanlararo tafakkur va tizimli ilmiy fikrlashning shakllanishi
Mustaqil va faol o‘rganishni rivojlantirish	Interfaol platformalar, onlayn topshiriqlar	Talabaning bilish faolligi va o‘quv motivatsiyasining oshishi
Tajribaviy faoliyatni kengaytirish	Virtual laboratoriyalar, simulyatorlar	Tajribalarni xavfsiz, takroriy va parametrli o‘rganish imkoniyati
Baholash va teskari aloqani tashkil etish	Raqamli testlar, avtomatik tahlil vositalari	O‘zlashtirish darajasini tezkor va obyektiv aniqlash

Taklif etilgan model va jadvalda keltirilgan imkoniyatlar o‘zaro uzviy bog‘liq bo‘lib, raqamli texnologiyalarni tasodifiy emas, balki aniq didaktik maqsad, fanlararo mazmun va bosqichli metodik mexanizm asosida qo‘llashni ta'minlaydi. Model amaliyotga tatbiq etilganda, talabalarning fanlararo bilim darajasi, mustaqil va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalari hamda o‘quv motivatsiyasi sezilarli darajada oshishi kutiladi.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, o‘tkazilgan tadqiqot raqamli va interfaol ta'lim texnologiyalarining tabiiy fanlar yo‘nalishi talabalariga fizika fanini o‘qitishda keng didaktik salohiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi. PhET simulyatsiyalari fizik jarayonlarni vizual, dinamik va tajribaviy shaklda anglashga xizmat qilsa, LearningApps platformasi olingan bilimlarni bosqichli mustahkamlash, fanlararo qo‘llash va refleksiv baholashni ta'minlaydi.

Tadqiqot natijasida ishlab chiqilgan yetti bosqichli konseptual model raqamli vositalarni aniq maqsad, mazmun, metod va baholash komponentlari bilan uzviy bog‘langan yaxlit tizim sifatida qo‘llashning amaliy-metodik asosini tashkil etadi. Ushbu model fizika ta'limini innovatsion texnologiyalar asosida takomillashtirishga, talabalarda fanlararo tafakkur, mustaqil va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, taklif etilgan model oliy ta'lim muassasalarining fizika kafedralarida ma'ruza va amaliy mashg‘ulotlarni loyihalashda bevosita qo‘llanilishi mumkin. Kelgusi tadqiqotlarda ushbu modelning samaradorligini tajriba-sinov ishlari orqali empirik jihatdan tekshirish,

shuningdek uni boshqa tabiiy fanlar (kimyo, biologiya) ta'limiga moslashtirish dolzarb ilmiy-metodik vazifa bo‘lib qolmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Абдуллаева Б.С. Фанлараро алоқадорликнинг методологик-дидактик асослари. – Тошкент, 2006. – 49 б.
2. Жуманиёзова М. Физика ўқитишда интеграллашган билимлар. – Тошкент, 2007. – 154 б.
3. Захидов И.О. Физика ва кимё фанлараро боғлиқлиги. – Наманган, 2005. – 146 б.
4. Тайлаков Н.И. Рақамли таълим муҳитида фанларни ўқитиш. – Тошкент, 2019. – 186 б.
5. Усаров Ж.Э. Таълим мазмунини компетенция асосида такомиллаштириш. – Тошкент, 2019. – 267 б.
6. Фармонов Ў.М. Методика преподавания предмета физики студентам направления естествознания // Образование и наука в России и за рубежом. – 2019. – №16. – С. 114–118.
7. Фармонов Ў.М. Олий таълим тизимига инновацион таълим технологияларини тадбиқи // Тафаккур зиёси. – 2020. – №4. – Б. 31–34.
8. Anderson L.W., Krathwohl D.R. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. – New York, 2001.
9. Bruner J. The Process of Education. – Harvard, 1960.
10. Dede C. Digital Tools for Learning. – Harvard, 2014.
11. Jonassen D.H. Learning to Solve Problems. – Routledge, 2011.
12. Mayer R.E. Multimedia Learning. – Cambridge University Press, 2009. – 304 p.
13. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. – 2018.
14. UNESCO. Education 2030 Framework for Action. – Paris, 2015.
15. Vygotsky L.S. Mind in Society. – Harvard, 1978.

ATOM FIZIKASIDA MUSTAQIL TA’LIMNI TASHKIL ETISHDA ZAMONAVIY ELEKTRON VOSITALARNI QO‘LLASH METODIKASI

G‘afforova Shaxnoza Fattoyevna,
Samarqand davlat pedagogika instituti tayanch doktoranti,
Shahnoza20192015@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada atom fizikasi fanini o‘qitishda talabalarning mustaqil ta’lim faoliyatini samarali tashkil etishning zamonaviy metodik yondashuvlari yoritilgan. Ayniqsa, elektron ta’lim resurslari, virtual laboratoriyalar, interaktiv simulyatsiyalar, elektron darsliklar, videodarslar, test platformalari hamda raqamli ta’lim muhitlaridan foydalanishning didaktik imkoniyatlari tahlil qilinadi. Atom fizikasi mavzularining mikrodunyo hodisalari bilan bog‘liqligi sababli ularni an’anaviy ko‘rgazmali vositalar yordamida tushuntirishda muayyan qiyinchiliklar yuzaga keladi. Zamonaviy elektron

vositalar esa atom tuzilishi, elektronlarning energetik holatlari, kvant o‘tishlari, fotoeffekt, Bor modeli, vodorod atomining spektri, radioaktiv yemirilish kabi jarayonlarni modellashtirish va vizual namoyish etish imkonini beradi. Maqolada mustaqil ta’limni tashkil etishning bosqichlari, elektron vositalarni tanlash mezonlari, o‘qituvchi va talabaning faoliyatini muvofiqlashtirish, topshiriqlarni ishlab chiqish hamda bilimlarni baholash metodikasi taklif etiladi. Shuningdek, PhET Interactive Simulations kabi bepul interaktiv resurslarning atom fizikasi bo‘yicha mustaqil ta’limdagi o‘rni ko‘rib chiqiladi. PhET loyihasida atom tuzilishini o‘rganishga mo‘ljallangan “Build an Atom” simulyatsiyasi proton, neytron va elektronlar sonini o‘zgartirish orqali element, massa soni va zaryadning qanday o‘zgarishini kuzatish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: atom fizikasi, mustaqil ta’lim, elektron ta’lim vositalari, raqamli ta’lim, virtual laboratoriya, interaktiv simulyatsiya, PhET, elektron darslik, multimedia, masofaviy ta’lim, kvant fizikasi, raqamli kompetensiya.

Kirish. Bugungi kunda ta’lim tizimida yuz berayotgan raqamlashtirish jarayonlari o‘quv jarayonining mazmuni, shakli va metodlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda. Zamonaviy ta’limning asosiy vazifalaridan biri faqat tayyor bilimlarni berish emas, balki talabaning mustaqil ravishda axborot izlash, uni tahlil qilish, tajriba o‘tkazish, xulosa chiqarish va o‘z bilimini baholash ko‘nikmalarini shakllantirishdan iborat. Shu sababli mustaqil ta’lim oliy ta’lim jarayonining ajralmas qismi sifatida qaralmoqda.

Raqamli texnologiyalar mustaqil ta’lim uchun keng imkoniyatlar yaratadi. UNESCOning ta’lim texnologiyalariga bag‘ishlangan hisobotida raqamli texnologiyalar ta’lim mazmuniga kirish, mashq qilish imkoniyatlarini kengaytirish, ta’limni individuallashtirish, hamkorlik va interaktivlikni rivojlantirish kabi vazifalarni qo‘llab-quvvatlashi qayd etilgan. Shu bilan birga, texnologiyaning o‘zi avtomatik ravishda yuqori natija bermasligi, uning samarasi pedagogik maqsad va to‘g‘ri metodik tashkil etishga bog‘liqligi ta’kidlanadi. Atom fizikasi fizikaning murakkab, abstrakt va zamonaviy texnologiyalar bilan chambarchas bog‘liq bo‘lgan bo‘limlaridan biridir. Ushbu fan doirasida o‘rganiladigan jarayonlarning katta qismi bevosita kuzatish imkoniyati cheklangan mikrodunyo hodisalaridir. Masalan, elektronlarning atomdagi energetik holatlari, kvant o‘tishlari, atom spektrlari, fotoeffekt va yadro jarayonlarini oddiy tajriba orqali ko‘rsatish har doim ham mumkin emas. Natijada talabada mavzu haqida faqat nazariy tasavvur shakllanishi mumkin. Bunday sharoitda elektron ta’lim vositalaridan foydalanish muhim metodik ahamiyatga ega. Interaktiv simulyatsiyalar yordamida talaba murakkab fizik jarayonlarni modellashtirishi, parametrlarni o‘zgartirishi, natijalarni kuzatishi va o‘z gipotezalarini tekshirishi mumkin. Masalan, PhET Interactive Simulations loyihasining simulyatsiyalari fizik hodisalarni interaktiv va tadqiqotga yo‘naltirilgan muhitda o‘rganishga mo‘ljallangan. Loyiha ma’lumotlariga ko‘ra, unda fizika, kimyo, biologiya, matematika va boshqa fanlar bo‘yicha ko‘plab interaktiv simulyatsiyalar mavjud.

Shundan kelib chiqib, maqolaning maqsadi - atom fizikasi bo‘yicha mustaqil ta’limni tashkil etishda zamonaviy elektron vositalardan foydalanishning metodik asoslarini ishlab chiqish va ularning ta’lim samaradorligini oshirishdagi imkoniyatlarini yoritish**.**

Asosiy qism. Mustaqil ta’lim - talabaning o‘qituvchi tomonidan belgilangan maqsad va topshiriqlar asosida o‘z bilimini mustaqil ravishda egallashi, mustahkamlashi va nazorat qilishi jarayonidir. Bunda o‘qituvchi bilimning yagona manbai bo‘lib qolmaydi. U talabaning mustaqil faoliyatini tashkil etuvchi, yo‘naltiruvchi va nazorat qiluvchi subyekt sifatida namoyon bo‘ladi.

Atom fizikasi bo‘yicha mustaqil ta’limni tashkil qilishda quyidagi vazifalar muhim:

- yangi nazariy bilimlarni mustaqil o‘zlashtirish;
- fizik tushunchalar o‘rtasidagi bog‘lanishlarni aniqlash;
- formulalarni amaliy masalalarda qo‘llash;
- fizik jarayonlarni modellashtirish;
- virtual tajribalarni bajarish;
- grafik va jadvallar bilan ishlash;
- olingan natijalarni tahlil qilish;
- ilmiy manbalarni izlash va tahlil qilish;
- mustaqil xulosa chiqarish;
- o‘zlashtirilgan bilimlarni test va topshiriqlar orqali tekshirish.

Mustaqil ta’limning samarali tashkil etilishi talabada nafaqat predmetga oid bilimlarni, balki umumiy akademik kompetensiyalarni ham rivojlantiradi. Jumladan, axborot bilan ishlash, raqamli vositalardan foydalanish, muammoni aniqlash, mantiqiy fikrlash va natijalarni taqdim etish ko‘nikmalari shakllanadi. Atom fizikasi kabi abstrakt mazmunga ega bo‘lgan fandagi mustaqil ta’limni faqat darslik va konspekt bilan chegaralash maqsadga muvofiq emas. Elektron resurslar yordamida nazariy bilimni vizual modellashtirish va amaliy topshiriq bilan bog‘lash imkoniyati paydo bo‘ladi.

Atom fizikasi bo‘yicha mustaqil ta’limni tashkil etishda turli elektron vositalardan foydalanish mumkin. Ularni funksional vazifasiga ko‘ra quyidagi guruhlarga ajratish maqsadga muvofiq.

1. Elektron darsliklar va raqamli o‘quv materiallari

Elektron darsliklar talabaning kerakli ma’lumotni istalgan vaqtda izlashiga imkon beradi. Oddiy bosma darslikdan farqli ravishda elektron darslikka: rasmlar, animatsiyalar, videolar, gipermatnli havolalar, interaktiv topshiriqlar, testlar integratsiya qilinishi mumkin. Atom fizikasi bo‘yicha elektron o‘quv materiallarida atom modellari, energetik sathlar, spektrlar va kvant hodisalarini animatsiya orqali tushuntirish ayniqsa foydalidir.

2. Interaktiv simulyatsiyalar

Interaktiv simulyatsiyalar atom fizikasi bo‘yicha mustaqil ta’limning eng samarali vositalaridan biri hisoblanadi. Ular real tajribani to‘liq almashtirmasada,

bevosita kuzatish qiyin bo‘lgan hodisalarni modellashtirish imkonini beradi. Masalan, PhET platformasidagi **“Build an Atom”** simulyatsiyasi yordamida talaba proton, neytron va elektronlarni tanlab, turli atomlarni “qurishi” mumkin. Simulyatsiya elementning nomi, zaryadi va massa sonining zarrachalar soniga bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Bunday topshiriqni mustaqil ta’limga quyidagicha kiritish mumkin:

Topshiriq:

“Protonlar soni 8, neytronlar soni 8 va elektronlar soni 8 bo‘lgan atomni yarating. Uning element nomini, massa sonini va elektr zaryadini aniqlang. Keyin elektronlar sonini 7 taga o‘zgartiring va atomning holatidagi farqni izohlang.”

Ushbu topshiriqda talaba tayyor javobni yodlamaydi, balki parametrlarni o‘zgartirish orqali sabab-oqibat munosabatini o‘zi aniqlaydi. PhET resurslari tadqiqotga yo‘naltirilgan interaktiv muhit yaratishga mo‘ljallangan bo‘lib, loyihaning ta’limga oid materiallarida simulyatsiyalar bir xil fizik hodisaning turli vizual ko‘rinishlarini taqdim etishi va o‘quvchilarning izlanish faoliyatini qo‘llab-quvvatlashi qayd etilgan.

Atom fizikasi bo‘yicha mustaqil ta’limni tashkil etishda mavzu mazmuniga qarab elektron vositani tanlash muhimdir.

Atom tuzilishi. “Atom tuzilishi” mavzusida interaktiv simulyatsiyalardan foydalanish talabaning proton, neytron va elektronlarning vazifalarini tushunishiga yordam beradi.

Talabaga quyidagi savollar berilishi mumkin:

1. Atom yadrosini qaysi zarrachalar tashkil qiladi?
2. Elementning tartib raqami nimaga bog‘liq?
3. Massa soni qanday aniqlanadi?
4. Atom qachon ionga aylanadi?
5. Elektronlar sonining o‘zgarishi atom zaryadiga qanday ta’sir qiladi?

Bunday topshiriqlarda talaba avval gipoteza ilgari suradi, so‘ngra simulyatsiya orqali uni tekshiradi.

Bor modeli. Bor modeli bo‘yicha elektron vositalar elektronlarning energetik sathlar bo‘yicha joylashishini ko‘rgazmali tarzda tushuntirishga yordam beradi. Talaba elektronning bir energetik sathdan ikkinchisiga o‘tishi natijasida energiya yutilishi yoki nurlanishi bilan bog‘liq jarayonni kuzatishi mumkin.

Mustaqil topshiriq sifatida: “Elektronning yuqori energetik sathdan quyi energetik sathga o‘tish jarayonini kuzating. Jarayonda foton energiyasi qanday o‘zgarishini izohlang.” kabi vazifa berish mumkin.

Atom spektrlari. Atom spektrlari mavzusida videodarslar, animatsiyalar va virtual laboratoriyalar samarali vosita bo‘la oladi. Talaba turli elementlarning spektrlarini taqqoslab, ularning o‘ziga xos chiziqlarini aniqlaydi.

3. Mustaqil ta’limda virtual laboratoriyalardan foydalanish

Virtual laboratoriya - real fizik tajribani kompyuter yoki mobil qurilma yordamida modellashtiruvchi elektron muhitdir. Atom fizikasi bo‘yicha ko‘plab tajribalarni oddiy o‘quv laboratoriyasida bajarish murakkab bo‘lishi mumkin.

Masalan, radioaktivlik, elektronlarning atomdagi energetik holatlari yoki mikrodunyo jarayonlarini bevosita kuzatish imkoniyati cheklangan. Virtual laboratoriya quyidagi imkoniyatlarni yaratadi: tajribani bir necha marta takrorlash, parametrlarni o‘zgartirish, xavfsiz muhitda tajriba o‘tkazish, jadvalga kiritish, grafik qurish; natijalarni taqqoslash, xatolarni aniqlash. Masalan, radioaktiv yemirilish mavzusida talaba virtual tajribada boshlang‘ich yadrolar sonini belgilaydi va vaqt o‘tishi bilan ularning kamayishini kuzatadi. Olingan ma’lumotlar asosida grafik tuzadi va yarim yemirilish davrini aniqlashga harakat qiladi.

4. Multimedia vositalaridan foydalanish metodikasi

Multimedia vositalari matn, ovoz, tasvir, animatsiya va videoni yagona ta’lim muhitida birlashtirish imkonini beradi. Atom fizikasi bo‘yicha videodarslardan foydalanishda quyidagi metodik talablarni hisobga olish lozim:

- video darsning aniq maqsadi bo‘lishi;
- video davomiyligi haddan tashqari uzun bo‘lmasligi;
- asosiy fizik tushunchalar ajratib ko‘rsatilishi;
- talaba video davomida topshiriq bajarishi;
- video yakunida nazorat savollari berilishi.

Masalan, “Fotoeffekt” mavzusidagi videoni shunchaki tomosha qilish o‘rniga talabaga quyidagi topshiriq beriladi:

1-topshiriq. Fotoeffekt hodisasining mohiyatini yozing.

2-topshiriq. Fotoeffektning kuzatilish shartlarini aniqlang.

3-topshiriq. Yorug‘lik chastotasi oshirilganda fotoelektronlarning kinetik energiyasi qanday o‘zgarishini tushuntiring.

Shunday tashkil etilganda multimedia vositasi passiv tomosha vositasi emas, balki mustaqil o‘quv faoliyatining tarkibiy qismiga aylanadi.

5. Elektron test va baholash vositalari

Mustaqil ta’limning muhim bosqichlaridan biri o‘z-o‘zini nazorat qilishdir. Elektron test tizimlari talabaning o‘zlashtirish darajasini tezkor aniqlash imkonini beradi. Atom fizikasi bo‘yicha elektron testlar quyidagi shakllarda bo‘lishi mumkin:

- bir javobli test;
- ko‘p javobli test;
- moslashtirish;
- ketma-ketlikni aniqlash;
- formulani tanlash;
- grafikni tahlil qilish;
- fizik vaziyatni izohlash.

Biroq test faqat yakuniy baholash vositasi sifatida emas, balki o‘qitish vositasi sifatida ham qo‘llanishi mumkin. Masalan, talaba noto‘g‘ri javob berganda tizim unga mavzuning tegishli qismiga qaytish uchun elektron havola yoki izoh berishi mumkin. Natijada test diagnostik va rivojlantiruvchi vazifani ham bajaradi.

Xulosa. Atom fizikasi fanida mustaqil ta’limni zamonaviy elektron vositalar asosida tashkil etish talabalarning nazariy bilimlarini chuqurlashtirish, amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirish va ilmiy-tadqiqot faoliyatiga tayyorlash uchun muhim imkoniyat yaratadi. Atom fizikasi mavzularining abstraktligi, mikrodunyo hodisalarining bevosita kuzatilish imkoniyati cheklanganligi elektron ta’lim vositalaridan foydalanish zaruratini kuchaytiradi. Interaktiv simulyatsiyalar yordamida talaba atom tuzilishi, izotoplar, ionlar, energetik sathlar, kvant o‘tishlari va boshqa hodisalarni modellashtirishi mumkin. Ayniqsa, PhET kabi interaktiv ta’lim resurslari atom fizikasi bo‘yicha mustaqil ishlarni tadqiqotga yo‘naltirish imkonini beradi. “Build an Atom” simulyatsiyasi misolida talaba proton, neytron va elektronlarning atom xususiyatlariga ta’sirini bevosita modellashtirib ko‘rishi mumkin. Elektron darsliklar, videodarslar, virtual laboratoriyalar, simulyatsiyalar va elektron test tizimlarini yagona metodik tizimga birlashtirish orqali **“axborotni o‘zlashtirish-tajriba o‘tkazish-natijani tahlil qilish-xulosa chiqarish-o‘zini baholash”** ketma-ketligini shakllantirish mumkin.

Shu bilan birga, elektron vositalardan foydalanishning samarasi ularning mavjudligi bilangina belgilanmaydi. Eng muhim omil-o‘qituvchining texnologiyani aniq didaktik maqsadga mos ravishda tanlashi va talabaning faol mustaqil fikrlashini ta’minlaydigan topshiriqlarni ishlab chiqishidir. Raqamli texnologiyalar ta’lim jarayonini boyituvchi vosita bo‘lib, pedagogik metodikani to‘liq almashtirmaydi. UNESCO materiallarida ham texnologiyaning ta’limdagi samarasi uni qanday maqsadda va qanday sharoitda qo‘llashga bog‘liqligi ta’kidlanadi. Umuman olganda, atom fizikasi bo‘yicha mustaqil ta’limni zamonaviy elektron vositalar asosida tashkil etish talabaning fan bo‘yicha bilimlarini mustahkamlash bilan bir qatorda, uning raqamli savodxonligi, mustaqil fikrlashi, muammoni hal qilish, ilmiy axborotni tahlil qilish va tadqiqot olib borish kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. PhET Interactive Simulations. Interactive Simulations for Science and Math. University of Colorado Boulder.
2. PhET Interactive Simulations. Build an Atom – Atomic Structure, Atoms, Atomic Nuclei. University of Colorado Boulder.
3. Wieman, C. E., Adams, W. K., Perkins, K. K. PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics. Physics Education Technology Project, University of Colorado Boulder.
4. UNESCO. Global Education Monitoring Report 2023: Technology in Education. Paris: UNESCO, 2023.
5. UNESCO Institute for Information Technologies in Education. ICTs in Global Learning/Teaching/Training. UNESCO IITE, 2013.
6. UNESCO Institute for Lifelong Learning. The Role of Higher Education Institutions for Lifelong Learning. UNESCO.

7. Royal Society of Chemistry Education. Build an Atom Simulation. Atomic model educational resources.

8. PhET Interactive Simulations. All Simulations: Physics, Chemistry, Biology, Earth Science and Mathematics. University of Colorado Boulder.

9. Sh.F.G‘afforova, “Talabalarning atom fizikasi fanidan mustaqil ta’limni tashkil etish faoliyatini raqamli texnologiyalar vositasida takomillashtirishning didaktik talablari va pedagogik sharoitlari” Ta’limda istiqbolli izlanishlar. 11-son, 3-qism 2025 yil. Xalqaro Ilmiy-metodik jurnal. 11-b

10. Sh.F.G‘afforova, “Talabalarning atom fizikasi fanidan mustaqil ta’limni tashkil etish faoliyatini raqamli texnologiyalar vositasida takomillashtirish modeli va tarkibiy qismlari” Pedagogik mahorat. 2-son, Buxoro-2026. Ilmiy-nazariy va metodik jurnal. 60-b

11. Sh.F.G‘afforova, “Talabalarning atom fizikasi fanidan mustaqil ta’limni tashkil etishda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish imkoniyatlari”. Pedagogik mahorat. 3-son, Buxoro-2026. Ilmiy-nazariy va metodik jurnal. 16-b

12. G‘aforova Shaxnoza Fattoyevna, “Talabalarni fizika fanidan mustaqil ta’limni tashkil etishda raqamli texnologiyalarning o‘rni”.Respublika ilmiy-amaliy konferensiya. “Ta’limda raqamli texnologiyalar va sun’iy intellektni tadbiq etish muammolari” Toshkent 25.09.2025 yil

“AG‘DARILGAN SINF” (FLIPPED CLASSROOM) TA’LIM TEXNOLOGIYASI ORQALI O‘QUVCHILARNING FIZIKA FANIDAN MUSTAQIL TA’LIM FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISH

Kutlimurotov Sardor Sharipbayevich
ChDPU, Aniq fanlar fakulteti fizika kafedrasi dotsenti
Hamroyeva Madina Murotboy qizi
Aniq va tabiiy fanlarni o‘qitish metodikasi (fizika va astronomiya) 2- kurs magistranti

Annotatsiya: Ushbu tezisda fizika ta’limida raqamli texnologiyalar va aralash ta’limning “Teskari sinf” (*Flipped Classroom*) modelini qo‘llash orqali o‘quvchilarning mustaqil o‘quv faoliyatini rivojlantirish masalalari yoritilgan. Dars jarayonida an’anaviy dars jarayoning o‘rin almashishi – nazariy materialni raqamli platformalar (LMS) va interfaol resurslar orqali darsgacha mustaqil o‘rganish hamda sinf vaqtini esa amaliy topshiriqlarni yechishga bag‘ishlash mexanizmi tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: *Teskari sinf, Flipped Classroom, mustaqil ta’lim faoliyati, avtonomiya, raqamli ta’lim resurslari, LMS Moodle, fizika o‘qitish metodikasi.*

Zamonaviy ta’lim tizimini raqamli transformatsiyalash sharoitida o‘quvchilarni tayyor axborotni passiv qabul qiluvchidan o‘z ta’lim trayektoriyasini mustaqil belgilovchi faol sub’ektga aylantirish ustuvor vazifa hisoblanadi. Fizika darslarida murakkab nazariy tushunchalarni tushuntirishga

dars vaqtining asosiy qismi sarflanishi sababli o‘quvchilarning mustaqil fikrlashi, amaliy masalalar yechishi hamda tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirishga vaqt yetishmaydi. Ushbu muammoni hal etishda raqamli ta’lim resurslari va yuzma-yuz dars faoliyatini sinergik birlashtiruvchi “Teskari sinf” (*Flipped Classroom*) texnologiyasi muhim didaktik vosita bo‘lib xizmat qiladi.

Mazkur ta’lim texnologiyasini qo‘llash an’anaviy dars va uy vazifasining o‘rni almashadi. O‘quvchilarning mustaqil ta’lim faoliyati ikki bosqichda tashkil etiladi:

1-bosqich: Darsgacha bo‘lgan bosqich (mavzuni mustaqil o‘rganish): O‘quvchilar o‘qituvchi tomonidan LMS platformasiga (masalan, Moodle) yoki raqamli ta’lim kanallariga joylashtirilgan qisqa video-ma’ruzalar, interfaol va raqamli topshiriqlar bilan mustaqil tanishadilar. O‘quvchi o‘zining individual o‘zlashtirish sur’atiga va ehtiyojiga mos holda o‘quv materialini erkin vaqt va joyda o‘rganish, qiyinchiliklarni anglash hamda shaxsiy o‘quv strategiyasini shakllantirish imkoniyatiga ega bo‘ladi.

2-bosqich: Darsdagi bosqich (Sinfdagi interfaol amaliyot): O‘qituvchi dars boshida tezkor so‘rov va diagnostik testlar orqali o‘quvchilarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlaydi. Sinfxonadagi vaqt nazariyani qayta o‘qishga emas, balki guruhlarda hamkorlikda muammoli masalalarni yechish, fizik jarayonlarni tahlil qilish va amaliy, virtual eksperimentlarni bajarishga yo‘naltiriladi.

“Teskari sinf” (*Flipped Classroom*) texnologiyasi fizika darslarida qanday ishlashini tushunish uchun “Mexanik to‘lqinlar va ularning xossalari” mavzusida dars ishlanmasi qisqacha bosqichma – bosqich tahlil qilamiz.

1-bosqich (Darsgacha – Uyda): O‘quvchilar o‘qituvchi LMS platformasiga joylashtirilgan qisqa video-ma’ruzani ko‘rib keldilar, interfaol simulyatsiyasida to‘lqin tarqalishini mustaqil kuzatdilar hamda onlayn test yechib o‘z bilimlarini tekshirdilar.

2-bosqich (Dars boshida – 5 daqiqa): O‘qituvchi raqamli platforma orqali tezkor QR-so‘rov o‘tkazdi, o‘quvchilar uyda tushunishda qiyinchilikka uchragan nuqtalarni aniqladi va qisqa tushuntirish berdi.

3-bosqich (Darsdagi asosiy qism – 30 daqiqa): Sinf guruhlarga bo‘linib, real prujina va kamertonlar bilan tajriba o‘tkazdi, exolot signali bo‘yicha amaliy masalani yechdi va elektron doskada to‘lqin xossalarining kontseptual xaritasini chizdi.

4-bosqich (Dars yakunida – Refleksiya): O‘quvchilar darsdagi xulosalarini raqamli doskaga stiker ko‘rinishida yukladilar, o‘qituvchi esa ularning mustaqil faoliyatini va o‘zlashtirishini baholadi.

“Teskari sinf” (Flipped Classroom) va aralash ta’lim modelida o‘tkazilgan fizika darslarida o‘quvchilar erishgan asosiy natijalar va umumiy xulosa quyidagi 4 ta asosiy yo‘nalishda namoyon bo‘ladi:

1. Chuqur va ma’noli bilim (Kognitiv natija) O‘quvchilar fizik formulalar va qonuniyatlarni shunchaki yodlamasdan, ularning mazmun-

mohiyatini o‘zlarining mavjud tayanch bilimlari bilan mantiqiy bog‘lagan holda ma’noli o‘zlashtiradilar.

2. Mustaqillik (Shaxsiy rivojlanish) : O‘quvchilar tayyor bilimlarni tinglovchi passiv ishtirokchidan o‘z ta’lim trayektoriyasini, o‘rganish vaqti va sur’atini mustaqil belgilovchi faol sub’yektga aylandilar.

3. Amaliy va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalari (Murakkab masalalarni hal etish): Sinf vaqti nazariy ma’ruzaga sarflanmay, to‘liq amaliyotga yo‘naltirilgani sababli o‘quvchilar real hayotiy va fizik masalalarni yechish ko‘nikmalarini rivojlantirdilar.

4. jtimoiy hamkorlik (Hamkorlikda ishlash): Sinfdagi guruhli amaliyotlar hamda virtual forumlar orqali bir-biriga tushuntirish, muammolarni birgalikda muhokama qilish va jamoada ishlash ko‘nikmalariga erishdilar.

Foydalanilgan adabiyotlar

1.D.A.Begmatova, M.Qurbonov , Sh.M. Sodiqova, N.Q.Abdullayev Fizika o‘qitish metodikasi. Darslik. – S.: “Fidokor Yosh Avlod”, 2023. – 361 b.

2. E.M.Golikova,P.P. Tissen, R.R.Kalimullin Application of blended learning models in teaching physical education in school as a condition for transformation of the educational system. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. soc. sci., 2023, 16(2), 246–254.

3. Jalolova P.M. Physics Education Technology (PhET) dasturida virtual laboratoriya ishlari. Uslubiy qo‘llanma. – Qarshi, 2019. – 48 b.

4. Begimqulov U.Sh. Pedagogik ta’limda zamonaviy axborot texnologiyalarini joriy etishning ilmiy-nazariy asoslari. Monografiya. – Toshkent: Fan, 2007. – 160 b.

FIZIKA TA’LIMIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA AN’ANAVIY PEDAGOGIK YONDASHUVLARNING INTEGRATSIYASI

Ibragimov Berdimurat[1]

[1]Nizomiy nomidagi O‘zbekiston milliy pedagogika universiteti Fizika kafedrasi dotsenti, f.-m.f.n., dotsent.

Annotatsiya. Mazkur maqolada fizika ta’limida raqamli texnologiyalar va an’anaviy pedagogik yondashuvlarni o‘zaro integratsiyalashning ilmiy-metodik asoslari yoritilgan, ushbu ikki yondashuvning o‘zaro uyg‘unlashuvi orqali o‘quvchilarning fizik bilimlari, amaliy ko‘nikmalari, mustaqil va tanqidiy fikrlashi hamda tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirish imkoniyatlari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, raqamli texnologiyalar, an’anaviy ta’lim, pedagogik yondashuv, virtual laboratoriya, simulyatsiya, sun’iy intellekt, interaktiv ta’lim, raqamli pedagogika.

Kirish

Raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi ta’lim jarayonining mazmuni, shakli va metodlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda. Xususan, fizika fanini o‘qitishda raqamli ta’lim platformalari, multimedia vositalari, virtual laboratoriyalar, kompyuter simulyatsiyalari, mobil ilovalar va sun’iy intellekt asosidagi ta’lim vositalaridan foydalanish imkoniyatlari kengaymoqda.

Fizika tabiiy hodisalarni kuzatish, tajriba o‘tkazish, o‘lchash, modellashtirish va matematik tahlil qilishga asoslangan fan bo‘lganligi sababli uni o‘qitishda faqat nazariy tushuntirish bilan cheklanib qolish yetarli emas. O‘quvchi fizik hodisani ko‘rishi, tajriba orqali tekshirishi, natijalarni tahlil qilishi va nazariy xulosalar bilan bog‘lashi zarur. Shu nuqtayi nazardan, raqamli texnologiyalarni an’anaviy pedagogik yondashuvlar bilan integratsiyalash fizika ta’limining samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi muhim metodik yo‘nalishlardan biridir.

An’anaviy pedagogik yondashuvlarda o‘qituvchi ta’lim jarayonining asosiy tashkilotchisi sifatida bilimlarni tushuntiradi, tajribalarni namoyish etadi, o‘quvchilarning faoliyatini boshqaradi va natijalarni baholaydi. Raqamli texnologiyalar esa ushbu jarayonni qo‘shimcha imkoniyatlar bilan boyitadi. Masalan, murakkab yoki bevosita kuzatish qiyin bo‘lgan fizik jarayonlarni kompyuter simulyatsiyasi orqali namoyish qilish, tajriba natijalarini raqamli vositalar yordamida qayta ishlash va o‘quvchilarga individual topshiriqlar berish mumkin. Shuning uchun raqamli texnologiyalarni an’anaviy ta’limning o‘rnini bosuvchi vosita sifatida emas, balki uning didaktik imkoniyatlarini kengaytiruvchi vosita sifatida qarash maqsadga muvofiq.

Raqamli texnologiyalar va an’anaviy metodlarni birlashtirish asosida fizika darsini quyidagi ketma-ketlikda tashkil etish mumkin:

Muammoli vaziyat → O‘qituvchi tushuntirishi → Raqamli vizualizatsiya → Fizik tajriba → Ma’lumotlarni raqamli qayta ishlash → Masala yechish → Natijalarni tahlil qilish → Xulosa

Masalan, mexanik tebranishlar mavzusini o‘rganishda dastlab o‘qituvchi tebranish hodisasining fizik mohiyatini tushuntiradi. Keyinchalik kompyuter simulyatsiyasi yordamida tebranish amplitudasi, chastotasi va davrining o‘zgarishi namoyish etiladi. Shundan so‘ng o‘quvchilar real laboratoriya tajribasini bajarib, olingan natijalarni jadval yoki grafik shaklida qayta ishlaydilar. Bunday integratsiyalashgan yondashuv nazariy bilim, virtual modellashtirish va real tajribani yagona ta’lim jarayonida birlashtiradi.

Fizika ta’limida laboratoriya mashg‘ulotlari alohida ahamiyatga ega. Real laboratoriya tajribasi o‘quvchiga fizik asboblar bilan ishlash, o‘lchash, tajriba shartlarini nazorat qilish va xatoliklarni baholash imkonini beradi. Virtual laboratoriya esa real sharoitda bajarish qiyin yoki xavfli bo‘lgan tajribalarni modellashtirish imkonini yaratadi. Shuningdek, parametrlarni tezda o‘zgartirish va turli sharoitlarda natijalarni taqqoslash mumkin. Shu sababli real va virtual laboratoriyalarni quyidagi tarzda integratsiyalash mumkin:

Virtual tajriba → Gipoteza → Real tajriba → Natijalarni taqqoslash → Xatoliklarni tahlil qilish → Xulosa

Bu yondashuv o‘quvchilarda eksperimental va raqamli kompetensiyalarni birgalikda rivojlantirish imkonini beradi.

Fizik jarayonlarni modellashtirish o‘quvchilarning hodisa mohiyatini chuqur anglashiga yordam beradi. Raqamli modellashtirish orqali o‘quvchi fizik parametrlarning o‘zgarishi natijasida tizim holatida qanday o‘zgarishlar yuz berishini kuzatishi mumkin. Masalan, erkin tushish jarayonini o‘rganishda boshlang‘ich balandlik va boshlang‘ich tezlik kabi parametrlarni o‘zgartirib, jismning harakat vaqtini, tezligini va bosib o‘tgan masofasini kuzatish mumkin.

Erkin tushish jarayonida:

$$v = v_0 + gt$$

$$h = h_0 + v_0 t - gt^2/2$$

kabi munosabatlardan foydalaniladi.

Bunda raqamli simulyatsiya nazariy formulalarning fizik mazmunini vizual tarzda anglashga yordam beradi.

Raqamli texnologiyalarning ta’limga joriy etilishi o‘qituvchining rolini kamaytirmaydi, aksincha, uning metodik faoliyatini yangi mazmun bilan boyitadi.

O‘qituvchi:

- raqamli vositani pedagogik maqsadga muvofiq tanlaydi;
- o‘quv faoliyatini rejalashtiradi;
- raqamli va real tajribalarni uyg‘unlashtiradi;
- o‘quvchilarning mustaqil faoliyatini boshqaradi;
- olingan natijalarni fizik nuqtayi nazardan tahlil qiladi;
- raqamli vositalardan foydalanish jarayonida yuzaga keladigan xatolarni aniqlaydi.

Demak, texnologiya ta’lim vositasi bo‘lsa, o‘qituvchi ushbu vositaning didaktik qo‘llanilishini tashkil etuvchi asosiy subyekt bo‘lib qoladi.

Fizika masalalarini yechishda ham raqamli texnologiyalarni an’anaviy metodlar bilan integratsiyalash mumkin. Dastlab o‘qituvchi masala yechish algoritmini tushuntiradi. Keyinchalik o‘quvchilar raqamli vositalar yordamida matematik hisoblashlarni tekshirishi, grafiklar tuzishi yoki fizik jarayonni modellashtirishi mumkin. Masalan, o‘quvchi jismning harakatiga oid masalani analitik usulda yechadi va keyinchalik raqamli simulyatsiya yordamida olingan natijani tekshiradi.

Bu jarayonda o‘quvchi:

nazariy bilim → analitik yechim → raqamli model → natijalarni taqqoslash → fizik xulosa ketma-ketligi asosida ishlaydi.

Bunday yondashuv o‘quvchining faqat to‘g‘ri javobni topishiga emas, balki yechimning fizik asoslanganligini tekshirishiga imkon beradi.

Raqamli texnologiyalar tarkibida sun’iy intellekt asosidagi vositalar ham fizika ta’limining imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Sun’iy intellekt yordamida

o‘quvchilarga individual topshiriqlar shakllantirish, masala yechishdagi xatolarni tahlil qilish, qo‘shimcha tushuntirishlar berish va o‘quv materiallarini o‘zlashtirish darajasiga moslashtirish mumkin. Biroq sun’iy intellektdan foydalanishda o‘quvchining tayyor javobni qabul qilishi emas, balki masalani mustaqil tahlil qilishi va fizik qonuniyatni tushunishi ustuvor bo‘lishi kerak. Shu sababli sun’iy intellektdan “tayyor javob beruvchi vosita” sifatida emas, balki “o‘quv faoliyatini qo‘llab-quvvatlovchi raqamli yordamchi” sifatida foydalanish metodik jihatdan maqsadga muvofiq.

Raqamli texnologiyalar va an’anaviy pedagogik yondashuvlarning uyg‘unligi quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

- fizik hodisalarni ko‘rgazmali va interaktiv o‘rganish;
- nazariy bilimlarni real tajribalar bilan bog‘lash;
- murakkab jarayonlarni raqamli modellashtirish;
- laboratoriya mashg‘ulotlarining samaradorligini oshirish;
- o‘quvchilarning mustaqil ta’lim faoliyatini rivojlantirish;
- individual ta’lim imkoniyatlarini kengaytirish;
- fizik masalalarni yechish va natijalarni tekshirish;
- eksperimental ma’lumotlarni raqamli qayta ishlash;
- o‘quvchilarning raqamli va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirish.

Xulosa

Fizika ta’limida raqamli texnologiyalar va an’anaviy pedagogik yondashuvlarni integratsiyalash zamonaviy ta’lim jarayonining muhim yo‘nalishlaridan biridir. Raqamli texnologiyalar fizik hodisalarni vizuallashtirish, modellashtirish, tajriba natijalarini qayta ishlash va individual ta’limni tashkil etish uchun keng imkoniyatlar yaratadi. An’anaviy pedagogik yondashuvlar esa nazariy bilimlarni tizimli shakllantirish, real tajribalarni tashkil etish, o‘quvchilar bilan bevosita muloqot qilish va ularning faoliyatini pedagogik boshqarishni ta’minlaydi.

Ushbu ikki yondashuvning uyg‘unlashuvi natijasida nazariya, real tajriba, raqamli modellashtirish va mustaqil tahlil yagona ta’lim jarayoniga birlashtiriladi. Shu bois raqamli texnologiyalarni an’anaviy metodlarning muqobili sifatida emas, balki ularning didaktik imkoniyatlarini kengaytiruvchi vosita sifatida qo‘llash fizika ta’limining mazmuni va sifatini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Mayer R.E. Multimedia Learning. – Cambridge: Cambridge University Press, 2009. – 304 p.
2. Tillaboyev A.M. Raqamli ta’lim muhitida astronomiya ta’limining transformatsiyasi: global tendensiyalar va nazariy paradigmalar. Fizika, matematika va informatika jurnali, 2026, №2, 191–201–betlar.
3. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. – Boulder, 2024.

4. UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. – Paris: UNESCO, 2023. – 44 p.

5. Кузнецов А.А., Тихомирова Н.В. Цифровые технологии в образовании: теория и практика. – М.: Юрайт, 2021. – 256 с.

RENTGEN SPEKTRLARINI O‘RGANISHDA MOZLI QONUNINING QO‘LLANILISHI

ChDPU, aniq fanlar fakulteti dotsenti Dusmuratov Mansur Baysoatovich
ChDPU, aniq fanlar fakulteti magistranti Ilyasova Shoira

Annotatsiya. *Mazkur tezisda Rentgen nurlarining turlari va hosil bo‘lish sabablari, turli metallar xarakreistik nurlanish spektrlaridagi o‘xshashliklar, spektr chastotalarini aniqlashda Mozli qonunidan foydalanishning qulayligi va u yordamida K va L seriyalarni hisoblash masalalari ko‘rib chiqilgan.*

Kalit so‘zlar. *Rengen nurlanishi, tormozlanish nurlanishi, xarakteristik nurlanish, Mozli qonuni, ekranlanish doimiysi, effektiv yadro zaryadi, elektron konfiguratsiyasi, atom orbitalari, Mozli qonuni, K-seriya, L-seriya.*

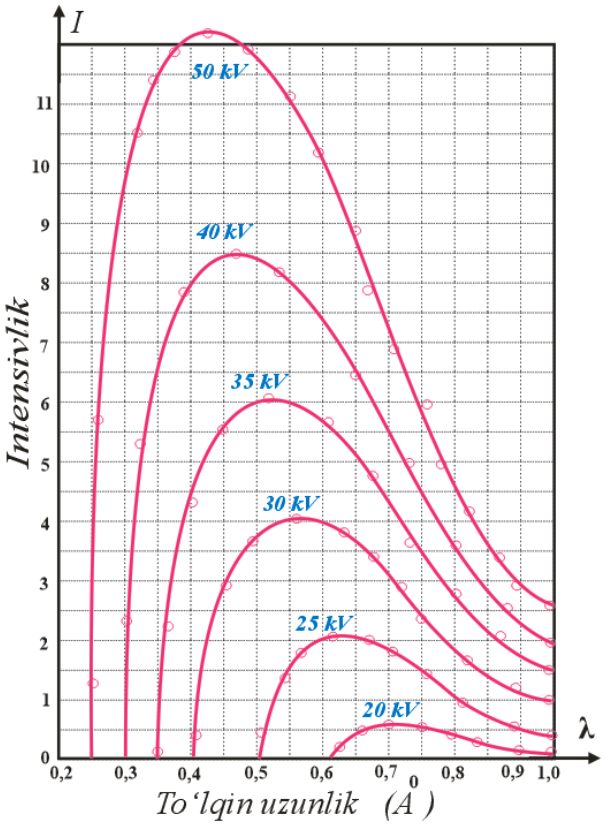
Rentgen nurlari tez elektronlar ta’sirida paydo bo‘ladi. Rentgen trubkalari deb ataladigan trubkalarda katodning qarshisida metall plastinka joylashgan bo‘ladi. Uyg‘otuvchi elektronlarning energiyasi *100 keV*dan tortib *100 MeV*gacha va undan ham ortiq bo‘lishi mumkin.

Rentgen nuri o‘z tabiatiga ko‘ra oq yorug‘likka o‘xshab, undan to‘lqin uzunligining qisqaligi bilan farq qiladi. Eslatib o‘tamiz oq yorug‘lik $\lambda=400–800$ *nm* oralig‘ida, ultrabinafsha nurlar $\lambda=5–400$ *nm* oralig‘ida, rentgen nurlari esa $\lambda=0{,}2–80$ *nm* oralig‘ida yotadi.

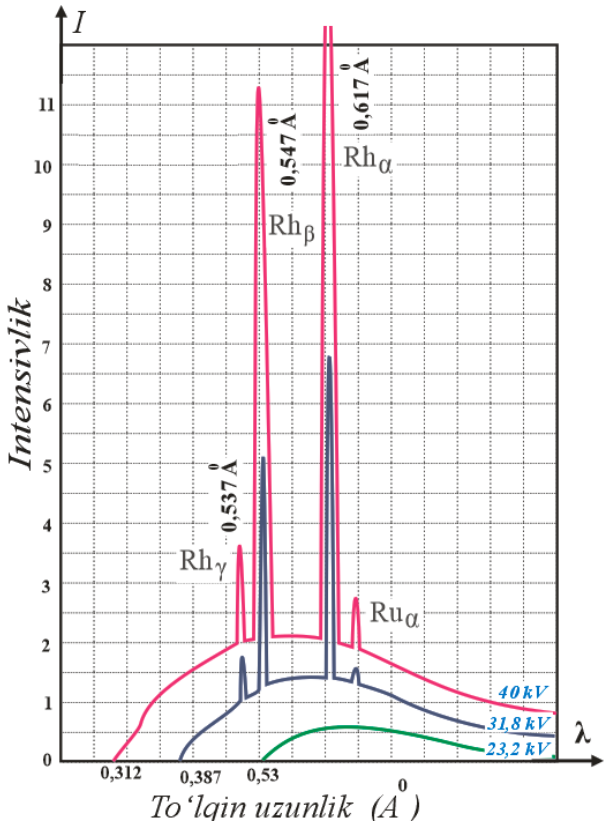
Rentgen nurlari ikki xil bo‘ladi. Agar antikatodda tormozlanadigan elektronlarning energiyasi antikatod moddasi uchun xarakterli bo‘lgan muayyan kattalikdan ortmasa, hosil bo‘ladigan nurlanish *tormozlanish nurlanishi* deb ataladi. Bu nurlanish oq yorug‘lik kabi tutash spektrga ajraladi, shuning uchun tormozanish nurlanishini “oq rentgen nurlanishi” deb ham ataladi. Tormozlanish nurlanishining tutash spektri quyidagi xususiyatlarga ega. Bu nurlanishda intensivlik va to‘lqin uzunlik bog‘langan grafik to‘lqin uzunligining biror λ_m qiymatida maksimumga ega bo‘ladi. Bu maksimumdan to‘lqin uzunlik ortib borganda $(\lambda>\lambda_m)$ intensivlik nolgi qarab asimptotik yaqinlashadi. Bu maksimumdan to‘lqin uzunlik kamayib borganda $(\lambda<\lambda_m)$ intensivlik kamayishi tik ravishda bo‘lib, biror λ_0 qiymatda nolga tutuashadi va bundan ham qisqaroq to‘lqin uzunlik bo‘lmaydi (1-rasm).

Demak, tormozlanish nurlanishida to‘lqin uzunlik $\lambda_0<\lambda_m<\infty$ oralig‘ida bo‘lar ekan. Tormozlanish nurlanishida katoddan chiqib elektr maydonida tezlatilgan elektronlar antikatodga yetib borib, uning kristali tugunida o‘tirgan biror atom yoki molekula yonidan uchib o‘tadi. Yoki atomning ichki qobig‘iga kirib borsa ham, biror ichki elektron qobiqning elektr maydonida tormozlanadi-yu, lekin qobiqdagi elektronni urib chiqarmaydi. Bunda tezlatilgan elektron atomning biror qobig‘i elektr maydoni bilan ta’sirlashib, o‘z tezligi miqdori va

yo‘nalishini o‘zgartiradi. Elektrodinamika qonunlariga ko‘ra zaryadli zarraning har qanday tezlanishli harakatida elektromagnit to‘lqini tarqaladi. Bunda sochilgan elektron qisman o‘z energiyasini yo‘qotish evaziga elektromagnit to‘lqini, ya’ni tormozlanish nurlanishi hosil qiladi. Agar tezlatilgan elektron atomning elektron qobig‘ining elektr maydon ta’sirida butunlay to‘xtasa (tormozlansa), bunda ajralgan to‘lqin uzunlik eng qisqa λ_0 qiymatga ega bo‘ladi. 1-rasmda grafikda λ_0 dan kichikroq to‘lqin uzunlikning yo‘qligi sababi ana shunda. Bu rasmda volfram *(Z=74)* antikatodli rentgen trubkaning elektrodlarida har xil potensiallar bo‘lganda olingan bir qator tutash spektrlar keltirilgan. Bunda tezlatilgan elektron elektron maydonida jamg‘argan $A=eU$ energiyaning hammasi, tormozlanishda $\varepsilon_0 = h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$ foton nurlashga sarf bo‘ladi.



1-rasm



2-rasm

Tormozlanish nurlanishdagi eng kichik to‘lqin uzunlik quyidagicha bo‘ladi:

$$\lambda_0 = \frac{hc}{eU} = \frac{1,24082 \cdot 10^{-6}}{U}\,[m] \approx \frac{12410}{U}\left[{}^{0}_{}A\right] \qquad \textbf{(1)}$$

Agar elektron elektr maydonida 10 kV potensiallar farqini bosib o‘tsa, uning tormozlanishida hosil bo‘ladigan eng qisqa to‘lqin uzunlik $\lambda_0=1,24$ Å ga teng bo‘ladi.

Yuqorida aytib o‘tilgandek, uyg‘otuvchi elektronlarning energiyasi biror kritik kattalikdan ortiq bo‘lmagan hollardagina tutash spektr hosil bo‘ladi. Agar

uyg‘otuvchi elektronlarning energiyasi kritik qiymatga teng va undan katta bo‘lsa, bunda hosil bo‘ladigan nurlanish xarakteristik nurlanish deb ataladi.

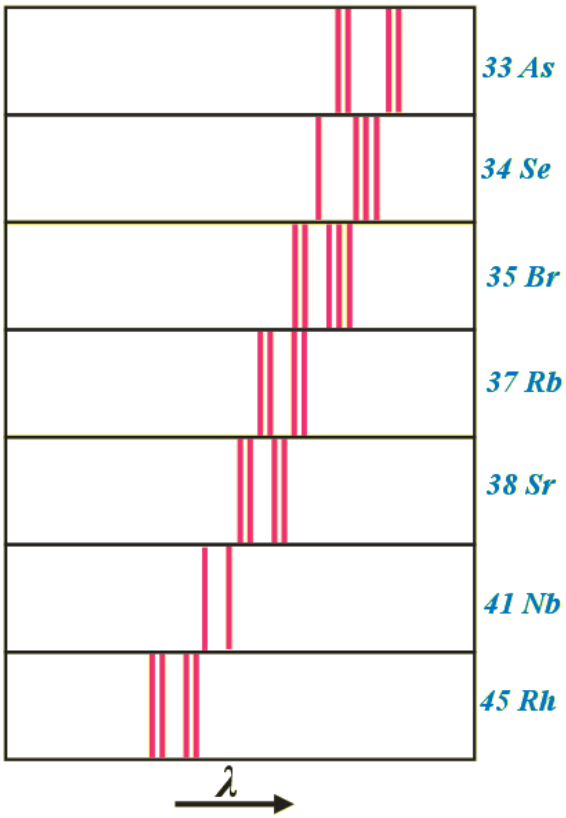
2-rasmda xarakteristik nurlanish paydo rentgen nuri o‘zgarishiga doir qiziq misol keltirilgan. Uyg‘otuvchi elektronlarning energiyasi har xil bo‘lgan hollarda har xil egri chiziqlar olingan. Hamma hollarda antikatod moddasi rodiydir. Rasmdan ko‘rinib turibdiki, tezlatuvchi potensial *23,2 kV* bo‘lganda spektr hali tutash, ammo *31,8 kV* bo‘lganda tutash spektr ustiga aniq ko‘rinib turgan spektral chiziqlardan iborat chiziqli spektr tushadi. Tezlatuvchi potensial *40,0 kV* bo‘lganda spektrning xarakteri o‘zgarmaydi, lekin chiziqlarning intensivligi shunchalik ortadiki, ularning eng yorug‘i chizmaga sig‘may qoladi. Rasmda rodiy (Rh) dan yasalgan antikatod xarakteristik nurlanishi *K*-seriyasining hosil bo‘lishi hamda har bir spektr qisqa to‘lqinli chegarasining to‘lqin uzunliklari ko‘rsatilgan. Tajribada antikatod materiali sof rodiy bo‘lmasdan, unda ruteniy (Ru) elementi ham oz miqdorda aralashma sifatida qatnashgani uchun ruteniyning K_α (Ru_α) chizig‘i ham kichik intensivlikda bo‘lsa-da ishtirok etgan.

Tormozlanish nurlanishi antikatod materialiga bog‘liq bo‘lmasdan, faqat antikatodga yog‘dirilayotgan elektronlarning energiyasi bilan aniqlanadi. Xarakteristik nurlanish esa antikatod moddasining tabiatiga bog‘liq. Elektronning energiyasi xarakteristik nurlanish hosil qilishga qodir emas ekan, faqatgina tormozlanish nurlanishi chiqib turadi. Yog‘dirilayotgan elektronlarning energiyasi yetarlicha katta bo‘lganda yaxlit tormozlanish spektr fonida xarakteristik spektrning ravshan chiziqlari paydo bo‘la boshlaydi. Bu chiziqlarning intensivligi tormozlanish chiziqlari intensivligidan ko‘p marta katta.

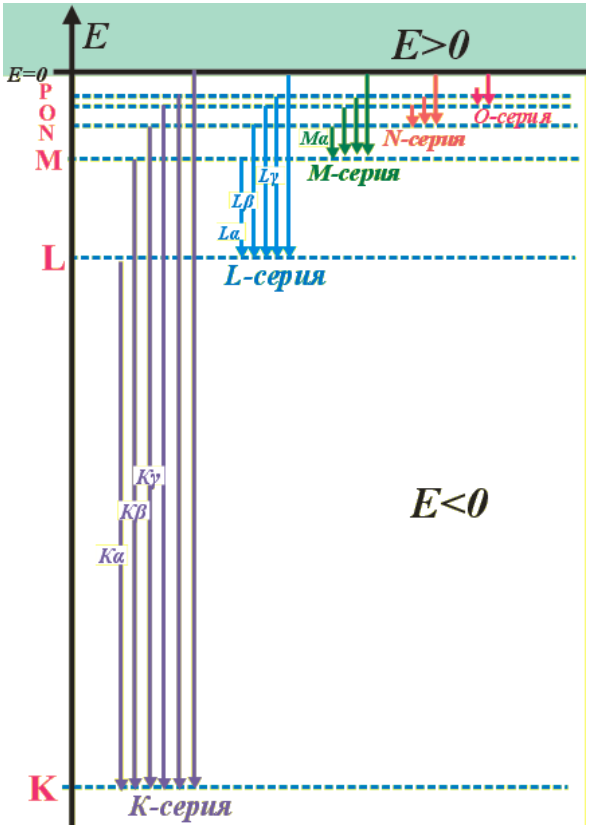
Xarakteristik nurlanishning spektral chiziqlari rentgen spektrining har xil qismlariga joylashgan va muayyan bir qonunga bo‘ysunadigan ketma-ketlik yoki seriyalar hosil qiladi. Tarixiy sabablarga ko‘ra bu seriyalar *K, L, M, N, …* harflari bilan beligilanadi. *K*-seriya eng qisqa to‘lqinli seriya bo‘lib, uzun to‘lqinlar tomondagi navbatdagi seriya *L*-seriyadir. Ulardan keyin faqat og‘ir elementlarda ko‘rinadigan *M* va *N*-seriyalar keladi. Har bir seriyada bir nechta chiziq bo‘lib, bu chiziqlar to‘lqin uzunligi kamayishi tartibida indekslarda $\alpha, \beta, \gamma, \delta$, ... harflar bilan K_α, K_β, K_γ, K_δ, ...tarzida belgilanadi. Turli atomlar spektrlarining xarakteri o‘xshash bo‘lib, tartib nomeri *Z* ortishi bilan butun rentgen spektri o‘z strukturasini o‘zgartirmagani holda qisqa to‘lqinli tomonga siljiydi, xolos (3-rasm).

Rentgen spektrlarinin hosil bo‘lish sxemasi 4-rasmda ko‘rsatilgan. Ichki qobiqdagi elektronlardan biri chiqib ketganda atom uyg‘onadi va bo‘sh o‘ringa yuqori qobiqlardan biridagi elektronlardan biri o‘tib vakant joyni to‘ldirganda rentgen nurlanishi (xarakteristik nurlanish) hosil bo‘ladi. Masalan, *K* qobiqdagi bir elektron o‘rnini tashlab chiqib ketsa, o‘rni bo‘sh qoladi. Bu bo‘sh o‘ringa *L, M* yoki undan yuqori qobiqlardagi elektronlardan biri o‘tish mumkin. Bunda xarakteristik rentgen nurining *K*-seriyasi hosil bo‘ladi. Boshqa seriyalar ham shunga o‘xshash hosil bo‘ladi (4-rasm). *K*-seriya hosil bo‘lganda albatta boshqa *L, M, N, …*-seriyalar ham hosil bo‘ladi. Chunki uning spektral chiziqlari

chiqishida *L, M, N, ...* va boshqa yuqorigi sathlar bo‘shaydi, bu sathlar esa o‘z navbatida yanada yuqoriroq qatlamdagi elektronlar bilan to‘ladi.



3-rasm



4-rasm

1913 yili G.Mozli turli elementlar atomlari chiqaradigan xarakteristik rentgen nurlarining chastotalarini tekshirish natijasida quyidagi bog‘lanishni aniqladi:

$$\sqrt{\nu} = C\left(Z-\sigma\right) \quad \text{yoki} \quad \nu = C^2\left(Z-\sigma\right)^2 \qquad \textbf{(2)}$$

Bu yerda: ν – xarakteristik rengen nurlanishining chastotasi, Z – atomning tartib nomeri, C – ayni seriya chiziqlari uchun doimiy miqdor, σ – ekranlash (to‘sish) doimiysi.

Mozli qonunini quyidagicha ta’riflash mumkin: chastotaning kvadrat ildizi atom nomeri Zning chiziqli funksiyasidir. Hamma elementlarning bir xil seriyali chiziqli spektrlari uchun σ konstantaning qiymati bir xil bo‘lib, bir seriyadan boshqa seriyaga o‘tilganda uning qiymati o‘zgaradi. Pastki seriyadan yuqorigi seriyaga o‘tganda ekranlash doimiysi σ ning qiymati oshib boradi, chunki yadroning kulon maydoni borgan sari to‘silib, ekranlanib boradi. *K*-seriya uchun $\sigma_K=1$ va *L*-seriya uchun $\sigma_L=7{,}5$ ekanini Mozli turli metallarning Lα spektrlari ustida eksperimentlar o‘tkazish orqali o‘lchab topdi. Ammo, shuni ham alohida eslatib o‘tish kerakki, ekranlanish doiymiysi σ ni aniqlashda ko‘plab yondashuvlar mavjud. Masalan, Jon Klerk Sleyterning yondashuvida L elektron pog‘onasi uchun $\sigma_L=4{,}15$ qiymat chiqargan. Bu bo‘yicha aniqroq hisob-kitoblarni orbitallarning kvanto-mexanik xususiyatlarini hisobga olgan holda olimlar Hartree–Fock tomonidan ishlab chiqilgan.

C konstanta har bir chiziq uchun o‘z qiymatiga ega bo‘lib, ammo bu qiymat hamma elementlar uchun birday bo‘ladi. Mozli qonunining qanchalik to‘g‘ri eknini 3-rasmda tasvirlangan grafiklardan ham bilish mumkin. Masalan, deyarli barcha elementlar uchun (og‘ir elementlar uchun juda o‘rinli) K_α-seriya uchun $C^2 = \frac{3}{4}R_{\nu.H}$, K_β -seriya uchun $C^2 = \frac{8}{9}R_{\nu.H}$, K_γ-seriya uchun $C^2 = \frac{15}{16}R_{\nu.H}$ va hokoza qiymatlar qa’bul qiladi. Bu yerda $R_{\nu.H}=3{,}29\cdot10^{15}$ *Hz* – vodorod atomi uchun chastotali Ridberg doimiysi. Demak, *K*-seriya uchun *C* konstanta umumiy holda quyidagi formuladan topilar ekan:

$$C_K^2 = R_{\nu.H}\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{n^2}\right), \quad (n=2,3,4,\ldots) \qquad \textbf{(3)}$$

Ixtiyoriy elementning *K*-seriyasi uchun (1) tenglama o‘rniga quyidagi tenglamadan foydalanish mumkin:

$$\nu = C_K^2\cdot\left(Z-\sigma_K\right)^2 = R_{\nu.H}\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{n^2}\right)\cdot\left(Z-\sigma_K\right)^2, \quad (n=2,3,4,\ldots) \qquad \textbf{(4)}$$

Xuddi (2) tenglama kabi *L*-seriya uchun *C* konstanta umumiy holda quyidagi formuladan topiladi deyish mumkin ekan:

$$C_L^2 = R_{\nu.H}\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{n^2}\right), \quad (n=3,4,5,\ldots.) \qquad \textbf{(5)}$$

Ixtiyoriy elementning *L*-seriyasi uchun (1) tenglama o‘rniga quyidagi tenglamadan foydalanish mumkin:

$$\nu = C_L^2\cdot\left(Z-\sigma_L\right)^2 = R_{\nu.H}\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{n^2}\right)\cdot\left(Z-7{,}5\right), \quad (n=3,4,5,\ldots.) \qquad \textbf{(6)}$$

Yuqoridagi formulalardam foydalanib, barcha metallar uchun K va L seriyalarni hisoblab topishimiz mumkin. Masalan, davriy sistemadagi tartib raqami Z=19 bo‘lgan Kaliy (K) elementini olishimiz mumkin. Uning elektron konfiguratsiyasi $1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$. Shuning uchun Kaliy atomida K_α, K_β, K_γ hamda L_α, L_β hosil bo‘ladi. Hisoblash ketma-ketliklarini keltirmasdan, Microsoft Excellda olingan natijalarni keltiramiz.

1-jadval

	K seriya		L seriya	
	Chastota, ($\cdot10^{17}$ Hz)	To‘lqin uzunlik, ($\cdot10^{-9}$ m)	Chastota, ($\cdot10^{17}$ Hz)	To‘lqin uzunlik, ($\cdot10^{-9}$ m)
α	7,9947	3,7525	0,6343	4,9643
β	9,4752	3,1662	0,8158	3,6773
γ	9,9934	3,0020		

Bajarilgan hisob-kitoblar tajriba natijalariga juda yaxshi mos keladi, ayniqsa Kα uchun xatolik 0,1% dan ham kichik.

Shunday qilib, biz mazkur maqolada quyidagilarni o‘rgandik:

- rengen nurlari tormozlanish va xarakteristik nurlarga bo‘linishi;
- tormozlanish nurlanishi tutash, xarakteristik nurlanishlari esa chiziqli spektr ko‘rinishida bo‘lishini;
- barcha metallar xarakteristik nurlanishlar spektrlari o‘xshash, lekin bir-biriga nisbatan siljigan chiziqlar bo‘lishini;
- xarakteristik nurlanishlardagi spektr chiziqlari Bor nzariyasidagiga o‘xshash K, L, M, ... seriyalaridan iborat ekaligini;
- xarakteristik nurlanishlar chastotalari Mozli qonuni asosida aniqlanishini;
- C ning qiymati Ridbeg doimiysiga hamda α, β, γ, ... o‘tish turiga bog‘liq ekanini;
- ekranlanish doimiysining qiymati K, L, M, ... seriya turiga bog‘liqligini.

Bu narsalarni puxta o‘rganish talabalarda faqat vodorodsimon atomlar spektrlarini o‘rganish bilan cheklanib qolmasdan, davriy sistemaning ixtiyoriy elementlaridagi turli seriyalarni oson hisob-kitob qilish orqali ko‘nikmalarini shakllantiradi hamda atom fizikasiga oid bilimlarni puxta egalashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Е.В.Шпольский. Атом физикаси, 1-қисм. – Тошкент.: “Ўқитувчи”. – 1969 й. 580 б.
2. Sleyter J.C. Atomic Shielding Constants // Physical Review. – 1930. – Vol. 36, No. 1. – P. 57–64.
3. Clementi E., Raimondi D.L. Atomic Screening Constants from SCF Functions // The Journal of Chemical Physics. – 1963. – Vol. 38. – P. 2686–2689.
4. Atkins P., de Paula J., Keeler J. Atkins’ Physical Chemistry. – 11th ed. – Oxford: Oxford University Press, 2018.
5. Eisberg R., Resnick R. Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei, and Particles. – New York: Wiley, 1985.

SLEYTER QOIDASI VA UNING ATOM TUZILISHI HAMDA RENTGEN SPEKTRLARINI O‘RGANISHDAGI QO‘LLANILISHI

ChDPU, aniq fanlar fakulteti dotsenti Dusmuratov Mansur Baysoatovich
ChDPU, aniq fanlar fakulteti magistranti Ilyasova Shoira

Annotatsiya. *Mazkur tezisda ko‘p elektronli atomlarda elektronlarning o‘zaro ekranlashish hodisasini miqdoriy baholash imkonini beruvchi Sleyter qoidalarining nazariy asoslari va amaliy qo‘llanilishi yoritilgan hamda Sleyter guruhlarini hosil qilish, ekranlanish koeffitsiyentlarini tanlash hamda ularni Mozli qonuni va xarakteristik rentgen nurlanishlarini tahlil qilishda qo‘llash masalalari ko‘rib chiqilgan.*

Kalit so‘zlar. *Sleyter qoidasi, ekranlanish, ekranlanish doimiysi, effektiv yadro zaryadi, elektron konfiguratsiyasi, maxsus guruhlar, atom orbitalari, Mozli qonuni, rentgen nurlanishi, K-seriya, L-seriya, M-seriya.*

Ko‘p elektronli atomlarning tuzilishini o‘rganishda elektronlarning yadro bilan va o‘zaro ta’sirini hisobga olish muhim masalalardan biridir. Vodorodsimon atomlarda elektron faqat yadro bilan o‘zaro ta’sirlashgani sababli energetik holatlarni nisbatan sodda tarzda ifodalash mumkin. Biroq elektronlar sonining ortishi bilan elektron-elektron itarilish kuchlari yuzaga keladi va tashqi elektron yadro zaryadining to‘liq qiymatini emas, balki boshqa elektronlarning ekranlovchi ta’siri bilan kamaygan qiymatini sezadi. Elektron-elektron o‘zaro ta’siri natijasida atomdagi har bir elektron yadro tomonidan hosil qilinadigan to‘liq Kulon maydonini sezmaydi. Shu sababli elektron uchun haqiqiy yadro zaryadidan kichik bo‘lgan effektiv yadro zaryadi tushunchasi kiritiladi. Maxsus qoida – Sleyter qoidalari yordamida ekranlanish doimiysi va effektiv yadro zaryadi taxminiy hisoblanadi.

Atomning haqiqiy yadro zaryadi $+Ze$ bilan ifodalansa, ma’lum elektron uchun seziladigan effektiv yadro zaryadi quyidagicha aniqlanadi:

$$Z_{eff} = Z - \sigma$$

Bu yerda: Z – atomning tartib raqami, σ – ekranlanish (yoki zirxlanish) doimiysi, Z_{eff} – elektron sezadigan effektiv yadro zaryadi.

Atomlar, molekulalar va qattiq jism elektron tuzilishi nazariyasini rivojlantirishga ulkan hissa qo‘shgan amerikalik taniqli fizik va nazoratchi kimyogar Sleyter (*John Clarke Slater, 1900 – 1976*) tomonidan 1930-yilda taklif etilgan qoidalar elektronlarning ekranlashish hissasini sodda, amaliy va hisoblash uchun qulay ko‘rinishda baholash imkonini beradi. U Massachusets Texnologiya Institutining (MIT) fizika kafedrasi mudiri bo‘lib ishlagan va ushbu dargohni xalqaro nufuzga ega markazga aylantirgan. Ikkinchi jahon urushi yillarida radar tizimlarini yaratishda muhim bo‘lgan mikrootishli elektronika sohasida ham samarali mehnat qilgan. Sleyter kvant mexanikasini kimyoviy bog‘lanishlar va modda tuzilishiga tatbiq etishning kashshoflaridan biridir. Uning nomi bilan bog‘liq asosiy tushunchalar quyidagilar hisoblanadi:

- Sleyter qoidalari (1930): Ko‘p elektronli atomlarda har bir elektronning yadro zaryadini qanchalik to‘sishi (ekranlashi) va effektif yadro zaryadini hisoblash qoidalari.
- Sleyter determinanti: Pauli prinsipiga bo‘ysunuvchi ko‘p elektronli tizimlarning to‘lqin funksiyasini ifodalash uchun kvant kimyosida qo‘llaniladigan matematik usul.
- Sleyter orbitallari (STO): Atom orbitallarining shaklini matematik modellashtirish uchun kiritilgan funksiyalar.

Sleyter qoidalarining asosiy g‘oyasi shundan iboratki, atomdagi elektronlar yadro zaryadini qisman ekranlaydi, ya’ni to‘sadi. Natijada elektron uchun yadro tortishish kuchi to‘liq Z ga emas, balki undan kichikroq Z_{eff} qiymatga mos keladi.

Soddalashtirilgan holda qobiqdagi ixtiyoriy elektronning yadro bilan elektrostatik o‘zaro ta’siri quyidagicha yozilishi mumkin:

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Z_{eff}e^2}{r^2}$$

Elektron konfiguratsiyasi Sleyter qoidalarida maxsus guruhlarga ajratiladi. Ajratishda bitta elektron pog‘onaning o‘zidagi s va p qobiqlar birgalikda, *d* qobiq alohida va *f* qobiq alohida guruhlanadi. Masalan (1s), (2s,2p), (3s,3p), (3d), (4s,4p), (4d), (4f), (5s, 5p) va hokazo. Ayni bir guruhdagi elektronlarning ekranlashish hissasi, shuningdek ichki qavatlarda joylashgan elektronlarning hissasi turli koeffitsiyentlar bilan baholanadi.

Biz ixtiyoriy enegetik sathdagi elektron uchun ekranlanish doimiysini hisoblashda quyidagilarga amal qilishimiz kerak bo‘ladi:

- agar tekshirilayotgan elektron *ns* yoki *np* orbitalda bo‘lsa, odatda quyidagi koeffitsiyentlardan foydalaniladi: ayni *ns*, *np* guruhidagi boshqa elektron uchun 0,35; n−1 qavatdagi elektron uchun 0,85; n−2 va undan ichkari qavatlardagi elektronlar uchun 1,00. 1s elektron uchun shu guruhdagi ikkinchi elektronning hissasi 0,30 deb olinadi;
- agar tekshirilayotgan elektron *nd* yoki *nf* guruhida bo‘lsa, ayni guruhdagi boshqa elektronlar 0,35 koeffitsiyent bilan, chap tomondagi guruhlarning barcha elektronlari esa 1,00 koeffitsiyent bilan hisobga olinadi. O‘ng tomondagi guruhlarning elektronlari ekranlanishda hisobga olinmaydi.

Ekranlanish koeffitsiyentini anqlashda quyidagi jadval ko‘rinsihidagi ma’lumotlardan ham foydalanishimiz ham mumkin. Bu jadvalni Sleyter qoidalarining asosiy formulalar jadvali sifatida yodlab olish juda foydali.

1-jadval

Tanlangan elektron	**Elektronlar**	**σ hissa**
1s	*shu guruhdagi boshqa elektron*	*0,3*
ns, np	*shu guruhdagi boshqa elektronlar*	*0,35*
ns, np	*n–1 qavat*	*0,85*
ns, np	*n–2 va undan ichki*	*1,00*
nd, nf	*shu guruhdagi boshqa elektronlar*	*0,35*
nd, nf	*chapdagi barcha guruhlar*	*1,00*
istalgan elektron	*Sleyter guruhining o‘ng tomonidagi elektronlar*	*0*

Shunga alohida e’tibor qaratishimiz lozimki, Sleyter guruhida tanlangan guruhdan o‘ng tomondagi guruh elektronlari ekranlanishga uchramaydi. Chunki, Sleyter guruhlarida elektronlar yadroga nisbatan ichkaridan tashqariga qarab joylashtiriladi. Bu fikr aniq fizik haqiqatning to‘liq ifodasi bo‘lmasdan, balki Sleyterning soddalashtirilgan empirik yaqinlashuvi hisoblanadi, xolos.

Umumiy holda ekranlanish doimiysi quyidagi yig‘indi orqali aniqlanadi:

$$\sigma = \sum n_i \sigma_i$$

Bu yerda n_i – tegishli guruhdagi ekranlovchi elektronlar soni, σ_i – shu guruh elektronlarining ekranlanish koeffitsiyenti. Hisoblashning yakuniy bosqichida mazkur formula yordamida yadroning effektiv zaryadi aniqlanadi.

$$Z_{eff} = Z - \sigma$$

Endi Sleyter qoidasini hisoblashga oid namuna masalalar yechib ko‘raylik.

Masala № 1. Sleyter qoidasi asosida Kalsiy (Ca) atomining 4s elektroni uchun ekranlanish doimiysini va yadroning effektiv zaryadini hisoblang.

Yechish: Kalsiy atomini uchun tartib raqaam Z=20, elektron konfiguratsiya $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ ko‘rinishda, Sleyter guruhlari esa $(1s)^2 (2s2p)^8 (3s3p)^8 (4s)^2$ ko‘rinishda bo‘ladi. Bizdan 4s elektroni uchun ekranlanish doimiysini hisoblash so‘ralgan. Bishqacha aytganda, Rentgen nuri n=4 elektron qavatdagi 2 ta elektrondan bittasini urib chiqargandan keyin qoladigan ikkinchi elektron uchun ekranlanish doimiysini aniqlashimiz lozim. Bunda ekranlanish doimiysi har bir elektron pog‘onalar uchun alohida-alohida hisoblanib, so‘ngra qo‘shiladi.

Ekranlanish doimiysining qiymati 4s sathdagi ikkinchi elektron uchun 1·(0,35)=0,35 ga, n–1=3 elektron pog‘onadagi jami 8 ta elektron uchun 8·(0,85)=6,80 ga, n–2=2 elektron pog‘onadagi jami 8 ta elektron uchun 8·(1,00)=8,00 ga va nihoyat n–3=1 elektron pog‘onadagi, ya’ni 1s sathdagi jami 2 ta elektron uchun ham 2·(1,00)=2,00 ga teng bo‘ladi. Umumiy ekranlanish doimiysi esa

$$\sigma = 0,35 + 6,8 + 8 + 2 = 17,15$$

bo‘ladi. Yadroning effektiv zaryadi esa

$$Z_{eff} = Z - \sigma = 20 - 17,15 = 2,85$$

bo‘ladi.

Masala № 2. Sleyter qoidasi asosida Temir (Fe) atomining *3d* elektroni uchun ekranlanish doimiysini va yadroning effektiv zaryadini hisoblang.

Yechish: Temir atomini uchun tartib raqaam Z=26, elektron konfiguratsiya $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ ko‘rinishda, Sleyter guruhlari esa $(1s)^2 (2s2p)^8 (3s3p)^8 (3d)^6 (4s)^2$ ko‘rinishda bo‘ladi. Bizdan *3d* elektroni uchun ekranlanish doimiysini hisoblash so‘ralgan.

Ekranlanish doimiysining qiymati *3d* sathdagi qolgan 5 ta elektron uchun 5·(0,35)=1,75 ga teng. *3d* sathdan chapda turgan barcha guruhlar, ya’ni, $(1s)^2 (2s2p)^8 (3s3p)^8$ guruhlardagi jami 18 ta elektron uchun ekranlanish doimiysining qiymati 18·(1,00)=18,00 ga teng bo‘ladi. Umumiy ekranlanish doimiysi esa

$$\sigma = 1,75 + 18 = 19,75$$

bo‘ladi. Yadroning effektiv zaryadi esa

$$Z_{eff} = Z - \sigma = 26 - 19,75 = 6,25$$

bo‘ladi.

Masala № 3. Sleyter qoidasi asosida Temir (Fe) atomining *4s* elektroni uchun ekranlanish doimiysini va yadroning effektiv zaryadini hisoblang.

Yechish: Elektron konfiguratsiya va Sleyter guruhlari oldingi masalada bor. Shuning uchun maqsadga o‘tamiz.

Ekranlanish doimiysining qiymati 4s sathdagi ikkinchi elektron uchun 1·(0,35)=0,35 ga, n–1=3 elektron pog‘onadagi jami 14 ta elektron uchun 14·(0,85)=11,90 ga, n–2=2 elektron pog‘onadagi jami 8 ta elektron uchun 8·(1,00)=8,00 ga va nihoyat n–3=1 elektron pog‘onadagi, ya’ni 1s sathdagi jami 2 ta elektron uchun ham 2·(1,00)=2,00 ga teng bo‘ladi. Umumiy ekranlanish doimiysi esa

$$\sigma = 0,35 + 11,9 + 8 + 2 = 22,25$$

bo‘ladi. Yadroning effektiv zaryadi esa

$$Z_{eff} = Z - \sigma = 26 - 22,25 = 3,75$$

bo‘ladi.

Demak, yoqiridagi 2- va 3- misollardan shunday xulosa qilish mumkin ekan. Soddalashtirilgan Sleyter modelida *Fe* atomining tanlangan *3d*-elektroni yadro zaryadini *+26e* emas, taxminan *+6,25e* effektiv zaryad sifatida sezadi, 4s elektroni esa +3,75 e effektiv zaryad sifatida sezadi ekan. Bu natija esa ichki elektronlarning ekranlovchi ta’siri sezilarli ekanini ko‘rsatadi.

Sleyter qoidalarining muhim qo‘llanish sohalaridan biri xarakteristik rentgen nurlanishlarini o‘rganishdir. Bunda Mozli qonunida ishtirok etadigan ekranlanish doimiysi hamda effektiv zaryadlar mana shu Sleyter qoidalari asosida aniqlanadi. Ichki qavatdagi elektron chiqarib yuborilganda, yuqori energetik sathdagi elektron bo‘shagan joyga o‘tadi. Natijada energiya farqiga mos keluvchi rentgen fotoni hosil bo‘ladi.

Mozli qonuni xarakteristik rentgen nurlanishi chastotasining atom tartib raqami bilan bog‘liqligini ko‘rsatadi. Ko‘p elektronli atomlarda ekranlanish hodisasi ushbu bog‘lanishning fizik mazmunini tushuntirishda muhim rol o‘ynaydi. Sleyter qoidalari esa ekranlanishni hisobga olishning sodda miqdoriy usulini beradi.

Sleyter qoidalari atom fizikasi, kvant mexanikasi va rentgen spektroskopiyasida nazariy tushunchalarni amaliy hisoblash bilan bog‘lash imkonini beradi. Ular yordamida elektronning effektiv yadro zaryadi, ekranlanish darajasi, atom radiusining davriy o‘zgarishi, ionlanish jarayonlari va xarakteristik rentgen nurlanishining asosiy energetik parametrlarini taxminiy baholash mumkin.

- effektiv yadro zaryadini aniqlash;
- elektronlarning ekranlanish hissasini baholash;
- atom radiusi va ionlanish energiyasi o‘zgarishlarini sifat va miqdoriy jihatdan tushuntirish;
- K, L va M rentgen seriyalarining energetik xususiyatlarini baholash;
- Mozli qonunining fizik mazmunini tushuntirish.

Biroq Sleyter qoidalari aniq kvant-mexanik hisoblash usuli emas, balki soddalashtirilgan yarim empirik yondashuvdir. Murakkab ko‘p elektronli sistemalarda elektron-elektron korrelyatsiyasi va orbital shakllarining barcha tafsilotlari to‘liq hisobga olinmaydi. Yuqori aniqlik talab etilganda Hartree–Fock va boshqa zamonaviy kvant-kimyoviy usullardan foydalaniladi.

Shunday qilib Slayter qoidalari va uning qo‘llanoilishi yuzasidan quyidagi xulosalarni qilishimiz mumkin ekan:

- Sleyter qoidalari ko‘p elektronli atomlarda elektronlarning ekranlanish hodisasini sodda va miqdoriy tarzda ifodalash imkonini beruvchi muhim nazariy-amaliy vositadir. Ular yordamida ekranlanish doimiysi σ va effektiv yadro zaryadi Z_{eff} aniqlanib, elektronlarning yadro bilan bog‘lanish darajasi haqida taxminiy xulosa chiqarish mumkin.
- Mazkur qoidalarni Mozli qonuni bilan bog‘lab o‘rganish ayniqsa samaralidir. Chunki xarakteristik rentgen nurlanishining chastotasi atom tartib raqamiga bog‘liq bo‘lsa-da, ko‘p elektronli atomlarda elektron-elektron o‘zaro ta’siri va ekranlanish hodisasi mavjud. Sleyter modeli ushbu ta’sirni sodda hisoblash orqali rentgen nurlanishining chastotasi, to‘lqin uzunligi va energiyasini baholash imkonini beradi. Shu jihatdan Sleyter qoidalari atom fizikasi va rentgen spektroskopiyasini o‘qitishda nazariy bilimlarni amaliy masalalar bilan bog‘lovchi samarali metodik vosita hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

6. Е.В.Шпольский. Атом физикаси, 1-қисм. – Тошкент.: “Ўқитувчи”. – 1969 й. 580 б.
7. Sleyter J.C. Atomic Shielding Constants // Physical Review. – 1930. – Vol. 36, No. 1. – P. 57–64.
8. Clementi E., Raimondi D.L. Atomic Screening Constants from SCF Functions // The Journal of Chemical Physics. – 1963. – Vol. 38. – P. 2686–2689.
9. Housecroft C.E., Sharpe A.G. Inorganic Chemistry. – 5th ed. – Harlow: Pearson Education, 2018.
10. Atkins P., de Paula J., Keeler J. Atkins’ Physical Chemistry. – 11th ed. – Oxford: Oxford University Press, 2018.
11. Eisberg R., Resnick R. Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei, and Particles. – New York: Wiley, 1985.

FIZIKA FANIDAN OLIMPIADA MASALALARINI YECHISH ASOSIDA AKADEMIK LITSEY O‘QUVCHILARINING MUHANDISLIK KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISH

F. I. Jo‘rayev
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, mustaqil izlanuvchi

Annotatsiya. Mazkur maqolada akademik litsey o‘quvchilarining muhandislik kompetensiyalarini fizikadan olimpiada masalalarini tizimli yechish asosida rivojlantirishning ilmiy-metodik imkoniyatlari yoritilgan. Tadqiqot konseptual-metodik xususiyatga ega bo‘lib, ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, qiyosiy kontent-tahlil, kompetensiyalarni operatsionlashtirish va metodik modelni konstruksiyalash usullariga asoslangan. Olimpiada masalalarini yechishda fizik modellashtirish, matematik tahlil, yechim strategiyasini tanlash, natijani verifikatsiya qilish va parametrik tahlil bosqichlari tizimlashtirilgan.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, olimpiada masalalari, muhandislik kompetensiyasi, akademik litsey, fizik modellashtirish, garmonik tebranishlar, verifikatsiya, STEM yondashuvi.

Kirish. Fizika ta’limini zamonaviy pedagogik yondashuvlar va amaliy ehtiyojlar asosida takomillashtirish, ayniqsa, akademik litseylarda tahsil olayotgan o‘quvchilarning muhandislik tafakkuri, amaliy faoliyat ko‘nikmalari hamda innovatsion fikrlash salohiyatini rivojlantirish bugungi ta’lim tizimining muhim vazifalaridan biridir. Keyingi yillarda olib borilgan tadqiqotlarda fizika fanini o‘qitishda STEAM yondashuvi, muhandislik loyihalash tamoyillari, loyiha asosida ta’lim, matematik va fizik modellashtirish, shuningdek, eksperimental faoliyatdan foydalanish orqali o‘quvchilarning muhandislik tafakkuri, muammoli vaziyatlarni tahlil qilish va hal etish qobiliyati hamda innovatsion fikrlashini rivojlantirish imkoniyatlari keng tadqiq etilgan [2–5]. O‘quvchilarning muhandislik kompetensiyalarini aniqlash mezonlari, ularning namoyon bo‘lish ko‘rsatkichlari, rivojlanish darajalari hamda kompleks diagnostika mexanizmlarini o‘zaro bog‘lagan yaxlit metodik yondashuvni ishlab chiqish zarurati mavjud. Mazkur holat akademik litseylarda fizika ta’limining mazmuni va metodikasini muhandislik yo‘nalishidagi kompetensiyalarni rivojlantirishga yo‘naltirish bo‘yicha ilmiy asoslangan metodik yechimlarni izlashni taqozo etadi.

Asosiy qism. Xalqaro tadqiqotlar fizikadagi masala yechishni faqat formulani tanlash emas, balki muammoni reprezentatsiya qilish, fizik model qurish, strategiya tanlash, matematik transformatsiya, natijani tekshirish va refleksiya bilan bog‘lash zarurligini ko‘rsatadi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, mavjud tadqiqotlarda kompetensiyaning mohiyati, uning tarkibiy qismlari, fizika ta’limida eksperimental va amaliy faoliyatning o‘rni hamda kompetensiyani faoliyat natijalari asosida baholashning ayrim jihatlari yetarlicha yoritilgan. Biroq akademik litsey o‘quvchilarining fizika ta’limi sharoitida muhandislik kompetensiyasini kasbiy-motivatsion, kognitiv, eksperimental-tadqiqotchilik, muhandislik-loyihaviy, raqamli-texnologik, kommunikativ va

refleksiv-baholash komponentlarining o‘zaro bog‘liqligi asosida kompleks baholash masalasi alohida metodik tizim sifatida yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Shu sababli akademik litseylarda fizika ta’limi jarayonida o‘quvchilarning muhandislik kompetensiyasini kompleks baholashga mo‘ljallangan mezonlar, indikatorlar, diagnostik vositalar va rivojlanganlik darajalarini o‘zaro integratsiyalashgan holda ishlab chiqish dolzarb ilmiy-metodik vazifa sifatida namoyon bo‘ladi. Bunday tizim o‘quvchining nafaqat nimani bilishini, balki olgan bilimlarini muhandislik vazifalarini hal etishda qanday qo‘llashi, yangi yechimlarni ishlab chiqishi, texnologik vositalardan foydalanishi va o‘z faoliyatini tahlil qila olishini aniqlash imkonini beradi.

O‘quvchilarning fizikadan olimpiada masalalarini yechish va kreativ kompetensiyasini baholash mezonlari jadvali

Mezon	Asosiy indikatorlar	Diagnostik vosita
Muammoni tahlil qilish	Muammoni aniqlash, berilgan va noma’lum kattaliklarni ajratish, muhim parametrlarni belgilash	Nostandart va muammoli fizik masalalar
Fizik modellashtirish	Real jarayonni fizik modelga aylantirish, farazlarni ilgari surish, model chegaralarini aniqlash	Modellashtirish topshiriqlari, grafik va sxemalar
Yechim strategiyasini ishlab chiqish	Yechimning turli usullarini taklif qilish, optimal strategiyani tanlash, algoritmni mustaqil tuzish	Olimpiada va ko‘p variantli masalalar
Matematik-hisoblash faoliyati	Fizik qonunlarni to‘g‘ri qo‘llash, matematik bog‘lanishlarni hosil qilish, hisoblashlarni izchil bajarish	Hisoblash va analitik topshiriqlar
Natijani tahlil qilish va baholash	Olingan natijani tekshirish, fizik mazmunini izohlash, xatolik va cheklovlarni aniqlash	Natijani tahlil qilish topshiriqlari
Muhandislik qarorini ishlab chiqish	Bir nechta yechimni taqqoslash, optimal yechimni asoslash, amaliy cheklovlarni hisobga olish	Muammoli-amaliy va loyihaviy topshiriqlar
Kreativ va innovatsion yondashuv	Original yechim taklif qilish, yangi g‘oya ishlab chiqish, mavjud yechimni takomillashtirish	Ijodiy, ochiq va tadqiqot xarakteridagi masalalar

Kreativ fikrlash kompetensiyasi rivojlanganlik darajalari jadvali

Daraja	Ball oralig‘i	Tavsif
Past / reproduktiv	0–49	Masala shartini o‘qiydi, lekin fizik modelni mustaqil tanlay olmaydi; ko‘proq tayyor formula izlaydi; chizma, natija tekshiruvi va refleksiya sust namoyon bo‘ladi

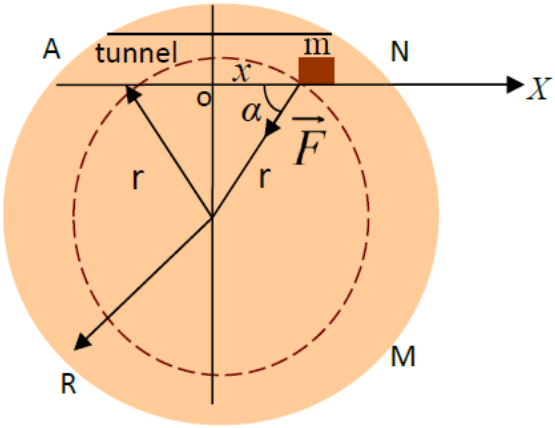
O‘rta / algoritmik	50–69	Tipik masalalarni yecha oladi, chizma va formuladan foydalanadi, lekin noodatiy shartda qiynaladi; muqobil yondashuv kam uchraydi
Yaxshi / evristik	70–84	Masalani tahlil qiladi, bir nechta qonunni bog‘laydi, chegaraviy holatni tekshiradi, ayrim original usullarni taklif qiladi
Yuqori / kreativ-tadqiqotchilik	85–100	Yangi model yoki muqobil yechim ishlab chiqadi, masalani umumlashtiradi, natijani ilmiy asoslaydi va refleksiya qiladi

Umumta’lim maktablarining yuqori sinfda tahsil olayotgan o‘quvchilarining fizika fanidan masala yechish ko‘nikmalarini o‘rganish tadqiqoti fizika fanini o‘rganayotgan o‘quvchilarda masala yechishning yaxlit ko‘nikmalarini rivojlantiradigan ta’lim resurslari va pedagogik yondashuvlardan keng foydalanish imkoniyatini ta’minlash muhimligini ko‘rsatadi. O‘quvchilarning hisoblashlarni bajarish va fizik tushunchalarni qo‘llash jarayonlarida faolligi yuqori bo‘lgan. Biroq masalani tushunish, yechish strategiyasini tanlash va olingan yechimni tahlil qilish hamda unga qayta murojaat qilish kabi bosqichlarda faollik darajasi nisbatan past bo‘lgan[3]. Yana bir tadqiqotda bakalavriat bosqichida tahsil olayotgan elektroenergetika muhandisligi talabalarining texnik kompetensiyalarini rivojlantirishda kasbga yo‘naltirilgan fizika ta’limining ta’sirini baholashga qaratilgan [4]. Tadqiqotda metodik modelning amaliy namoyishi sifatida murakkab va fizika-muhandislik mazmuniga ega bo‘lgan “Andijon–Nukus yer osti tunneli” olimpiada masalasi tanlab olindi. Ushbu masala misolida o‘quvchining harakatlar zanjiri tizimlashtirildi. Fizikadan olimpiada masalasining muhandislik yo‘nalishidagi namunaviy yechimi: Andijon - Nukus yer osti tunneli masalasi.

Faraz qilaylik, Andijon shahridan va Nukus shahrigacha Yer osti uzunligi taxminan 1000km bo‘lgan to‘g‘ri chiziqli temir yo‘l tunneli o‘tkazildi. Andijon shahridan vagon boshlang‘ich tezliksiz qo‘yib yuborildi. 1) Qancha vaqtdan so‘ng vagon Nukus shahriga yetib boradi? 2) Vagonning maksimal tezligini toping. Yerning aylanishi, havoning qarshiligi va harakat davomidagi barcha turdagi ishqalanishlarni hisobga olmang. Yerning radiusi $R = 6400km$.

Berilgan: $R = 6400km$, g=10 m/s^2. Topish kerak: 1) $t = ?$, 2) $\vartheta_{max} = ?$.

Yechilishi: 1) m massali vagon Andijon shahridan Nukus shahriga (AN) tunnel bo‘yicha harakatlansin(1-rasm). Qandaydir vaqtdan so‘ng uning koordinatasi *x* bo‘lganda Yer tomonidan unga ta’sir etuvchi og‘irlik kuchini quyidagicha yoza olamiz: $F = mg\frac{r}{R}$. Bu yerda *R*-yer radiusi, *r*-vagondan yer markazigacha bo‘lgan masofa, *g*- yer sirtidagi erkin tushish tezlanishi.



1-rasm

Bu F-kuchning X o‘qidagi proyeksiyasi: $F_x = -F\cos\alpha$ ga teng. Rasmdan ko‘rinib turibdiki: $\cos\alpha = \frac{x}{R}$. U holda $F_x = -mg\frac{x}{R}$. Demak, vagonning harakat tenglamasini Nyutonning 2-qonunidan foydalanib quyidagicha yozish mumkin: $mx^{II} = -mg\frac{x}{R}$ yoki $x^{II} + \frac{g}{R}x = 0$. Bu 2-tartibli differensial tenglamadan: $\omega = \sqrt{\frac{g}{R}}$. Shunday qilib Andijondan Nukusgacha bo‘lgan masofani vagon $t = \frac{T}{2}$ vaqtda bosib o‘tadi. Ya’ni: $t = \pi\sqrt{\frac{R}{g}}$. $t \approx 41{,}86\ min.$

2) Vagonning tezligini topish uchun garmonik tebranish tenglamasining yechimini quyidagi ko‘rinishda izlaymiz: $x(t) = A\sin\omega t + B\cos\omega t$

Bu yerda A va B lar o‘zgarmas. Boshlang‘ich shartlardan foydalanamiz: $x(t) = 0$ va $x^I(0) = 0$, $B = \frac{l}{2}$ va $A = 0$. U holda: $x = \frac{l}{2}\cos\omega t$. Demak, vagon tezligining vaqt o‘tishi bilan o‘zgarish qonuni quyidagiga teng: $\vartheta(t) = x^I(t) = -\frac{l\omega}{2}\sin\omega t$. Bunda vagonning maksimal tezligining absolyut qiymati: $\vartheta_{\max} = \frac{l\omega}{2} = \frac{l}{2}\sqrt{\frac{g}{R}}$. $\vartheta_m = 625 m/s.$

Masalaning muhandislik kompetensiyalarini rivojlantirishdagi o‘rni quyidagi jadvali

№	O‘quvchi faoliyati	Rivojlanadigan kompetensiya
1	Andijon–Nukus tunnel vaziyatini tahlil qiladi.	Muammoni aniqlash va muhandislik vazifasini anglash
2	Real vaziyatni ideal fizik modelga keltiradi.	Modellashtirish kompetensiyasi
3	Yerning bir jinsli ekanligi kabi farazlarni qabul qiladi.	Abstraktlashtirish va faraz qilish
4	Yer ichidagi gravitatsion kuchni hosil qiladi.	Fizik qonunlarni qo‘llash
5	$F \sim x$ bog‘lanishini aniqlaydi.	Analitik va tizimli fikrlash

6	Harakatni garmonik tebranish bilan modellashtiradi.	Analogik va matematik fikrlash
7	Vaqt va maksimal tezlikni hisoblaydi.	Hisoblash va matematik kompetensiya
8	Natijani energiya usuli bilan tekshiradi.	Verifikatsiya va xatoni nazorat qilish
9	Tunnel uzunligi o‘zgarganda natijalarni tahlil qiladi.	Parametrik va tizimli fikrlash
10	Ideal modelning real sharoitdagi cheklovlarini baholaydi.	Muhandislik qarorini baholash

Xulosa. Ushbu maqolada fizikadan olimpiada masalalarini tizimli va kompetensiyaviy yondashuv asosida yechish akademik litsey o‘quvchilarining muhandislik tafakkuri va kompetensiyalarini rivojlantirish uchun muhim metodik imkoniyat yaratishini ko‘rsatdi. Olimpiada masalalarining nostandartligi, fizik modellashtirish, turli yechim strategiyalarini izlash, matematik tahlil va natijalarni verifikatsiya qilish zarurati ularni muhandislik kompetensiyalarini rivojlantirishga yo‘naltirilgan samarali didaktik vositaga aylantiradi. Andijon–Nukus yer osti tunneli masalasi misolida o‘quvchining real vaziyatni fizik modelga keltirishi, differensial tenglama tuzishi, harakatni modellashtirishi, natijalarni hisoblash va tekshirishi orqali mazkur yondashuvning amaliy imkoniyatlari ko‘rsatildi. Ushbu yondashuvni turli mazmundagi olimpiada masalalariga tatbiq etish uning metodik imkoniyatlarini kengaytiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida: 2021-yil 19-martdagi PQ–5032-son qaror. – Toshkent, 2021.

2. Burkholder, E. W., Miles, J. K., Layden, T. J., Wang, K. D., Fritz, A. V., and Wieman, C. E. (2020). Template for teaching and assessment of problem solving in introductory physics. Physical Review Physics Education Research, 16(1), 010123. doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010123

3. Musengimana, T., Yadav, L. L., Uwamahoro, J., & Nizeyimana, G. (2025). Assessing physics students’ problem-solving skills: a baseline investigation. *Discover Education, 4*, 196. https://doi.org/10.1007/s44217-025-00640-1

4. Nauryzbayeva, G., and Gabdullina, G. (2026). Formation of technical competencies in future electrical power engineers through professionally oriented physics education: a practice-based approach. Frontiers in Education, 1-11. doi.org/10.3389/feduc.2026.1917029

5. To‘raxonov F. B.(2026). Ixtisoslashtirilgan maktablarda fizika ta’limi: o‘quvchilarning kasbiy kompetentligini baholash mezonlari, ko‘rsatkichlari va darajalari. *Pedagogik mahorat*, 8. UO‘K 373.5.091.3:53

ASTRONOMIYANI VIRTUAL LABORATORIYALAR, SIMULYATORLAR VA MOBIL ILOVALAR ASOSIDA O‘QITISH IMKONIYATLARI

Jumageldiyeva Munira Aliakbar qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti magistranti

Annotatsiya: Mazkur maqolada astronomiyani virtual laboratoriyalar, simulyatorlar va mobil ilovalar asosida o‘qitish imkoniyatlari ilmiy-metodik jihatdan tahlil qilindi. Virtual reallik (VR) texnologiyasiga asoslangan laboratoriyalarning immersiv ta’lim muhitini yaratishdagi o‘rni, simulyator dasturlarining astronomik jarayonlarni modellashtirishdagi imkoniyatlari hamda mobil ilovalarning mustaqil ta’lim faoliyatini qo‘llab-quvvatlashdagi ahamiyati yoritildi.

Kalit so‘zlar: virtual laboratoriya, virtual reallik (VR), simulyator, mobil ilova, astronomiya ta’limi, immersiv ta’lim, STEM ta’limi, interaktiv o‘qitish, raqamli didaktika.

Kirish. Astronomiya kabi fazoviy va vizual tafakkurni talab qiluvchi fanlarni o‘qitishda o‘quvchilarning mavhum kosmik tushunchalarni aniq tasavvur qila olishi muhim pedagogik muammolardan biri hisoblanadi. An’anaviy ta’lim vositalari – darslik, rasm, sxema – bunday tasavvurni shakllantirishda cheklangan imkoniyatlarga ega. Virtual laboratoriyalar, simulyator dasturlari va mobil ilovalarning ta’lim jarayoniga kirib kelishi ushbu muammoni hal etishning samarali yo‘nalishi sifatida e‘tirof etilmoqda.

Virtual reallik (VR) texnologiyasi o‘quvchiga kosmik makonni "ichkaridan" kuzatish, sayyoralar orasida "harakatlanish" va astronomik hodisalarni uch o‘lchamli formatda kuzatish imkonini beradi. Simulyator dasturlari esa fizik qonuniyatlarga asoslangan holda astronomik jarayonlarni (orbital harakat, tutilish, yulduzlar evolyutsiyasi) modellashtirish orqali o‘quvchida tizimli tushunchalar shakllantiradi. Mobil ilovalar bu ikki vositani to‘ldirib, o‘quvchining istalgan vaqt va joyda mustaqil o‘rganishini ta‘minlaydi.

Mazkur maqolaning maqsadi astronomiyani virtual laboratoriyalar, simulyatorlar va mobil ilovalar asosida o‘qitishning pedagogik imkoniyatlarini tahlil qilish, ularning o‘zaro uyg‘unlashuvi bo‘yicha ilmiy-metodik tavsiyalar ishlab chiqishdan iboratdir.

Olingan natijalar, tahlillar, taklif va tavsiyalar

Astronomiyani raqamli didaktik vositalar asosida o‘qitish bir necha o‘zaro to‘ldiruvchi yo‘nalishlarni o‘z ichiga oladi. Har bir yo‘nalish o‘quvchida turli xil ko‘nikmalarni shakllantirishga xizmat qiladi.



1-rasm. Virtual reallik (VR) asosidagi astronomik laboratoriya

Virtual laboratoriyalar. VR koʻzoynaklari yordamida yaratilgan virtual laboratoriyalar oʻquvchiga kosmik jismlarni real oʻlcham va masofa nisbatlarida "koʻrish" hamda ular atrofida erkin harakatlanish imkonini beradi. Bunday immersiv tajriba Quyosh tizimi tuzilishi, galaktikalar shakli va sayyoralararo masofalar kabi mavhum tushunchalarni oʻquvchi ongida aniq va yaxlit tasvir sifatida shakllantirishga yordam beradi. Bundan tashqari, xavfli yoki amalda mumkin boʻlmagan "tajribalar" (masalan, qora tuynuk yaqinida boʻlish) xavfsiz virtual muhitda simulyatsiya qilinishi mumkin.



2-rasm. Astronomik simulyator dasturi (boshqaruv paneli bilan)



3-rasm. Mobil astronomik ilova

Simulyator dasturlari. Simulyator dasturlari fizik qonuniyatlarga asoslangan holda astronomik jarayonlarni – sayyoralarning orbital harakatini, quyosh va oy tutilishini, yulduzlar hayot siklini – vaqt tezligini oʻzgartirgan holda modellashtirish imkonini beradi. Boshqaruv paneli orqali oʻquvchi parametrlarni (masalan, sayyora massasi yoki orbital tezlik) oʻzgartirib, natijaning qanday oʻzgarishini kuzatishi mumkin. Bu "amaliy tajriba" shaklidagi oʻrganish oʻquvchida sabab-natija bogʻliqligini tushunish va gipoteza qoʻyish koʻnikmalarini rivojlantiradi.

Mobil ilovalar. Mobil ilovalar virtual laboratoriya va simulyatorlarni to‘ldiruvchi vosita sifatida o‘quvchining mustaqil ta’lim faoliyatini qo‘llab-quvvatlaydi. Ular orqali o‘quvchi istalgan vaqtda osmon xaritasidan foydalanishi, testlar yechishi yoki qisqa video-darslarni ko‘rishi mumkin. Mobil ilovalarning asosiy afzalligi – ularning hamma joyda mavjudligi va sinf xonasi doirasidan tashqarida ham ta’lim jarayonini davom ettirish imkoniyatini yaratishidir.

Ushbu uch yo‘nalishning birgalikda qo‘llanilishi astronomiya ta’limida to‘liq raqamli ekotizim yaratishga imkon beradi: virtual laboratoriya – chuqur immersiv tajriba, simulyator – tahliliy modellashtirish, mobil ilova – mustaqil amaliyot.

Jadval. Virtual laboratoriya, simulyator va mobil ilova vositalarining qiyosiy tavsifi

Vosita	Asosiy pedagogik vazifasi	Rivojlantiradigan ko‘nikma	Qo‘llash shakli
Virtual laboratoriya (VR)	Kosmik muhitni immersiv tarzda his qildirish	Fazoviy tafakkur	Individual / kichik guruh
Simulyator dasturlari	Astronomik jarayonlarni modellashtirish	Tahliliy fikrlash	Individual / frontal
Mobil ilovalar	Mustaqil kuzatuv va o‘z-o‘zini nazorat qilish	Mustaqillik	Individual, istalgan joyda

Xulosa: *Jadval tahlili shuni ko‘rsatadiki, har bir vosita astronomik ta’lim jarayonining alohida bosqichi va vazifasiga mos keladi, shu sababli ularni izchil va bir-birini to‘ldiruvchi tarzda qo‘llash eng yuqori pedagogik samaraga olib keladi.*

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, virtual laboratoriyalar va simulyatorlarning ta’lim jarayoniga joriy etilishi o‘quvchilarning mavzuni chuqur va ongli o‘zlashtirishiga, murakkab astronomik tushunchalarni tezroq idrok etishiga ijobiy ta‘sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, VR texnologiyasi orqali beriladigan "hozir va shu yerda" tuyg‘usi o‘quvchida hissiy jalb etilganlikni oshiradi, bu esa uzoq muddatli xotirada saqlanish darajasini yaxshilaydi.

Shu bilan birga, ushbu vositalarni joriy etishda bir qator amaliy cheklovlar mavjud: VR jihozlarining qimmatligi va ularni barcha ta’lim muassasalarida ta‘minlash imkoniyatining cheklanganligi, o‘qituvchilarning texnik va metodik tayyorgarligi hamda simulyator dasturlarini mahalliy o‘quv dasturiga moslashtirish zarurati. Ushbu omillar vositalarni bosqichma-bosqich va resurslarga mos ravishda joriy etishni talab etadi.

Xulosa

Astronomiyani virtual laboratoriyalar, simulyatorlar va mobil ilovalar asosida o‘qitish o‘quvchilarda fazoviy tafakkur, tahliliy fikrlash va mustaqil o‘rganish ko‘nikmalarini shakllantirishning zamonaviy va samarali yo‘nalishi hisoblanadi. Ushbu vositalar an’anaviy o‘qitish metodlarini almashtirmaydi, balki ularni sifat jihatidan boyitib, astronomiya ta’limini yanada jozibador va tushunarli qiladi.

Tadqiqot natijalaridan kelib chiqib quyidagi takliflar ishlab chiqildi:

1. Imkoniyat mavjud bo‘lgan ta’lim muassasalarida VR asosidagi virtual laboratoriyalarni sinov tariqasida joriy etish.

2. Astronomik simulyator dasturlarini amaliy mashg‘ulotlar tarkibiga muntazam mavzu sifatida kiritish.

3. O‘quvchilarga tavsiya etiladigan mobil ilovalar ro‘yxatini ishlab chiqish va ulardan uy vazifalarida foydalanishni yo‘lga qo‘yish.

4. O‘qituvchilar uchun virtual laboratoriya va simulyator dasturlaridan foydalanish bo‘yicha maxsus metodik qo‘llanmalar va malaka oshirish kurslarini tashkil etish.

Umuman olganda, virtual laboratoriyalar, simulyatorlar va mobil ilovalarning astronomiya ta’limiga integratsiyasi o‘quvchilarning ilmiy dunyoqarashi va kosmik tafakkurini zamon talablariga mos ravishda shakllantirishning muhim pedagogik omili bo‘lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Vorontsov-Velyaminov B.A. Astronomiya asoslari. – Moskva: Prosvesheniye, 2018. – 256 b.

2. Toshpulatov Y., Axmedov Q. Astronomiyani o‘qitish metodikasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2021. – 184 b.

3. Ishmuhamedov R., Yo‘ldoshev M. Ta’lim va tarbiyada innovatsion pedagogik texnologiyalar. – Toshkent: Nihol, 2016. – 279 b.

4. Azizxo‘jayeva N.N. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. – Toshkent: TDPU, 2018. – 192 b.

5. Nazarov E., Rahmonov B. Astronomiya ta’limida ko‘rgazmali metodlardan foydalanish samaradorligi // Zamonaviy ta’lim. – Toshkent, 2022. – №6. – B. 52–57.

6. Bailey J.M., Slater T.F. A Review of Astronomy Education Research // Astronomy Education Review. – 2014. – Vol. 2, №2. – P. 20–45.

7. Klopfer E., Sheldon J. Augmented and Virtual Reality in Astronomy Education: A Review // Physics Education. – 2021. – Vol. 56, №3. – P. 1–12.

8. Freitas D., Rodrigues M., Costa R. The Effectiveness of Planetarium-based Teaching in Astronomy Education // International Journal of Science Education. – 2020. – Vol. 42, №11. – P. 1765–1784.

9. Yair Y., Mintz R., Litvak S. 3D-Virtual Reality in Science Education: An Implication for Astronomy Teaching // Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching. – 2001. – Vol. 20, №3. – P. 293–305.

10. Deterding S., Dixon D., Khaled R., Nacke L. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification // Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference. – 2011. – P. 9–15.

11. Bell E., Summers F. NASA‘s Eyes: Interactive Visualization Tools for Astronomy Education // Journal of Astronomy & Earth Sciences Education. – 2019. – Vol. 6, №2. – P. 33–48.

12. Kim S., Lee J. Adaptive Learning Systems in STEM Education: Evidence from South Korea // Journal of Educational Technology & Society. – 2022. – Vol. 25, №1. – P. 112–126.

13. Dede C. Immersive Interfaces for Engagement and Learning // Science. – 2009. – Vol. 323, №5910. – P. 66–69.

14. UNESCO. Education for Sustainable Development and Science Literacy Report. – Paris: UNESCO Publishing, 2022. – 214 p.

15. Mavlonova R., Rahmonqulova N. Pedagogika nazariyasi va tarixi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2020. – 368 b.

MOLEKULYAR FIZIKANI O‘QITISHDA KONTEKSTLI MASALALAR ASOSIDA BILIM TRANSFERINI RIVOJLANTIRISH METODIKASi

Jumayeva Lobar Shokir qizi
Termiz shahar 22-maktab fizika fani o‘qituvchisi

Annotatsiya. Molekulyar fizikani o‘qitishda kontekstli masalalar orqali bilim transferini rivojlantirish imkoniyatlari yoritilib, boshlang‘ich, o‘zgartirilgan va yangi kontekstlarga asoslangan topshiriqlar tizimi hamda transferning asosiy ko‘rsatkichlari taklif etilgan.

Kalit so‘zlar: molekulyar fizika, kontekstli masala, bilim transferi, fizik model, umumlashtirish, yangi kontekst.

Kirish. Fizika ta’limida o‘quvchining egallagan bilimlarini mazmuni va shartlari o‘zgargan yangi vaziyatlarda mustaqil qo‘llay olishi muhim ta’lim natijasidir. Molekulyar fizikada gaz qonunlari, temperatura, bosim, ichki energiya, issiqlik almashinuvi va fazaviy o‘tishlarga oid bilimlarni turli vaziyatlarda qo‘llash bilim transferini ta’minlovchi metodik vositalarni aniqlash zaruratini yuzaga keltiradi [1, 2]. Kontekstli masalalar o‘quvchini fizik muammoni aniqlash, muhim omillarni ajratish, model va qonuniyatni tanlash hamda bilimni yangi sharoitga moslashtirib qo‘llashga yo‘naltiradi [3–5]. Shu sababli tadqiqotning maqsadi molekulyar fizikani o‘qitishda kontekstli masalalar asosida bilim transferini rivojlantirishning metodik mexanizmini asoslashdan iborat.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot nazariy-metodik yondashuv asosida olib borilib, nazariy va qiyosiy tahlil, umumlashtirish, tizimlashtirish hamda metodik modellashtirish metodlaridan foydalanildi [6–10]. Kontekstli masalalar o‘quvchining vaziyatni fizik jihatdan tahlil qilishi, muhim omillarni ajratishi, model va qonuniyatni tanlashi hamda bilimni yangi sharoitda qo‘llashi nuqtayi nazaridan o‘rganildi. Metodik loyihalash bosqichlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Molekulyar fizikaga oid kontekstli masalalarni bilim transferiga yo‘naltirib loyihalash bosqichlari

Bosqich	O‘quvchi faoliyati	Metodik vazifasi
Kontekstni anglash	Vaziyatdagi fizik jarayonni aniqlaydi	Bilimni mazmunli vaziyat bilan bog‘lash

Fizik muammoni aniqlash	Yechilishi zarur muammoni belgilaydi	Kontekstning fizik mohiyatini ochish
Muhim omillarni ajratish	Asosiy kattalik va shartlarni aniqlaydi	Muhim ma’lumotlarni farqlash
Model va qonuniyatni tanlash	Mos model va qonuniyatni tanlaydi	Nazariy bilimni vaziyat bilan bog‘lash
Umumlashtirish	Umumiy fizik bog‘lanishni ajratadi	Bilimni umumiy darajaga olib chiqish
Yangi kontekstda qo‘llash	Bilimni moslashtirib qo‘llaydi	Bilim transferini amalga oshirish

Natijalar. Kontekstli masalalarning metodik qiymati o‘quvchini fizik muammoni aniqlash, model va qonuniyatni tanlash, bilimni umumlashtirish hamda o‘zgargan vaziyatda qo‘llashga yo‘naltirishi bilan belgilanishi aniqlandi [3–5]. Topshiriqlarni boshlang‘ich, o‘zgartirilgan va yangi kontekst darajalarida tashkil etish taklif qilindi. Birinchi darajada fizik qonuniyat mazmunli vaziyat bilan bog‘lanadi, ikkinchisida bilim yangi shartlarga moslashtiriladi, uchinchisida esa o‘quvchi tegishli qonuniyatni mustaqil aniqlab qo‘llaydi.

2-jadval.

Molekulyar fizikaga oid kontekstli masalalarni bilim transferi darajalari bo‘yicha tashkil etish

Transfer bosqichi	Kontekstli vaziyat	O‘quvchi faoliyati	Natija
Boshlang‘ich	Yopiq idishdagi gaz qizdirilishi	Temperatura–bosim bog‘lanishini qo‘llash	Qonuniyat vaziyat bilan bog‘lanadi
O‘zgartirilgan	Issiq havoda avtomobil shinasi bosimi	Bilimni o‘zgargan sharoitga moslashtirish	Bilim boshqa kontekstda qo‘llanadi
Yangi	Germetik idishdagi texnologik vaziyat	Muammoni, model va qonuniyatni mustaqil tanlash	Bilim transferi namoyon bo‘ladi

Bilim transferining asosiy ko‘rsatkichlari sifatida fizik muammoni aniqlash, mos model yoki qonuniyatni tanlash, bilimni yangi vaziyatga moslashtirib qo‘llash va natijani fizik jihatdan asoslash belgilandi [1, 2]. Kontekstli masalalarni alohida topshiriqlar emas, balki fizik qonuniyatni anglash, umumlashtirish va yangi vaziyatda qo‘llashni izchil murakkablashtiruvchi tizim sifatida loyihalash maqsadga muvofiq.

Muhokama. Kontekstli masalalarning bilim transferiga ta’siri ularning mazmuni va didaktik ketma-ketligiga bog‘liq. Vaziyatning hayotiyligi bilan birga, undan umumiy fizik model va qonuniyatni ajratish imkoniyati muhim metodik mezondir [3–5]. Molekulyar fizikadagi tushuncha va qonuniyatlarning tabiiy, maishiy va texnologik jarayonlarda namoyon bo‘lishi bir fizik bilimni turli kontekstlarda qo‘llash imkonini beradi [6–10]. Umumlashtirish esa boshlang‘ich va yangi kontekst o‘rtasidagi markaziy metodik bo‘g‘in vazifasini bajaradi.

Xulosa. Molekulyar fizikani o‘qitishda kontekstli masalalarni bilim transferiga yo‘naltirib loyihalash o‘quvchining fizik muammoni aniqlashi, model va qonuniyatni tanlashi, bilimni umumlashtirishi hamda yangi vaziyatga moslashtirib qo‘llashiga xizmat qiladi. Boshlang‘ich, o‘zgartirilgan va yangi kontekstlarning izchil qo‘llanishi transferni rivojlantirishning metodik asosi sifatida belgilandi. Taklif etilgan yondashuv samaradorligini pedagogik tajriba-sinov orqali empirik baholash keyingi tadqiqot vazifasidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Barnett S. M., Ceci S. J. When and where do we apply what we learn? A taxonomy for far transfer // Psychological Bulletin. – 2002. – Vol. 128, No. 4. – P. 612–637. – DOI: 10.1037/0033-2909.128.4.612.

2. Gentner D., Loewenstein J., Thompson L. Learning and transfer: A general role for analogical encoding // Journal of Educational Psychology. – 2003. – Vol. 95, No. 2. – P. 393–408. – DOI: 10.1037/0022-0663.95.2.393.

3. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход: методическое пособие. – М.: Высшая школа, 1991. – 207 с.

4. Крутова И. А., Кириллова Т. В., Фисенко М. А. Контекстные задачи как средство реализации воспитательного потенциала учебной дисциплины «Физика» // Современные проблемы науки и образования. – 2024. – № 3. – DOI: 10.17513/spno.33404.

5. Taasoobshirazi G., Carr M. A review and critique of context-based physics instruction and assessment // Educational Research Review. – 2008. – Vol. 3, No. 2. – P. 155–167. – DOI: 10.1016/j.edurev.2008.01.002.

6. Qurbonov M., Sodiqova Sh. Fizikani o‘qitish metodikasi: darslik. – Toshkent, 2023.

7. Qurbonov M. Fizikadan namoyish eksperimentlarining uslubiy funksiyalarini kengaytirishning nazariy asoslari: monografiya. – Toshkent: Fan, 2008. – 117 b.

8. To‘raxonov F. B. Fizik jarayonlarni kompyuterda modellashtirishning metodik asoslari // Pedagogik mahorat. – Buxoro, 2021. – № 6. – B. 105–109.

9. To‘raxonov F. B. Ixtisoslashgan maktablarda fizikaviy jarayonlarni modellashtirish imkoniyatini beruvchi dasturiy ta’minotlar tahlili // Ta’lim va innovatsion tadqiqotlar. – 2022. – № 2. – B. 174–178. – DOI: 10.53885/edinres.2022.72.72.027.

10. Qurbonov M., To‘raxonov F. B. Fizika o‘qitishda zamonaviy namoyish tajribalarga qo‘yilgan talablar // Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Vol. 2, No. 17 SPECIAL. – B. 35–39.

PEDAGOGIKA OLIY TA’LIM MUASSASALARIDA QATTIQ JISMLAR FIZIKASINI O‘QITISHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH

Kalandarov Ergash Kilichovich
Nizomiy nomidagi O‘zMPU fizika kafedrasi dotsenti, f.-m.f.n., dotsent

Аннотация

Ushbu maqolada pedagogika oliy ta’lim muassasalarida qattiq jismlar fizikasini o‘qitish jarayonida raqamli texnologiyalardan foydalanish haqida ma’lumotlar keltirilgan. Fizika fanida mikroskopik jarayonlarni tushuntirishda simulyatsiyalar, virtual laboratoriyalar, interaktiv modellar va sun’iy intellekt texnologiyalaridan maqsadli foydalanish yaxshi samara beradi beradi. Maqolada qattiq jismlar fizikasi mavzularini raqamli texnologiyalar asosida o‘qitish modeli, mashg‘ulotlarni tashkil etish usullari, talabalarning ilmiy layoqatlarini rivojlantirish hamda ta’lim natijalarini raqamli baholash masalalari ham qisqacha tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: qattiq jismlar fizikasi, raqamli texnologiyalar, raqamli ta’lim, virtual laboratoriya, kompyuter simulyatsiyasi, interaktiv model, kristall panjara, yarimo‘tkazgichlar, energetik zonalar, pedagogik texnologiya.

Zamonaviy oliy ta’lim tizimida bo‘lajak pedagoglarni nafaqat nazariy bilimlar bilan qurollantirish, balki ularda mustaqil fikrlash, tadqiqotchilik, axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish va murakkab fizik jarayonlarni modellashtirish ko‘nikmalarini shakllantirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, fizikani o‘qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish abstrakt va bevosita kuzatish qiyin bo‘lgan mikrodunyo jarayonlarini vizual ifodalash imkonini beradi.

Qattiq jismlar fizikasi fizikaning murakkab bo‘limlaridan biri bo‘lib, unda kristall panjara, atomlar va elektronlarning o‘zaro ta’siri, energetik zonalar, elektronlarning harakati, yarimo‘tkazgichlarda tok hosil bo‘lishi kabi mikroskopik jarayonlar o‘rganiladi. Bunday jarayonlarni an’anaviy doska yoki statik rasmlar orqali tushuntirish har doim ham yetarli samara bermaydi.

Shu nuqtai nazardan raqamli modellar va interaktiv simulyatsiyalar muhim didaktik vosita bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Masalan, PhET interaktiv simulyatsiyalari fizik jarayonlarni vizual va interaktiv muhitda o‘rganishga mo‘ljallangan bo‘lib, ularda talabaning tajriba o‘tkazishi, parametrlarni o‘zgartirishi va natijalarni kuzatishiga imkoniyat yaratiladi. Platforma ma’lumotlariga ko‘ra, unda ko‘plab interaktiv fan simulyatsiyalari va o‘qituvchilar tomonidan ishlab chiqilgan ta’lim resurslari mavjud.

Raqamli texnologiyalar esa ushbu jarayonlarni modellashtirish va vizuallashtirish imkonini beradi. Bunda:

1. Kompyuter modellashtirish orqali qattiq jismlarning tuzilishi, atomlararo masofa va tashqi ta’sirlar natijasidagi o‘zgarishlar modellashtiriladi. Masalan, kristallar va ularning bog‘lanish turlari, amorf jismlarning kimyoviy tuzilishi, keramik hamda polimerlarning molekular tuzilishlari va boshqalarni axborot texnologiyalar orqali modellashtirish mumkin.

2. Interaktiv simulyatsiyalar yordamida talabalar fizik parametrlarni mustaqil o‘zgartiradi va natijani kuzatadi. Bunda qattiq jismlarga tashqi ta’sirlar orqali ularning boshqa turga aylanishlarini bevosita kuzatish imkoni yaratiladi. Masalan amorf jismlarning termodinamik ta’sirlar orqali kristallarga aylanishi yoki aksincha.

3. Axborot texnologiyalari yordamida vuirtual laboratoriyalar real eksperimental laboratoriyada bajarish murakkab bo‘lgan yoki juda qimmat bo‘lgan tadqiqotlarni raqamli muhitda bajarish imkonini beradi.

4. Multimedia texnologiyalari murakkab fizik tushunchalarni animatsiya, video, grafik va interaktiv sxemalar orqali tushuntirishga xizmat qiladi. Bularga, qattiq jismlarda hosil bo‘luvchi har xil nuqsonlar va ularning asosiy fizik ta’sirlarini bevosita kuzatish mumkinligini misol qilish mumkin.

5. Raqamli baholash tizimlari talabalarning bilimlarini tezkor test, konseptual savol, virtual eksperiment va elektron topshiriqlar asosida baholash imkonini yaratadi. Bunda talabalar onlayn test va boshqa xil topshiriqlar orqali o‘zlarini sinab ko‘rish imkoniyati yaratiladi hamda o‘zlarining bilim darajalarini, qilgan xatolarini qisqa vaqtda bilib olishlari mumkin bo‘ladi.

«Kristall panjara» mavzusini o‘qitishda uch o‘lchovli kompyuter modellaridan foydalanish samarali hisoblanadi. Talaba kubik, geksagonal va boshqa kristall tuzilishlarni virtual muhitda ko‘rishi, atomlarning joylashish tartibini tahlil qilishi va panjara parametrlarini o‘zgartirishi mumkin [1].

Bunda o‘qituvchi talabaga quyidagi muammoli savollarni taklif qilishi mumkin:

- Qattiq jismning termodinamik parametri o‘zgarganda moddaning fizik xususiyatlari qanday o‘zgaradi?
- Kristallning atomlararo masofasi o‘zgartirilsa uning zichligi va boshqa fizik parametrlariga qanday ta’sir qiladi?
- Kristall va amorf jismlarning tuzilishida qanday farq mavjud, ularni bir-biriga aylanish jarayoni bo‘lishi mumkinmi?

Bunday yondashuv talabani tayyor ma’lumotni qabul qiluvchi sub’ektdan fizik jarayonni mustaqil tahlil qiluvchi faol ishtirokchiga aylantiradi. Yana shuni ta’kidlash kerakki, bundaysavollar mashg‘ulot paytida berilsa talabalar axborot texnologiyalardan foydalanishni taqiqlash tavsiya etiladi. Chunki tayyor su’iy intellekdan foydalanib javob topish talabalar ongidan tez o‘chib ketishi tajribalardan ma’lum.

Qattiq jismlar fizikasining eng murakkab mavzularidan biri energetik zonalar nazariyasidir. Valent zona, o‘tkazuvchanlik zonasi va taqiqlangan zona

tushunchalarini statik rasm orqali talabalarda abstrakt tasavvur shakllanishi mumkin.

Kompyuter animatsiyasi yordamida esa elektronlarning energetik holatlari, tashqi energiya ta’sirida elektronning yuqori energetik holatga o‘tishi va zonalar orasidagi farq dinamik ko‘rinishda namoyish etiladi [2]. Metallar, yarimo‘tkazgichlar va dielektriklarning energetik diagrammalarini bir muhitda taqqoslash talabalarga ularning elektr o‘tkazuvchanligidagi farqni yaxshiroq tushunish imkonini beradi.

Hozirgi vaqtda pedagogika oliy ta’lim muassasalarida “Qattiq jismlar fizikasi” fanining eng asosiy bo‘limlaridan biri bo‘lmish “Yarim o‘tkazgichlar fizikasi” ham tanlov fan sifatida yuqori kurs talabalariga o‘qitib kelinmoqda. Biz bilamizki, zamonaviy texnikaning negizini tashkil etuvchi yarim o‘tkazgichlarning asosiy fizik xossalarini o‘rganish va talabalarga o‘rgatish dolzarb muammolarimizdan biri sanaladi. Yarimo‘tkazgichlarni o‘qitishda raqamli texnologiyalar ayniqsa muhim ahamiyatga ega. Chunki elektron – kovak harakati, donor va akseptor aralashmalarining ta’siri, *p-n* o‘tish va diodning volt-amper xarakteristikasini real vaqtda kuzatish talabalarning mavzuni o‘zlashtirishini yengillashtiradi.

Masalan, virtual laboratoriyada talabaga harorat yoki aralashma konsentratsiyasini o‘zgartirish topshirig‘i beriladi. Talaba esa elektr o‘tkazuvchanlik yoki tok kuchining o‘zgarishini grafikda kuzatadi.

Natijada «sabab – fizik jarayon – natija» bog‘lanishi shakllanadi.

Virtual laboratoriyalarni tashkil etish metodikasi

Virtual laboratoriyani shunchaki kompyuterda tajriba bajarish sifatida emas, balki maqsadli pedagogik ssenariy asosida tashkil etish zarur.

Tavsiya etiladigan bosqichlar:

1-bosqich – mavzuga oid muammoli vaziyat yaratish.

O‘qituvchi “Qattiq jismlarning elektr xossalari” mavzusiga oid fizik muammoni qo‘yadi. Masalan: a) Nima uchun metall elektr tokini yaxshi o‘tkazadi, dielektrik esa deyarli o‘tkazmaydi? b)Yarim o‘tkazgichning o‘tkazuvchanligi nimaga temperatura oshgan sari kuchayadi?

2-bosqich – gipoteza ilgari surish. Bunda talabalar o‘z taxminlarini bildirishadi keyin professor o‘qituvchi talabalar gipotezalarini to‘ldirishi kerak bo‘ladi. Masalan, qattiq jismlarning elektr o‘tkazuvchanligini “Zonalar nazariyasi” orqali tushuntirish kerak. Bu moddalarning molekulyar va atom tuzilishi bilan bog‘liqligi orqali tushuntirilishi.

3-bosqich – raqamli eksperiment. Bunda kompyuter texnologiyalar orqali

talabalar simulyatsiya yoki virtual laboratoriyada o‘zgaruvchilarni boshqaradi. Bunga Xoll effekti yordamida qattiq jismlarining ba’zi parametrlarini aniqlashda moddalar turlarini, ularga qo‘yiladigan kuchlanish yoki magnit induksiyasini o‘zgartirib o‘lchashlarini keltirishimiz mumkin yana yarim o‘tkazgichning elektr yoki issiqlik o‘tkazuvchanligini aniqlashda aralashmalar konsentratsiyasini o‘zgartirib boshqarishi mumkin.

4-bosqich – natijalarni qayd etish. Talabalar virtual eksperiment orqali moddalarning elektr xususiyatlari zonalar nazariyasidani taqiqlangan zona kengligiga bog‘liqligini tushunib olishadi. Ya’ni, metallar uchun E_g=0 bo‘ladi, yarim o‘tkazgichlar uchun E_g=4 eV va undan kichik, E_g=4 eV dan katta bo‘lsa dielektrik hisoblanishini virtual tajriba orqali tez tushunib olishlari mumkint bo‘ladi.

Olingan ma’lumotlar elektron jadvalga kiritiladi va ularni grafik shaklida ifodalashlari mumkin.

5-bosqich – tahlil qilish. Bu bosqichda talabalar olingan natijalarni nazariy qoidalar va qonunlar bilan taqqoslaydi.

6-*bosqich* – o‘rganilgan jarayonlar va ularning fizikasi haqida xulosa qilinadi. Xulosa qilinishda ham avvalo talabalar fikri inobatga olinadi.

Talaba boshlang‘ich gipotezasi tasdiqlangan yoki rad etilganini asoslaydi.

Bu yondashuv tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirishga xizmat qiladi. PhET metodik tavsiyalarida ham simulyatsiyadan maksimal foyda olish uchun talabalarga ma’lum darajada mustaqillik berish, ularni o‘zgaruvchilarni boshqarish va savollarga javob izlashga yo‘naltirish muhimligi ta’kidlanadi [3].

Raqamli simulyatsiyalarning samaradorligi ulardan qanday metodika asosida foydalanishga bog‘liq. Simulyatsiyani faqat o‘qituvchi namoyish qilishi talabani passiv kuzatuvchiga aylantirishi mumkin.

Shuning uchun «bashorat – kuzatish – muhokama – xulosa» modeli maqbul hisoblanadi. Masalan, o‘qituvchi elektronning energetik zonadan zonaga o‘tishini namoyish qilishdan oldin talabalardan natijani bashorat qilishni so‘raydi. Keyin simulyatsiyada eksperiment bajariladi va natija talabalarning dastlabki fikrlari bilan taqqoslanadi.

Qattiq jismlar fizikasini raqamli texnologiyalar asosida o‘qitish quyidagi natijalarga olib kelishi mumkin:

- fizik hodisalarning mikroskopik mexanizmini vizual tushunish;
- nazariya va eksperiment o‘rtasidagi bog‘liqlikni kuchaytirish;
- talabalarning mustaqil ishlashini rag‘batlantirish;
- fizik modellashtirish ko‘nikmalarini rivojlantirish;
- grafik va jadvallar bilan ishlash kompetensiyasini shakllantirish;
- muammoli va tadqiqotchilik faoliyatini kuchaytirish;
- tezkor raqamli baholash imkoniyatini yaratish;
- bo‘lajak fizika o‘qituvchilarining raqamli pedagogik kompetensiyalarini rivojlantirish.

PhET yoki boshqa simulyatsiyalar materiallarida faqat ko‘rgazmali vosita sifatida emas, balki talabalarning savol berish, gipoteza tekshirish va ilmiy fikrlash jarayonini qo‘llab-quvvatlovchi muhit sifatida tavsiflanadi.

Pedagogika oliy ta’lim muassasalarida qattiq jismlar fizikasini o‘qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish ta’lim jarayonining mazmuni, metodikasi va natijalarini takomillashtirish uchun muhim imkoniyatlarni yaratadi. Ayniqsa, kompyuter modellashtirish, interaktiv simulyatsiyalar, virtual laboratoriyalar,

multimedia va raqamli baholash vositalari mikroskopik fizik jarayonlarni vizuallashtirish va talabalarning faol bilish faoliyatini tashkil etishda katta ahamiyatga ega.

Raqamli texnologiyalarning pedagogik samaradorligi ularning texnik imkoniyatlaridan emas, balki aniq didaktik maqsadga muvofiq qo‘llanishidan kelib chiqadi. Shuning uchun qattiq jismlar fizikasi mashg‘ulotlarida «raqamli vosita – o‘quv maqsadi – faol talabalar faoliyati – eksperiment – tahlil – baholash» yaxlit tizimiga asoslangan metodikadan foydalanish maqsadga muvofiq.

Bunday yondashuv bo‘lajak pedagoglarning nafaqat qattiq jismlar fizikasi bo‘yicha bilimlarini, balki raqamli ta’lim muhitida ishlash, fizik jarayonlarni modellashtirish, eksperiment natijalarini tahlil qilish va mustaqil pedagogik qarorlar qabul qilish kompetensiyalarini ham rivojlantiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. M.Djorayev, E.Qalandarov, E.Xujanov Fizika o‘qitish metodikasi: pedagogika oliy o‘quv yurtlari uchun o‘quv qo‘llanma. – Toshkent “Brok class servis” 2023
2. E.K. Kalandarov, O‘.N. Xushvaqtov Qattiq jismlar fizikasi: pedagogika oliy o‘quv yurtlari uchun o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: Zuxra baraka biznes, 2023
3. PhET Interactive Simulations. *Teaching with PhET: Active Learning and Simulation-Based Teaching*. PhET

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В УЗБЕКИСТАНЕ: ИСТОРИЧЕСКИЙ ПУТЬ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Каландаров Эргаш Киличович[1], Файзуллаева Одинабону Бахромовна[2], Абдухалилова Олтиной Шовқиддин қизи[2]
[1] Доцент кафедры физики НПУУз имени Низами, к.ф.-м.н.
[2] Магистрантка НПУУз имени Низами

Аннотация. В статье рассматривается развитие методики преподавания физики в Узбекистане от второй половины XX века до современного этапа. Анализируются особенности обучения физике в советский период, становление национальной системы образования после 1991 года и методические изменения XXI века: компетентностный и деятельностный подходы, цифровизация, STEM-образование, проектное и исследовательское обучение. Показано, что современная методика развивается в направлении интеграции фундаментальных знаний, практической деятельности, цифровых технологий и инженерного мышления.

Ключевые слова: физика, методика преподавания физики, Узбекистан, физический эксперимент, компетентностный подход, STEM, цифровизация, естественнонаучная грамотность.

Физика формирует научное мировоззрение, логическое и критическое мышление, умение устанавливать причинно-следственные связи и одновременно служит фундаментом инженерных, технических и энергетических направлений. Развитие методики её преподавания связано с изменениями в обществе, науке и системе образования: меняются цели обучения, а вместе с ними содержание, методы, роль учителя и ученика. В Узбекистане можно выделить три этапа этого развития: советский период, становление национальной системы образования после 1991 года и современный этап цифровой и компетентностной трансформации.

Цель статьи – рассмотреть основные этапы развития методики преподавания физики в Узбекистане и определить особенности современного этапа.

Во второй половине XX века образование Узбекистана развивалось в рамках единой советской системы: содержание физического образования определялось общими государственными планами и программами. Физика рассматривалась не только как совокупность знаний, но и как основа политехнической подготовки, связывающей законы природы с техникой и производством.

Формировалась научно-методическая база. Исследования по методике физики велись в Узбекском НИИ педагогических наук имени Т. Н. Кары-Ниязова; в 1980 г. в Ташкенте вышел сборник «Вопросы преподавания физики и математики в школе» [1]. Учителей физики готовили в педагогических институтах и университетах, где изучались общая и теоретическая физика, педагогика, психология и методика преподавания. В Национальном университете Узбекистана кафедра методики преподавания физики была создана в 1976 г. [2], что свидетельствует об оформлении методики как самостоятельного научно-педагогического направления.

После обретения независимости в 1991 г. перед страной встала задача создания национальной модели образования. Ключевым этапом стала Национальная программа по подготовке кадров 1997 г.: она предусматривала реформирование содержания образования, разработку государственных образовательных стандартов, создание нового поколения учебно-методических комплексов, повышение квалификации педагогов и информатизацию образовательного процесса [3].

Обучение строилось на систематическом изучении физических понятий, законов и теорий. Типичный урок включал проверку изученного, объяснение нового материала, демонстрацию опыта, закрепление, решение задач и домашнее задание. Ведущая роль принадлежала учителю; ученик преимущественно воспринимал и воспроизводил информацию, хотя элементы самостоятельной работы и проблемных задач уже использовались.

Эксперимент и лабораторные работы. Демонстрационные опыты и лабораторные работы занимали центральное место: учащиеся наблюдали явления, пользовались приборами, выполняли измерения и расчёты, сравнивали опытные и теоретические результаты, формулировали выводы. Современная методика превращает такой эксперимент в исследование, в котором ученик сам формулирует вопрос, выбирает способ измерения и анализирует данные.

Решение задач. Задачи служили закреплению законов, формированию навыков математического описания процессов и подготовке к контролю. Сложились их основные типы: расчётные, качественные, графические, экспериментальные и комбинированные. Задача выполняла и обучающую функцию: ученик определял величины, устанавливал связи, выбирал закон и выполнял преобразования.

Политехническая направленность. Изучение механики связывали с машинами и механизмами, электричества – с электрическими цепями и приборами, тепловых явлений – с принципами работы двигателей. В Узбекском НИИ педагогических наук С. С. Азизова посвятила диссертационное исследование 1991 г. методическим основам политехнического образования учащихся сельской школы при обучении физике [4]. Это показывает, что наука рассматривала связь физического образования с конкретными условиями обучения.

В начале XXI века на первый план выходит не только объём усвоенных знаний, но и способность самостоятельно их использовать. Логика обучения меняется: знание → понимание → применение → анализ → исследование → самостоятельное решение проблемы. Методика ориентируется на деятельностный и компетентностный подходы.

Компетентностный подход. Результат обучения определяется тем, может ли ученик применить закон в новой ситуации. Например, вместо определения теплопроводности можно предложить объяснить, почему металлическая поверхность кажется холоднее деревянной при одинаковой температуре, или исследовать бытовую электрическую цепь и предложить способы безопасного использования приборов. Так развиваются функциональная и естественнонаучная грамотность.

Проблемное и исследовательское обучение. Учитель не всегда сообщает готовый ответ, а ставит вопрос, требующий гипотезы и исследования, например: «От каких факторов зависит период колебаний маятника?» Учащиеся сами определяют параметры, проводят измерения, обрабатывают данные и делают вывод; физическое содержание усваивается вместе с методами научного познания.

Цифровые технологии. Компьютерные симуляции, цифровые лаборатории, видеодемонстрации и онлайн-ресурсы позволяют моделировать процессы, строить графики, обрабатывать результаты опытов, визуализировать невидимые явления, проводить виртуальные

лабораторные работы и оперативный контроль. Однако цифровые средства не должны заменять реальный эксперимент: важно сочетать виртуальное моделирование с практической работой на реальных приборах.

Подготовка учителей. Современная подготовка требует сочетания предметных знаний, педагогических знаний и цифровой и исследовательской компетентности. Примером служит учебное пособие М. Джораева «Физика ўқитиш методикаси» (2017), где рассматриваются содержание и задачи преподавания физики, организация учебной деятельности студентов и теоретико-методическая подготовка будущих учителей [5]. Методическая подготовка выходит за рамки традиционных форм урока и включает организацию самостоятельной, экспериментальной и исследовательской деятельности учащихся.

Правовую основу современного этапа составляют Закон «Об образовании» 2020 г. [6] и постановление Кабинета Министров от 27 марта 2024 г. № 157, установившее усовершенствованный порядок разработки и внедрения государственных образовательных стандартов и требований [7]. Показательно участие страны в международном исследовании PISA: по данным ОЭСР, в PISA 2025 учащиеся Узбекистана получили 438 баллов по естественнонаучной грамотности (среднее по странам ОЭСР – 482), что на 83 балла выше результата 2022 г. [8]. Для методики физики это важно, поскольку естественнонаучная грамотность предполагает умение использовать научные знания для объяснения явлений, интерпретации данных и решения проблем.

STEM-подход. Физика естественно связана с математикой, технологиями и инженерией, поэтому STEM позволяет соединять изучение законов с проектированием и решением технических задач. В регионах страны создаются инженерные школы при Агентстве специализированных образовательных учреждений: приём в них конкурсный, обучение по пятилетней программе на основе STEM-модели, с опорой на опыт Университета Нового Узбекистана и школы имени Мирзо Улугбека [9]. Проект «STEM в среднем образовании», реализуемый при поддержке Азиатского банка развития, предусматривает модернизацию научных лабораторий и ИКТ-оснащения в 200 школах, апробацию междисциплинарных STEM-классов для 5–11 классов и обновление подготовки учителей [10]. Это усиливает экспериментальную и практическую составляющую обучения физике.

Проектная деятельность. Урок физики всё чаще строится вокруг проекта: учащиеся могут исследовать эффективность способов теплоизоляции, работу солнечной панели, энергопотребление бытовых приборов, движение тела по видеозаписи или способы уменьшения тепловых потерь здания. Физика при этом объединяется с математикой, информатикой и технологией.

Роли учителя и учащегося. Учитель становится организатором, консультантом и руководителем учебного исследования, а учащийся – активным участником и исследователем. Традиционные методы (объяснение, решение задач, демонстрационный эксперимент, контроль знаний) сохраняют значение; меняется их соотношение и место в процессе обучения.

Дальнейшее развитие методики связано с пятью направлениями: укреплением экспериментальной базы школ, поскольку физику нельзя полноценно преподавать только через формулы; развитием цифровых лабораторий и компьютерного моделирования, позволяющих исследовать процессы, трудно воспроизводимые в школьном кабинете; развитием STEM-подхода и связи физики с техническими дисциплинами; повышением квалификации учителей; использованием заданий, ориентированных на естественнонаучную грамотность, то есть на применение знаний за пределами стандартной учебной задачи.

Во второй половине XX века основой методики было систематическое усвоение знаний, демонстрационный и лабораторный эксперимент, решение задач и связь физики с техникой и производством; формировались научно-методическая школа и система подготовки учителей. После 1991 г., прежде всего благодаря Национальной программе 1997 г., создавалась национальная система образования. В XXI веке методика смещается от преимущественно репродуктивной модели к деятельностному, компетентностному и исследовательскому обучению, а современный этап отмечен развитием STEM-образования, инженерной направленности и естественнонаучной грамотности.

Современные подходы не отменяют фундаментальных основ классической методики: объяснение, эксперимент, решение задач и систематическое изучение теории дополняются исследовательскими, цифровыми и проектными формами деятельности. Именно сочетание фундаментальности, практической направленности и современных технологий определяет дальнейшее развитие методики преподавания физики в Узбекистане.

Список использованной литературы

1. Узбекский научно-исследовательский институт педагогических наук им. Т. Н. Кары-Ниязова. Вопросы преподавания физики и математики в школе. – Ташкент, 1980. Библиографическая запись: Российская государственная библиотека, https://search.rsl.ru
2. Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека. История развития кафедры общей физики и методики преподавания физики. https://nuu.uz
3. Национальная программа по подготовке кадров: утв. Законом Республики Узбекистан от 29 августа 1997 г. № 463-I. https://lex.uz/docs/19769

4. Азизова С. С. Методические основы политехнического образования учащихся в процессе преподавания физики в сельской школе: автореф. дис. – Ташкент, 1991. http://nauka-pedagogika.com

5. Джораев М. Физика ўқитиш методикаси: ўқув қўлланма. – Гулистон: Гулистон давлат университети, 2017. – 256 б. https://library.ziyonet.uz

6. Закон Республики Узбекистан «Об образовании» от 23 сентября 2020 г. № ЗРУ-637. https://lex.uz/acts/5013009

7. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 27 марта 2024 г. № 157 «О мерах по совершенствованию порядка разработки и внедрения государственных образовательных стандартов и государственных образовательных требований». https://www.lex.uz/ru/docs/6854220

8. OECD. Education GPS: Uzbekistan – Student performance (PISA 2025). https://gpseducation.oecd.org/CountryProfile?primaryCountry=UZB&topic=PI

9. Президент Республики Узбекистан. О реформах системы образования: создание инженерных школ на основе STEM-модели. 2025. https://president.uz/en/lists/view/8468

10. Asian Development Bank. Science, Technology, Engineering and Mathematics in Secondary Education Project (54031-001). https://www.adb.org/projects/54031-001/main

FIZIKA VA ASTRONOMIYANI RAQAMLI TRANSFORMATSIYA DAVRIDA RIVOJLANTIRISH: MUAMMOLI MASALALAR VA ULARNING INNOVATSION YECHIMLARI

Kalandarov Ergash Kilichovich[1], Yoqubova Himoyatxon Ботирали qizi[2]

[1]Nizomiy nomidagi O‘zMPU fizika kafedrasi dotsenti, f.-m.f.n.

[2]Nizomiy nomidagi O‘zMPU fizika va astronomiya ta’lim yo‘nalishi talabasi

Annotatsiya: Maqolada fizika va astronomiyada kechayotgan raqamli transformatsiya – sun'iy intellekt, mashinali o‘rganish, big data va bulutli hisoblashning ilmiy amaliyotga ta’siri – tahlil qilingan. Vera C. Rubin observatoriyasi va LIGO–Virgo–KAGRA tarmog‘i misolida dolzarb muammolar (ma’lumotlar hajmi, algoritmlar izohlanuvchanligi, kadrlar tanqisligi) va ularning xalqaro tajribadagi yechimlari ko‘rib chiqilgan. Amaliy natija sifatida muallif ishlab chiqqan, 8 ta interaktiv laboratoriya ishini o‘z ichiga olgan “Virtual Fizika Laboratoriyasi” platformasi taqdim etilgan.

Kalit so‘zlar: raqamli transformatsiya, sun'iy intellekt, mashinali o‘rganish, astrofizika, big data, gravitatsion to‘lqinlar, virtual laboratoriya, fizika ta’limi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 4-iyuldagi PQ-200-son qarorida yuqori ta’lim, fan va innovatsiyalar sohasida davlat boshqaruvini samarali tashkil etish vazifalari belgilab berilgan [7]. Bu vazifalarni amalga oshirishda aniq fanlar, jumladan fizika va astronomiya sohasidagi ilmiy tadqiqotlarni raqamlashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. So‘nggi o‘n yillikda kuzatuv asboblari, tezlatgichlar va kosmik teleskoplarning texnik imkoniyatlari sezilarli darajada ortdi, natijada ilmiy tadqiqotlar jarayonida yig‘iladigan ma’lumotlar hajmi eksponensial tarzda o‘sib bormoqda.

Raqamli transformatsiya tushunchasi ostida nafaqat ma’lumotlarni raqamli ko‘rinishga o‘tkazish, balki sun'iy intellekt, mashinali o‘rganish, kvant hisoblash va bulutli infratuzilma kabi zamonaviy texnologiyalarni ilmiy tadqiqot jarayonining barcha bosqichlariga – ma’lumot yig‘ishdan tortib, natijalarni talqin qilishgacha – integratsiya qilish tushuniladi. Maqolaning maqsadi – zamonaviy fizika va astronomiya tadqiqotlarida raqamli transformatsiyaning asosiy yo‘nalishlarini tahlil qilish, ushbu jarayonda yuzaga kelayotgan dolzarb muammolarni aniqlash hamda ularni bartaraf etishga qaratilgan innovatsion yechimlarni xalqaro tajriba misolida yoritish, shuningdek muallif tomonidan ishlab chiqilgan amaliy natijani – “Virtual Fizika Laboratoriyasi” platformasini – taqdim etishdan iborat.

a). *Zamonaviy fizika va astronomiyada raqamli transformatsiyaning asosiy yo‘nalishlari*

Bugungi kunda raqamli transformatsiya bir necha yo‘nalishda rivojlanmoqda: (a) ma’lumotlarni tahlil qilish, klassifikatsiya va signal aniqlashda sun'iy intellekt hamda mashinali o‘rganishning qo‘llanilishi; (b) katta hajmdagi ma’lumotlar uchun bulutli hisoblash va taqsimlangan infratuzilmalar – bu bo‘yicha CERN’ning taqsimlangan hisoblash tajribasi namunaviy hisoblanadi [8]; (v) murakkab jarayonlarni modellashtirish uchun raqamli egizaklar (digital twin) va superkompyuter klasterlaridan foydalanishning kengayishi.

Astronomiyada bu tendensiya ayniqsa yaqqol namoyon bo‘lmoqda. Chilida qurilgan Vera C. Rubin observatoriyasining LSST dasturi doirasida har kecha o‘n terabaytdan ortiq tasvir yig‘iladi, o‘n yillik kuzatuv davomida esa yuzlab petabaytga yetadigan ma’lumot shakllanishi kutilmoqda [4]. Bunday hajmni inson kuchi bilan qayta ishlash mumkin emasligi sababli, haqiqiy hodisalarni yolg‘on signallardan ajratishda mashinali o‘rganish zaruriyatga aylanmoqda; bu ma’lumotlarning indekslanishida NASA ADS kabi platformalar muhim rol o‘ynaydi [5].

Nazariy va eksperimental fizikada ham xuddi shunday jarayon kuzatilmoqda – LIGO, Virgo va KAGRA interferometrik detektorlar tarmog‘ida

yig‘ilayotgan signallarni tahlil qilishda chuqur neyron tarmoqlar an’anaviy moslashtirilgan filtrlash (matched filtering) usuliga muqobil yoki to‘ldiruvchi vosita sifatida qo‘llanilmoqda [1–3]: ular real vaqtda signal aniqlash va ko‘p kanalli (multi-messenger) kuzatuvlarni tezlashtiradi [2], aniqligi esa an’anaviy usul bilan bevosita solishtirilgan [3].

в). *Dolzarb ilmiy-texnik muammolar*. Raqamli transformatsiya jarayonida bir qator jiddiy muammolar yuzaga kelmoqda. Birinchidan, ma’lumotlar hajmining keskin o‘sishi va ularni saqlash, uzatish hamda qayta ishlash uchun zarur infratuzilma xarajatlarining ortishi – masalan, Rubin observatoriyasi kabi loyihalar bitta ilmiy dastur doirasida yuzlab petabayt ma’lumot generatsiya qiladi [4]. Ikkinchidan, sun'iy intellekt algoritmlarining “qora quti” (black box) xususiyati – chuqur o‘rganish modellari yuqori aniqlik ko‘rsatsa-da, ularning qaror qabul qilish mexanizmini fizika qonunlari asosida izohlash hamon dolzarb metodologik muammo bo‘lib qolmoqda.

Uchinchidan, fizika-astronomiya bilimi bilan bir qatorda dasturlash va ma’lumotlar fani bo‘yicha malakali interdisciplinar kadrlar tanqisligi sezilmoqda. To‘rtinchidan, ilmiy markazlar yig‘gan ma’lumotlarning format va standart farqlari xalqaro hamkorlikni murakkablashtiradi – ochiq arxivlar (arXiv) buni qisman yumshatadi [6]. Beshinchidan, yirik hisoblash klasterlari sezilarli energiya sarfini talab qilib, tadqiqotlarning ekologik barqarorligi masalasini keltirib chiqaradi.

c). *Innovatsion yechimlar va xalqaro tajriba.* Yuqoridagi muammolarni bartaraf etishga qaratilgan innovatsion yondashuvlar xalqaro ilmiy amaliyotda o‘zini oqlamoqda. Gravitatsion to‘lqinlar sohasidagi so‘nggi tahliliy sharhlarga ko‘ra, mashinali o‘rganish usullari LIGO–Virgo–KAGRA tarmog‘ida detektor shovqinini kamaytirish, signallarni real vaqtda aniqlash va astrofizik parametrlarni tezkor baholashda samarali qo‘llanilmoqda, bunda hisoblash tezligi an’anaviy usullardan sezilarli ustunlikka ega [1, 2]. Vera C. Rubin observatoriyasi misolida esa ma’lumotlarni real vaqt rejimida saralovchi “xabar brokerlari” va mashinali o‘rganishga asoslangan klassifikatsiya tizimlari ishlab chiqilgan bo‘lib, ular millionlab signal orasidan ilmiy jihatdan qiziqarli hodisalarni avtomatik ajratib oladi [4].

Hisoblash infratuzilmasi muammosini yechishda bulutli texnologiyalar va CERN kabi markazlarning taqsimlangan hisoblash tajribasi [8], algoritmlar izohlanuvchanligi muammosida esa “izohlanuvchi sun'iy intellekt” (explainable AI) yo‘nalishi samarali qo‘llanilmoqda. Kadrlar tayyorlash bo‘yicha esa oliy ta’limda ma’lumotlar fani va sun'iy intellekt asoslarini o‘z ichiga olgan interdisciplinar o‘quv dasturlarini joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Mualliflar tomonidan ishlab chiqilgan “Virtual Fizika Laboratoriyasi” platformasi misolida

Ta’lim jarayonini raqamlashtirishning amaliy misoli sifatida muallif tomonidan HTML5, CSS3 va JavaScript texnologiyalari asosida ishlab chiqilgan “Virtual Fizika Laboratoriyasi” veb-platformasini keltirish mumkin. Platforma

mexanika, optika, molekulyar fizika va termodinamika, atom va yadro fizikasi bo‘yicha jami 8 ta interaktiv virtual laboratoriya ishini o‘z ichiga oladi

(1-jadval)

№	Bo‘lim	Laboratoriya ishi	Asosiy qonun / tenglama
1	Mexanika	Matematik va prujinali mayatnik tebranishlari	Gyuigens formulasi, Guk qonuni
2	Mexanika	Gorizontga burchak ostida otilgan jism harakati (ballistika)	Nyuton qonunlari, kinematika
3	Optika	Yorug‘likning sinishi, qaytishi va to‘la ichki qaytish	Snellius qonuni
4	Optika	Yupqa linzada tasvir hosil bo‘lishi	Yupqa linza formulasi
5	Termodinamika	Ideal gaz izojarayonlari va turli gazlar kinetikasi	Mendeleyev–Klapeyron tenglamasi
6	Termodinamika	Termodinamikaning 1-qonuni va Karno sikli	$Q = \Delta U + A$, Karno FIKi
7	Atom-yadro fizikasi	Fotoeffekt hodisasi va Eynshteyn tenglamasi	Eynshteyn fotoeffekt tenglamasi
8	Atom-yadro fizikasi	Radioaktiv yemirilish qonuni va yarim yemirilish davri	$N(t) = N_0 \cdot 2^{(-t/T_{1/2})}$

1-jadval. “Virtual Fizika Laboratoriyasi” platformasidagi laboratoriya ishlari ro‘yxati.

Platforma yagona uslubiy tuzilma bo‘yicha loyihalashtirilgan: tadqiqot maqsadi va tegishli fizik qonun (formula, tushuntirish bilan) → virtual uskunalar va bosqichma-bosqich yo‘riqnoma → parametrlarni real vaqt rejimida o‘zgartirish orqali yangilanuvchi canvas-grafika va animatsiya (masalan, mayatnik tebranishini Yer, Oy, Mars, Yupiter gravitatsiyasida solishtirish) → tajribaviy va nazariy qiymatlarni solishtirib nisbiy xatoni avtomatik hisoblovchi elektron jadval → bilimni mustahkamlash uchun test savollari. Ushbu tuzilma fizika ta’limida qo‘llaniladigan “nazariya → amaliyot → o‘z-o‘zini nazorat qilish” pedagogik siklini raqamli muhitda takrorlaydi va an’anaviy laboratoriyaning moddiy-texnik cheklovlarini (qimmat uskunalar, xavfsizlik talablari, vaqt taqchilligi) bartaraf etib, masofaviy ta’limda ham sifatli amaliyot olib borish imkonini beradi.

Platformaning ta’lim samaradorligini miqdoriy baholash – talabalar guruhlari ishtirokida pedagogik eksperiment o‘tkazish va natijalarni an’anaviy usul bilan solishtirish – tadqiqotning keyingi bosqichi sifatida rejalashtirilgan; kelgusida platformani sun'iy intellektga asoslangan moslashuvchan test tizimi bilan boyitish ham ko‘zda tutilmoqda.

Xulosa qilib aytganda, raqamli transformatsiya fizika va astronomiya tadqiqotlarining sifati va tezligini tubdan oshirmoqda, biroq ma’lumotlar hajmi, algoritmlar izohlanuvchanligi, kadrlar tayyorlash va infratuzilma xarajatlari kabi muammolarni ham keltirib chiqarmoqda. Bu muammolarni xalqaro hamkorlik, ochiq ma’lumotlar siyosati va interdisciplinar ta’lim orqali kompleks hal etish

mumkin. “Virtual Fizika Laboratoriyasi” platformasi – shu yo‘nalishdagi amaliy natija hisoblanadi. O‘zbekistonda ham fizika-astronomiya ta’limini raqamli transformatsiya talablariga moslashtirish davr talabidir.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Cuoco E. et al. Applications of machine learning in gravitational-wave research with current interferometric detectors // Living Reviews in Relativity. – 2025. – Vol. 28, № 1. – Art. 2.

2. George D., Huerta E. A. Deep neural networks to enable real-time multi-messenger astrophysics // Physical Review D. – 2018. – Vol. 97. – 044039.

3. Gabbard H., Williams M., Hayes F., Messenger C. Matching matched filtering with deep networks for gravitational-wave astronomy // Physical Review Letters. – 2018. – Vol. 120. – 141103.

4. Vera C. Rubin Observatory / Legacy Survey of Space and Time (LSST) rasmiy ilmiy hujjatlari. – URL: https://rubinobservatory.org

5. NASA Astrophysics Data System (ADS). – URL: https://ui.adsabs.harvard.edu

6. arXiv.org ilmiy preprintlar arxivi, astro-ph va physics.comp-ph bo‘limlari. – URL: https://arxiv.org

7. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 4-iyuldagi “Yuqori ta’lim, fan va innovatsiyalar sohasida davlat boshqaruvini samarali tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-200-son Qarori.

8. CERN – yuqori energiyalar fizikasida hisoblash texnologiyalari. – URL: https://home.cern

“ELEKTROMAGNIT INDUKSIYA HODISASI” MAVZUSINI O‘QITISH MUAMMOLARI HAQIDA

Kojakulova Dilyara Turganaliyevna
Chirchiq davlat pedagogika universiteti 1-bosqich magistr talabasi.

Annotatsiya. Ushbu tezisda fizika fanining texnika taraqqiyotida asosiy va muhim fizik hodisalardan biri bo‘lgan elektromagnit induksiya hodisasi, bu mavzuning hozirda o‘qitilish holati, uning o‘quvchi va talabalar tomonidan o‘zlashtirishdagi muammolar tahlil qilinadi. Bu mavzuning o‘zlashtirish samaradorligini oshirishda yangi pedagogik hamda kompyuter texnologilari imkoniyatlaridan foydalanish bo‘yicha tahlil va tavsiyalar tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: elektromagnit induksiya hodisasi, o‘zaro induksiya, o‘zinduksiya, magnit maydoni oqimi, induksion e.yu.k., elektrogenerator, elektrodvigatel, transformator.

Ko‘p yillik kuzatishlar shuni ko‘rsatadiki, “Elektromagnit induksiya hodisasi” mavzusi o‘quvchi va talabalar tomonidan o‘zlashtirilishi qiyin mavzular sirasiga kiradi. Fizika fanini o‘qitishda elektromagnit induksiya mavzusi eng

muhim mavzulardan biri hisoblanadi. Chunki ushbu mavzuda o‘quvchilar magnit maydoni, elektr toki va ularning o‘zaro bog‘liqligini tushunib yetadilar. Shuningdek, generatorlar, transformatorlar, elektr dvigatellari kabi zamonaviy texnika vositalarining ishlash prinsiplari aynan elektromagnit induksiya hodisasiga asoslangan. Shu bois mazkur mavzuni chuqur va ongli o‘zlashtirish fizika ta’limining muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy tushuntirish usuli bilangina ushbu mavzuda yuqori natijaga erishish qiyin. Sababi, elektromagnit induksiya hodisasi ko‘z bilan ko‘rib bo‘lmaydigan fizik jarayon bo‘lib, uni o‘quvchilar tasavvur qilib mazmunini chuqur o‘zlashtirishlari uchun namoyish tajribalari va interfaol metodlar talab etiladi. Shuning uchun ta’lim jarayoniga zamonaviy pedagogik texnologiyalarni joriy etish dolzarb ahamiyatga ega.

Mavzuni o‘qitishda birinchi navbatda Faradey tajribalarini amaliy namoyish qilish maqsadga muvofiq. Doimiy magnitni g‘altak o‘qi bo‘ylab harakatlantirish yoki g‘altakni magnit maydonida siljitish orqali induksion tok hosil bo‘lishini o‘quvchilar o‘z ko‘zi bilan kuzatadilar. Bu esa nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog‘lashga xizmat qiladi va mavzuni yaxshi o‘zlashtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, «Aqliy hujum», «Keys-stadi», «SWOT-tahlil», «Klaster», «Blis-savol», kichik guruhlarda ishlash kabi interfaol metodlardan foydalanish o‘quvchilarning mustaqil fikrlashini, tahlil qilishini va muammoli vaziyatlarga yechim topish qobiliyatini rivojlantiradi. Bunday usullar o‘quvchilarning darsdagi faolligini oshirib, bilimlarni mustahkam o‘zlashtirishga xizmat qiladi.

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish ham ta’lim samaradorligini oshiradi. Kompyuter simulyatsiyalari, animatsiyalar, virtual laboratoriyalar va multimedia taqdimotlari orqali magnit oqimining o‘zgarishi, induksion tok hosil bo‘lishi va Lens qoidasini vizual tarzda tushuntirish mumkin. Bu esa abstrakt tushunchalarni aniq va tushunarli qilib, o‘quvchilarning qiziqishini oshiradi. Dars yakunida testlar, amaliy masalalar, tajriba natijalarini tahlil qilish va refleksiya usullaridan foydalanish orqali o‘quvchilarning bilim darajasi baholanadi. Bu esa o‘qitish sifatini nazorat qilish va keyingi darslarni samarali rejalashtirish imkonini yaratadi.

Elektromagnit induksiya hodisasi mavzusini o‘qitishda interfaol metodlar, namoyish tajribalari, laboratoriya ishlari va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini uyg‘un qo‘llash o‘quvchilarning bilish faolligini oshiradi, nazariy bilimlarning amaliy ahamiyatini anglashga yordam beradi hamda mavzuning o‘zlashtirish samaradorligini sezilarli darajada yuksaltiradi. Shuning uchun mazkur metodik yondashuvlarni fizika darslariga keng joriy etish ta’lim sifatini oshirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi.

Asosiy maqsad yuqorida keltirilgan fikr va takliflarni amalga oshirishdir. Buning uchun Faradeyning elektromagnit induksiya hodisasini Maksvell tenglamalari sistemasi nuqtai nazaridan tahlil qilish, bu hodisaning o‘zaro induksiya va o‘zinduksiya hodisalari bilan umumiyligini yaqqol ko‘rsatib berish, o‘zgaruvchan magnit maydonining o‘zgaruvchan elektr maydonini hosil qilishini

ko‘rgazmali tarzda namoyish qila olish imkoniyatlarini izlash orqali bu hodisani vizuallashtirishni amalga oshirish kabi vazifalarni bajarish lozim. Mavzu bo‘yicha Blum taksonomiyasi asosida 4 ta qiyinchilik darajasiga ega test topshiriqlari ishlab chiqish ham bu mavzuni yanada mustahkamlashda katta ahamiyatga ega. Shunday qilib, zamonaviy kompyuter va pedagogik texnologiyalar asosida ushbu mavzuning yuqori darajada o‘quvchi va talabalar tomonidan o‘zlashtirilishiga erishish mumkin bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

5. Mirzaaxmedov B., G‘ofurov N., Toshmuhammedov F. Fizika o‘qitish metodikasi kursidan o‘quv eksperimenti. – Toshkent. O‘qituvchi, 1989. – 111 b.

2. Nasriddinov K.R., Xudayberdiyev E.N., Azzamova N.B., Samandarov L.Q. Umumiy fizika kursining elektromagnetizm bo‘limidan laboratoriya ishlari. – Toshkent. Malik Print Co, 2022. – 204 b.

3. Nasriddinov K.R., Xudayberdiyev E.N., Azzamova N.B. Nazariy fizika 1. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent.: Sarbon LLS, 2024. –136 b.

4. Nasriddinov K.R., Sultonova O‘.N. Umumiy fizika (Elektr bo‘limi). Darslik. –Termiz.: Termiz publishing center, 2025. – 296 b.

5. Fayziyeva Z.H. The methodology of teaching physics electromagnetism lectures. The American journal of applied sciences, Vol. 3, No. 1, 2021. – P. 104–117.

BOR NAZARIYASIGA YADRO HARAKATINI HISOBGA OLISH BO‘YICHA TUZATMA. ISOTOPIK SILJISH

ChDPU, aniq fanlar fakulteti dotsenti Dusmuratov Mansur Baysoatovich
ChDPU, aniq fanlar fakulteti magistranti Kurbanova Fotima

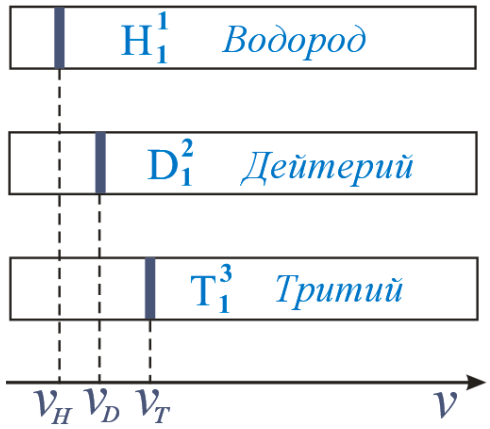
Annotatsiya. *Mazkur tezisda Bor nazariyasiga tuzatmakiritilgan bo‘lib, uning yordamida vodorodsimon atomlar hamda uning barcha izotoplari nurlaydigan spektrlarni tushuntirib berish mumkinligi yoritib berilgan..*

Kalit so‘zlar. *Bor nazariyasi, Ridberg doimiysi, keltirilgan massa, yadro harakati, statsionar holat, izotopik siljish, spektral seriya, atom orbitalari, K-seriya, L-seriya, M-seriya.*

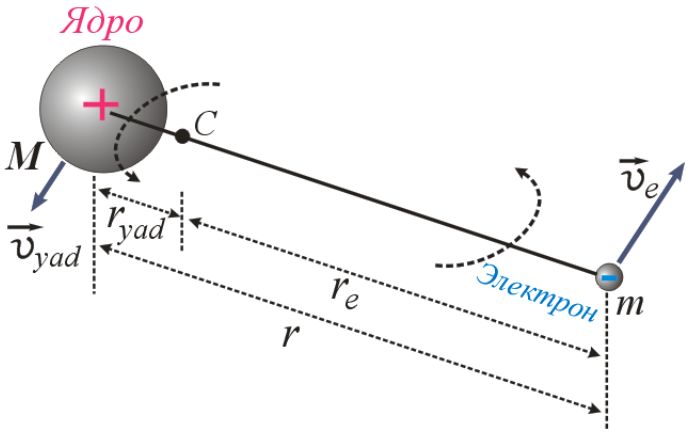
Vodorod spektrini o‘rganishda uning Balmer spektri yonida ozgina siljigan chiziqlar paydo bo‘lar ekan (1-rasm). O‘tkazilgan tadqiqotlar bu qo‘shimcha chiziqlar vodorodning izotoplari deyteriy va tritiyga tegishli ekani ma’lum bo‘ldi. Chunki, sof deyteriy yoki sof tritiy siyrak gazini qizdirganda xuddi shunday siljigan chiziqlar hosil bo‘lar ekan. Ajablanarli hodisaga duch kelindi. Chunki, Bor nazariyasida keltirib chiqarilgan $\nu_{m\to n} = R_{\nu H}\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$ formulaga ko‘ra Ridberg doimiysi $R_{\nu H} = \frac{m_e k^2 e^4}{4\pi\hbar^3} = 3,29423\cdot 10^{15}\,Hz$ ning qiymati vodorodning

uchala izotopi uchun ham bir xil edi. Demak, siljishni tushuntirish uchun e’tiborga olinmagan nimanidir qayta ko‘rib chiqish kerak edi.

Bu esa yadroni harakatini hisobga olishni taqozo etardi. Chunki yadroning massasi har qancha katta bo‘lmasin, baribir yadro va elektron bu sistemaning massalar markazi atrofida harakatlanadi. Buni xuddi Quyosh ham tinch turmasdan Quyosh sistemasining massalar markazi atrofida aylanma harakat qilishiga o‘xshatish mumkin.



1-rasm.



2-rasm.

Vodorod atomi uchun keltirib chiqariladigan barcha formulalarda yadro massasi cheksiz katta deb qaralgan, ya’ni yadro harakati hisobga olinmagan edi. Haqiqatda esa elektron va yadro umumiy massa markazi atrofida aylanadi (2-rasm). Umumiy massa markazi C nuqtadan elektrongacha masofa r_e va yadrogacha masofa r_{yad} desak, elektron va yadro orasidagi masofa

$$r = r_e + r_{yad} \qquad \textbf{(1)}$$

bo‘ladi (2-rasm). Massa markazini aniqlash qoidasiga ko‘ra

$$Mr_{yad} = mr_e \qquad \textbf{(2)}$$

bo‘ladi. (1) va (2) tenglamalarni birga echib

$$r_e = \frac{M}{M+m}r\,, \qquad r_{yad} = \frac{M}{M+m}r \qquad \textbf{(3)}$$

natijani olamiz. Borning 3-postulatiga ko‘ra umumiy massa markaziga nisbatan to‘la impulьs momenti

$$L = M\vartheta_{yad}r_{yad} + m\vartheta_e r_e = n\hbar \qquad \textbf{(4)}$$

kvantlangan bo‘ladi. Yadro va elektronning chiziqli tezliklari mos holda $\vartheta_{yad} = \omega r_{yad}$ va $\vartheta_e = \omega r_e$ ekanini hisobga olsak, (4) tenglama

$$L = M\omega r_{yad}^2 + m\omega r_e^2 = n\hbar \qquad \textbf{(4’)}$$

ko‘rinishga o‘tadi. (4’) tenglamaga (3) ifodalarni qo‘yib, soddalashtirishlardan so‘ng ushbu natija kelib chiqadi:

$$L = \frac{Mm}{M+m}\omega r^2 = n\hbar \qquad \textbf{(5)}$$

(5) tenglamada

$$m^* = \frac{Mm}{M+m} \qquad \textbf{(6)}$$

keltirilgan massa deyiladi. Keltirilgan massani quyidagi ko‘rinishda ham yozish mumkin:

$$m^* = \frac{Mm}{M+m} = \frac{m}{1+\frac{m}{M}} \approx m\left(1-\frac{m}{M}\right) \qquad \textbf{(6')}$$

Demak, (5) tenglamani ushbu

$$L^* = m^*\omega r^2 = n\hbar \qquad \textbf{(5')}$$

ko‘rinishda yozish mumkin ekan. Bu yerda: L^*- impulьs momentning keltirilgan massa orqali berilishi. (5’) ni oldingi mavzudagi $L = m_e\vartheta r = m_e\omega r^2$ taqqoslasak, elektron massasi keltirilgan massa bilan almashtirilar ekan. Agar yadro massasi elektron massasidan juda katta bo‘lsa $(M \gg m)$, keltirilgan massa o‘rniga elektron massasini ishlatish mumkin. Chunki bunda

$$m^* = \frac{Mm}{M+m} \approx m \qquad \textbf{(7)}$$

bo‘ladi. Masalan, oldingi paragraf uchun oladigan bo‘lsak, vodorod atomi yadrosi faqat bitta protondan iborat va $m_p = 1836{,}1m_e$ ekanini e’tiborga olinsa, keltirilgan massa

$$m^* = \frac{Mm}{M+m} = \frac{m_p m_e}{m_p+m_e} = \frac{1836{,}1}{1837{,}1}m_e = 0{,}9994556m_e \approx m_e \qquad \textbf{(8)}$$

bo‘ladi.

Vodorodsimon atomlar uchun oldingi paragrafda keltirib chiqarilgan formulalarning qaysilarida elektron massasi qatnashgan bo‘lsa, uning joyiga keltirilgan massani qo‘yish to‘g‘riroq natijaga olib keladi. Shulardan bir nechtasini ko‘rib chiqaylik:.

1) Vodorodsimon atomlar uchun yadro harakatini e’tiborga olingan hol uchun 1-Bor radiusi:

$$a^* = r^*_{1.H} = \frac{\hbar^2}{k\,m^*e^2}, \qquad a^* = \left(1+\frac{m_e}{M_{yad}}\right)a = \left(1+\frac{m_e}{M_{yad}}\right)\cdot 0{,}5291 \quad \left[\begin{matrix}0\\A\end{matrix}\right] \qquad \textbf{(9)}$$

2) Vodorodsimon atomlar uchun yadro harakatini e’tiborga olingan hol uchun elektronning 1-Bor orbitasidagi aylanish chastotasi:

$$\nu^*_{1.H} = \frac{m^*k^2e^4}{2\pi\hbar^3}, \quad \nu^*_{1.H} = \left(1-\frac{m_e}{M_{yad}}\right)\nu_{1H} = \left(1-\frac{m_e}{M_{yad}}\right)\cdot 6{,}58846\cdot 10^{15} \quad [Hz] \qquad \textbf{(10)}$$

3) Vodorodsimon atomlar uchun yadro harakatini e’tiborga olingan hol uchun elektronning 1-Bor orbitasidagi to‘la energiyasi:

$$E^*_{1H} = -\frac{m^*k^2e^4}{2\hbar^2}, \quad E^*_{1H} = \left(1-\frac{m_e}{M_{yad}}\right)E_{1H} = -\left(1-\frac{m_e}{M_{yad}}\right)\cdot 13{,}6252 \ [eV] \qquad \textbf{(11)}$$

4) Vodorodsimon atomlar uchun yadro harakatini e’tiborga olingan hol uchun chastotali va to‘lqin uzunlikli Ridberg doimiylari:

$$R^*_{\nu H} = \frac{m^* k^2 e^4}{4\pi\hbar^3}, \qquad R^*_{\nu H} = \left(1 - \frac{m_e}{M_{yad}}\right) R_{\nu H} = \left(1 - \frac{m_e}{M_{yad}}\right) \cdot 3,29423 \cdot 10^{15} \left[Hz\right]$$

$$R^*_{\lambda H} = \frac{m^* k^2 e^4}{4\pi c\hbar^3}, \qquad R^*_{\lambda H} = \left(1 - \frac{m_e}{M_{yad}}\right) R_{\lambda H} = \left(1 - \frac{m_e}{M_{yad}}\right) \cdot 10980767,12 \quad [m^{-1}]$$

(12)

Xususan, vodorodning H_1^1, H_1^2, H_1^3 izotoplari uchun Ridberg doimiysining qiymatlarini hisoblaymiz. Bunda proton massasi $m_p = 1836,1 m_e$ va neytron massasi $m_n = 1838,6 m_e$ bo‘lishini e’tiborga olamiz.

$$R^*_{\nu H} = \left(1 - \frac{m_e}{m_p}\right) R_{\nu H} = \frac{1835,1}{1836,1} \cdot 3,29423 \cdot 10^{15} = 3,29244 \cdot 10^{15} \left[Hz\right]$$

$$R^*_{\nu D} = \left(1 - \frac{m_e}{m_p + m_n}\right) R_{\nu H} = \frac{3673,7}{1836,1 + 1838,6} \cdot 3,29423 \cdot 10^{15} = 3,29333 \cdot 10^{15} \left[Hz\right]$$

$$R^*_{\nu T} = \left(1 - \frac{m_e}{m_p + 2m_n}\right) R_{\nu H} = \frac{5512,3}{1836,1 + 2 \cdot 1838,6} \cdot 3,29423 \cdot 10^{15} = 3,29363 \cdot 10^{15} \left[Hz\right]$$

(13)

Yuqoridagi kattaliklardan ularning farqlarini hisoblash mumkin.

$$\begin{aligned} R^*_{\nu D} - R^*_{\nu H} &= 8,9 \cdot 10^{11} \left[Hz\right], \\ R^*_{\nu T} - R^*_{\nu H} &= 1,19 \cdot 10^{12} \left[Hz\right], \\ R^*_{\nu T} - R^*_{\nu D} &= 3 \cdot 10^{11} \left[Hz\right] \end{aligned} \qquad \textbf{(14)}$$

5) Turli o‘tishlarda chiqadigan nurlanish chastotasi:

$$\nu^*_{m \to n} = R^*_{\nu H} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right), \qquad \nu^*_{m \to n} = \left(1 - \frac{m_e}{M_{yad}}\right) \nu_{m \to n} \left[Hz\right] \qquad \textbf{(15)}$$

Yuqoridagi (14) va (15) formuladan ko‘rinadiki, yadro harakatini hisobga olganda Ridberg doimiysi biroz kichrayar ekan. Bu degani har bir o‘tishdagi nurlanadigan to‘lqin chastotalari ham yadro harakatini hisobga olganda kichikroq chiqadi deganidir. Vodorod atomi uchun chiqarilgan seriyalardagi chastotalar ham aslida biroz kichikroq bo‘lish kerak ekan.

Vodorodning turli izotoplari uchun seriyalarni sanab o‘tamiz.

Layman seriyasi

$$\nu^* = R^*_{\nu H}\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{m^2}\right), \quad \nu^* = R^*_{\nu D}\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{m^2}\right), \quad \nu^* = R^*_{\nu T}\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{m^2}\right), \quad m = 2, 3, 4, \ldots$$

(16)

Balmer seriyasi

$$\nu^* = R^*_{\nu H}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ \nu^* = R^*_{\nu D}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ \nu^* = R^*_{\nu T}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ m = 3, 4, 5, \ldots \quad \textbf{(17)}$$

Pashen seriyasi

$$\nu^* = R^*_{\nu H}\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ \nu^* = R^*_{\nu D}\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ \nu^* = R^*_{\nu T}\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ m = 4, 5, 6, \ldots \quad \textbf{(18)}$$

Breket seriyasi

$$\nu^* = R^*_{\nu H}\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ \nu^* = R^*_{\nu D}\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ \nu^* = R^*_{\nu T}\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ m = 5,\ 6, 7, \ldots \quad \textbf{(19)}$$

Pfund seriyasi

$$\nu^* = R^*_{\nu H}\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \nu^* = R^*_{\nu D}\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ \nu^* = R^*_{\nu T}\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ m = 6, 7, 8, \ldots \quad \textbf{(20)}$$

Xemfri seriyasi

$$\nu^* = R^*_{\nu H}\left(\frac{1}{6^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ \nu^* = R^*_{\nu D}\left(\frac{1}{6^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ \nu^* = R^*_{\nu T}\left(\frac{1}{6^2} - \frac{1}{m^2}\right),\ \ m = 7, 8, 9, \ldots \quad \textbf{(21)}$$

Vodorod atomining H_1^1, H_1^2, H_1^3 izotoplari Balmer seriyalarining to‘rtta ko‘rinuvchi spektri uchun chastota va to‘lqin uzunliklar jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Oddiy vodorodning Balьmer seriyasi				
O‘tish	3→2	4→2	5→2	6→2
Chastota, $[THz]$	457,283	617,332	691,412	731,653
To‘lqin uzunlik $[\overset{0}{A}]$	6560,488	4859,622	4338,947	4100,304
Deyteriyning Balmer seriyasi				
Chastota, $[THz]$	457,407	617,499	691,599	731,851
To‘lqin uzunlik $[\overset{0}{A}]$	6558,71	4858,307	4337,774	4099,195
Tritiyning Balmer seriyasi				
Chastota, $[THz]$	457,449	617,555	691,662	731,918
To‘lqin uzunlik $[\overset{0}{A}]$	6558,108	4857,867	4337,379	4098,820

Quyidagi jadvalda esa har bir o‘tishdagi chastota va to‘lqin uzunliklari orasidagi farqlar berilgan.

2-jadval

Oddiy vodorod va deyteriyning Balmer seriyalari farqi				
O‘tish	3→2	4→2	5→2	6→2
$\nu_D - \nu_H$, $[THz]$	0,124	0,167	0,187	0,198
$\lambda_H - \lambda_D$, $[\overset{0}{A}]$	1,778	1,315	1,173	1,109
Oddiy vodorod va tritiyning Balmer seriyalari farqi				
$\nu_T - \nu_H$, $[THz]$	0,166	0,223	0,250	0,265
$\lambda_H - \lambda_T$, $[\overset{0}{A}]$	2,38	1,755	1,568	1,484
Deyteriy va tritiyning Balmer seriyalari farqi				
$\nu_T - \nu_D$, $[THz]$	0,042	0,056	0,063	0,067
$\lambda_D - \lambda_T$, $[\overset{0}{A}]$	0,602	0,440	0,395	0,375

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, yadro zaryadi Z o‘zgarmagan holda ham yadro massasi o‘zgarganda turli o‘tishlarda nurlanadigan foton chastotasi va to‘lqin uzunligida o‘zgarish, ya’ni siljish bo‘lar ekan. Yadro zaryadi o‘zgarmasdan uning massasi ortganda nurlanadigan foton chastotasi ortib, to‘lqin uzunlik esa kamayadi. Ana shu hodisaga ***izotopik siljish*** deyiladi. Izotopik siljish tufayli turli izotoplarning spektr chiziqlari o‘rganiladi. Aynan Bor nazariyasidan yadro harakatini hisobga olgan holda foydalanish orqali barcha vodorodsimon atomlar va ularning izotoplari spektrlaridagi siljishlarni aniqlash mumkin bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Ғ.Ҳ.Ҳошимов, Р.Я.Расулов, Н.Ҳ.Йўлдошев. Квант механикаси асослари. “Ўқитувчи” нашриёти. Тошкент.: 1995, 375 б.
2. Д.И.Блохинцев. Основы квантовой механики. Издательство “Наука”. Москва.: 1976, 664 стр.
3. А.С.Давыдов. Квантовая механика. Издательство “Наука”. Москва.: 1973г, 673 стр.
4. M. I. Eides and V. A. Shelyuto. Corrections of order to hyperfine splitting and Lamb shift. Physical Review A52 (1995) 954-961. Электронный препринт: hep-ph/9501303.
5. Hydrogen Atom: Precision Physics of Simple Atomic Systems. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2001.

DIRAKNING RELYATIVISTIK TENGLAMASI VA UNING QO‘LLANILISH SOHASINI O‘RGANISH

ChDPU, aniq fanlar fakulteti dotsenti Dusmuratov Mansur Baysoatovich
ChDPU, aniq fanlar fakulteti magistranti Kurbanova Fotima

Annotatsiya. *Mazkur tezisda rlyativistik vaziyatlar uchun yangi Dirak tenglamasining o‘rni, uning ahamiyati va bu tenglamadan foydalanish mumkin bo‘lgan yo‘nalishlar yoritib berilgan..*

Kalit so‘zlar. *Shredinger tenglamasi, Ridberg doimiysi, relyativistik harakat, statsionar holat, Dirak tenglamasi, Kleyn-Gordon tenglamasi, atom orbitalari.*

Ma’lumki, atomlardagi elektronlarning tezliklari nisbatan kichik tezliklarni qabul qiladi. Masalan, He atomidagi elektronlarning tezligi yorug‘lik tezligining 0,02 qismini tashkil etadi. Og‘irroq atomlarning yadroga yaqin ichki qavatlaridagi elektronlar tezligi esa bundan ham katta. Aytaylik, katod materialini elektronlar bilan nurlantirilganda energiyasi $E = 10 - 70\,keV$ bo‘lgan Rentgen nurlari chiqishini hisobga olsak, katod materiali ichki qobiqlaridagi elektronlar ham ana shu tartibdagi kinetik energiyaga deyish mumkin. Ana shunda bu ichki qobiqdagi elektronlarning harakat tezligini $\vartheta \approx 5 \cdot 10^7 - 1{,}3 \cdot 10^8\ m/s$ deb baholaydigan bo‘lsak, bu tezlik yorug‘lik tezligining 0,17-0,4 qismini tashkil etadi xolos. Bunday hollarda relyativistik effektni – massa o‘zgarishini albatta hisobga olish kerak bo‘ladi. Eng avvalo elektron spinga ega bo‘lib, u relyativistik xarakterga ega. Uning tabiatini relyativistik kvant mexanika asosida tushuntiriladi.

Bir qator tajribalarni o‘rganib chiqish natijasida Eynshteyn fazo va vaqt tushunchalari haqida yangi tushunchalar kiritishga majbur bo‘ldi va maxsus nisbiylik nazariyasini yaratdi. Bu ham 2ta prinsipga asoslangan.

1) Eynshteynning nisbiylik prinsipi: tabiatning barcha qonunlari barcha ISSlarda bir xilda ro‘y beradi;

2) Yorug‘lik tezligining doimiylik prinsipi: Yorug‘likning vakuumdagi tezligi tabiatdagi tezliklar ichidagi eng katta tezlik bo‘lib, uning qiymati yorug‘likni nurlovchi manbaning ham qabul qilgichning ham tezligiga bog‘liq emas.

$$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}\ , \quad y = y'\ , \quad z = z'\ , \quad t' = \frac{t - \frac{V}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} \tag{1}$$

Buni Shredinger tenglamasiga qo‘yamiz.

$$\hat{H}\psi = E\psi\ , \qquad E = \frac{P^2}{2m}\ , \quad E \to \hat{E} = i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\ , \quad \vec{p} = \hat{\vec{p}} = -i\hbar\nabla$$

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\psi + U\psi \tag{2}$$

$$E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4 \tag{3}$$

$$\left(i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\right)^2 = c^2(-i\hbar\nabla)^2 + m_0^2c^4$$

$$-\hbar^2\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2} = (-c^2\hbar^2\nabla^2 + m_0^2c^4)\psi \tag{4}$$

(4) ni soddalashtirib quyidagini olamiz:

$$\nabla^2\psi - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2} - k_0^2\psi = 0 \tag{5}$$

Bu yerda: $k_0^2 = \frac{m_0^2c^2}{\hbar^2} = const.$

(5) tenglamani ***Kleyn –Gordon tenglamasi*** deyiladi. Bu tenglama skalyar zarrachalarni ifodalovchi tenglama bo‘lib chiqdi. Skalyar zarracha – bu spini $s = 0$ bo‘lgan zarracha bo‘lib, (5) tenglama spinsiz zarralar uchun o‘rinlidir. Bu tenglama π-mezonlarga to‘g‘ri keladi. Lekin, spinga ega bo‘lgan zarralarni, xususan elektronni tushuntirib bera olmadi.

$$\rho = \frac{e\hbar}{i2mc^2}\left[\psi\frac{\partial\psi^*}{\partial t} - \psi^*\frac{\partial\psi}{\partial t}\right] - \frac{e^2}{mc^2}\psi\psi^* \tag{6}$$

Mavjud bo‘lgan qiyinchiliklarni bartaraf etish uchun izlanayotgan relyativistik to‘lqin tenglamasida vaqt bo‘yicha va koordinata bo‘yicha faqat birinchi tartibli hosilalar qatnashishi kerak. Shu holdagina relyativistik invriant talabini bajarish mumkin. Uchinchidan, superpozitsiya prinsipi o‘rinli ekanidan kelib chiqqan holda ushbu tenglama chiziqli bo‘lish kerak. Mana shu prinsiplarga asoslangan holda erkin zarra harakatini ifodalash uchun Dirak quyidagi tenglamani taklif etdi.

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}=\left(\beta_x'\frac{\partial}{\partial x}+\beta_y'\frac{\partial}{\partial y}+\beta_z'\frac{\partial}{\partial z}+\beta_0\right)\psi \quad \textbf{(7)}$$

Eng asosiysi Dirak taklif etgan bu tenglama chiziqli edi. U buni quyidagicha o‘zagrtirdi:

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}=\left(\beta_x\hat{p}_x+\beta_y\hat{p}_y+\beta_z\hat{p}_z+\hat{\beta}_0\right)\psi \quad \textbf{(8)}$$

$$H=\hat{\beta}_x\hat{p}_x+\hat{\beta}_y\hat{p}_y+\hat{\beta}_z\hat{p}_z+\beta_0 \quad \textbf{(9)}$$

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}=\hat{H}\psi \quad \textbf{(10)}$$

$E^2=p^2c^2+m_0^2c^4$ tenglamadan Gamiltonianni keltirib chiqaramiz.

$$\hat{H}^2=c^2\left(\hat{p}_x^2+\hat{p}_y^2+\hat{p}_z^2\right)+m_0^2c^4 \quad \textbf{(11)}$$

(9) ni kvadratga oshiramiz.

$$\hat{H}^2=\hat{\beta}_x^2\hat{p}_x^2+\hat{\beta}_y^2\hat{p}_y^2+\hat{\beta}_z^2\hat{p}_z^2+\hat{\beta}_0^2+\left(\hat{\beta}_x\hat{\beta}_y+\hat{\beta}_y\hat{\beta}_x\right)\hat{p}_x\hat{p}_y+\left(\hat{\beta}_x\hat{\beta}_z+\hat{\beta}_z\hat{\beta}_x\right)\hat{p}_xz\hat{p}_y+\left(\hat{\beta}_y\hat{\beta}_z+\hat{\beta}_z\hat{\beta}_y\right)\hat{p}_y\hat{p}_z+\left(\hat{\beta}_x\hat{\beta}_0+\hat{\beta}_0\hat{\beta}_x\right)\hat{p}_x+\left(\hat{\beta}_y\hat{\beta}_0+\hat{\beta}_0\hat{\beta}_y\right)\hat{p}_y+\left(\hat{\beta}_z\hat{\beta}_0+\hat{\beta}_0\hat{\beta}_z\right)\hat{p}_z \quad \textbf{(12)}$$

(11) va (12) ni tenglashtirishdan quyidagi ifodalar kelib chiqadi:

$$\hat{\beta}_x^2=\hat{\beta}_y^2=\hat{\beta}_z^2=c^2\,,\quad \hat{\beta}_0^2=m_0^2c^4\,,\quad \begin{cases}\hat{\beta}_i\hat{\beta}_k+\hat{\beta}_k\hat{\beta}_i=0\,, & i\neq k\\ \hat{\beta}_i\hat{\beta}_0+\hat{\beta}_0\hat{\beta}_i=0\end{cases} \quad \textbf{(13)}$$

$$\hat{\beta}_x=c\hat{\alpha}_x\,,\quad \hat{\beta}_y=c\hat{\alpha}_y\,,\quad \hat{\beta}_z=c\hat{\alpha}_z\,,\quad \hat{\beta}_0=mc^2\beta \quad \textbf{(13’)}$$

Tenglashtirishdan quyidagi natijalar kelib chiqadi:

$$\left.\begin{array}{c}\alpha_x^2=\alpha_y^2=\alpha_z^2=\beta^2=1\\ \alpha_i\beta+\beta\alpha_i=0\\ \alpha_i\alpha_k+\alpha_k\alpha_i=0\end{array}\right\}\quad i\neq k\Bigg\} \quad \textbf{(14)}$$

(8) tenglama quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}=\left[s\left(\alpha_x\hat{p}_x+\alpha_y\hat{p}_y+\alpha_z\hat{p}_z\right)+mc^2\beta\right]\psi \quad \textbf{(15)}$$

(15) tenglamani ***Dirak tenglamasi*** deyiladi. Tenglamada α ni

$$\vec{\alpha}=\alpha_x\vec{\imath}+\alpha_y\vec{\jmath}+\alpha_z\vec{k} \quad \textbf{(16)}$$

vektor kattalik ekanini hisobga olsak, (15) tenglama

$$\begin{cases}\hat{H}=c\vec{\alpha}\vec{p}+m_0c^2\beta & (17)\\ i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}=\hat{H}\psi & (17')\end{cases}$$

(15) tenglamada α_x kattalik tenzor kattaliklar bo‘lib, uni tenzor ko‘rinishi quyidagicha bo‘ladi:

$$\alpha_x = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots. & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n1} & a_{n1} & a_{nn} \end{vmatrix},\ n = 2 \text{ da } \alpha_x = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} \text{ bo‘ladi.}$$

Shunga ko‘ra spinni aniqlaymiz.

$$\hat{S}_x = \frac{\hbar}{2}\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix},\quad \hat{S}_y = \frac{\hbar}{2}\begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix},\quad \hat{S}_z = \frac{\hbar}{2}\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \qquad \textbf{(18)}$$

$n = 4$ o‘lchamli matritsani ko‘ramiz.

$$\alpha_x = \begin{pmatrix} 0 & \sigma_x \\ \sigma_x & 0 \end{pmatrix},\ \alpha_y = \begin{pmatrix} 0 & \sigma_y \\ \sigma_y & 0 \end{pmatrix},\ \alpha_z = \begin{pmatrix} 0 & \sigma_z \\ \sigma_z & 0 \end{pmatrix},\ \beta = \begin{pmatrix} I & 0 \\ 0 & -I \end{pmatrix} \qquad \textbf{(19)}$$

Endi $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z, \beta, \psi$ kattaliklarni matritsa ko‘rinishida yozamiz.

$$\alpha_x = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},\quad \alpha_y = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & -i \\ 0 & 0 & i & 0 \\ 0 & i & 0 & 0 \\ i & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},\quad \alpha_z = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$\beta = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix},\quad \psi = \begin{pmatrix} \psi_1 \\ \psi_3 \\ \psi_3 \\ \psi_4 \end{pmatrix} \qquad \textbf{(20)}$$

To‘lqin tenglamalarini yozamiz.

$$i\hbar\frac{\partial\psi_1}{\partial t} = c\left(\hat{p}_x - i\hat{p}_y\right)\psi_4 + c\hat{p}_z\psi_3 + mc^2\psi_1 \qquad \textbf{(21a)}$$

$$i\hbar\frac{\partial\psi_2}{\partial t} = c\left(\hat{p}_x + i\hat{p}_y\right)\psi_3 - c\hat{p}_z\psi_4 + mc^2\psi_2 \qquad \textbf{(21b)}$$

$$i\hbar\frac{\partial\psi_3}{\partial t} = c\left(\hat{p}_x - i\hat{p}_y\right)\psi_2 - c\hat{p}_z\psi_1 - mc^2\psi_3 \qquad \textbf{(21c)}$$

$$i\hbar\frac{\partial\psi_4}{\partial t} = c\left(\hat{p}_x + i\hat{p}_y\right)\psi_1 - c\hat{p}_z\psi_2 - mc^2\psi_4 \qquad \textbf{(21d)}$$

(21a) va (21b) tenglamalar elektronni tushuntirdi. (21c) va (21d) tenglamalar esa pozitronni tushuntirdi. 1928-yildi Pol Dirak pozitronni mavjudligini oldindan bashorat qildi. 1932-yili Anderson baland tog‘larda o‘tkazgan tajribasida kosmik nurlar tarkibida massasi elektronnikiga teng, lekin zaryadi qarama-qarshi ishorali bo‘lgan zarrani kashf qildi. Avvaliga Anderson bu zarrani Erning ichki tomonidan kelayotgan elektronlar oqimi deb o‘yladi. Lekin, aniq hisob-kitoblar shuni ko‘rsatdiki, bu noma’lum zaryadli zarra –elektronning antizarrasi pozitron ekan.

(15) va (21) tenglamalar elektromagnit maydon bo‘lmaganda, ya’ni g‘alayonlanish bo‘lmagandagi tenglamadir. Elektromagnit maydon mavjud bo‘lganda Dirakning umumlashgan tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}=\left[s\vec{\alpha}\left(\vec{p}-\frac{e}{c}\vec{A}\right)+e\varphi+m_0c^2\beta\right]\psi \quad \textbf{(22)}$$

Dirak tenglamasining boshqacha ko‘rinishlari ham mavjud.

$$i\hbar\beta\frac{\partial\psi}{\partial t}=(c\beta\vec{\alpha}\vec{p}+m_0c^2\beta^2)\psi \quad \textbf{(23)}$$

$$\begin{cases}\gamma_1=-i\beta a_x\\ \gamma_2=-i\beta a_y\\ \gamma_3=-i\beta a_z\\ \gamma_4=+\beta\end{cases},\qquad \begin{cases}\hat{p}_x=-i\hbar\frac{\partial}{\partial x}\\ \hat{p}_y=-i\hbar\frac{\partial}{\partial y}\\ \hat{p}_z=-i\hbar\frac{\partial}{\partial z}\end{cases} \quad \textbf{(24)}$$

$$i\hbar\gamma_4\frac{\partial\psi}{\partial t}=\left\{s\beta\left[a_x\left(-i\hbar\frac{\partial}{\partial x}\right)+a_y\left(-i\hbar\frac{\partial}{\partial y}\right)+a_z\left(-i\hbar\frac{\partial}{\partial z}\right)\right]+m_0c^2\beta^2\right\}\psi \quad \textbf{(25a)}$$

$$i\hbar\gamma_4\frac{\partial\psi}{\partial t}=\left\{s\hbar\gamma_1\frac{\partial}{\partial x}+s\hbar\gamma_2\frac{\partial}{\partial y}+s\hbar\gamma_3\frac{\partial}{\partial z}+m_0c^2\beta^2\right\}\psi \quad \textbf{(25b)}$$

$$\frac{i}{\hbar}\gamma_4\frac{\partial\psi}{\partial t}=\sum_{i=1}^{3}\gamma_i\frac{\partial\psi}{\partial x_i}+\frac{m_0c}{\hbar}\psi\,;\qquad x_4=ict \quad \textbf{(25c)}$$

(25c) ni yana ushbu ko‘rinishda yozish mumkin:

$$\sum\gamma_i\frac{\partial\psi}{\partial x_i}+\frac{m_0c}{\hbar}\psi+\frac{\gamma_4}{ic}\frac{\partial\psi}{\partial t}=0 \quad \textbf{(26)}$$

(26) ko‘rinishdagi Dirak tenglamasini 4-o‘lcham orqali ushbu ko‘rinishda yozish mumkin:

$$\gamma_\mu\frac{\partial\psi}{\partial x_\mu}+\frac{m_0c}{\hbar}\psi=0\,,\quad \mu=0,1,2,3 \quad \textbf{(28)}$$

Dirak tenglamasi Shredinger tenglamasidan ko‘ra kengroq imkoniyatlarga ega bo‘lib, unda vodorod atomi va uning izotoplari hamda vodorodsimon atomlarning spektrlarini yuqori aniqlikda hisoblash imkoniyati mavjud. Buning uchun albatta Shredinger tenglamasidan olingan natijalarga qo‘shimcha hadlar – tuzatma hadlar kiritiladi. Bu hadlarni relyativistik hadlar ham deyiladi.

Dirak tenglamasini yengil vodorodsimon atomlar spektrlarini hisoblashda o‘rganish talabalarga katta aniqlaikdagi natijalarni olish imkonini beradi hamda atom fizikasi bo‘yicha ilmi va dunyoqarashini chuqurlashishiga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

6. Ғ.Ҳ.Ҳошимов, Р.Я.Расулов, Н.Ҳ.Йўлдошев. Квант механикаси асослари. “Ўқитувчи” нашриёти. Тошкент.: 1995, 375 б.

7. Д.И.Блохинцев. Основы квантовой механики. Издательство “Наука”. Москва.: 1976, 664 стр.

8. А.С.Давыдов. Квантовая механика. Издательство “Наука”. Москва.: 1973г, 673 стр.

9. J Dittrich, S Rakhmanov, D Matrasulov, Dirac particle under dynamical confinement: Ferm icceleration, trembling motion and quantum force, Physics Letters A 503, 129408 (2024).

10. M. I. Eides and V. A. Shelyuto. Corrections of order to hyperfine splitting and Lamb shift. Physical Review A52 (1995) 954-961. Электронный препринт: hep-ph/9501303.

11. Hydrogen Atom: Precision Physics of Simple Atomic Systems. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2001.

ELEMENTAR ZARRALAR FIZIKASINI O‘QITISHNING RAQAMLI TEXNOLOGIYALARGA ASOSLANGAN METODOLOGIK KONSEPSIYASINI ISHLAB CHIQISHNING ZARURIY SHARTLARI

Madaliyev Akmaljon Maxammadjonovich[1]

[1]Qo‘qon davlat universiteti Fizika va astronomiya kafedrasi dotsenti, p.f.f.d. (PhD), dotsent.

Annotatsiya. Maqolada elementar zarralar fizikasini o‘qitishning raqamli texnologiyalarga asoslangan metodologik konsepsiyasini ishlab chiqish zarurati va uning shartlari tahlil qilingan. Bo‘limning mazmuniy xususiyatlari, o‘quvchilar tomonidan o‘zlashtirishdagi qiyinchiliklar hamda mavjud raqamli ta’lim resurslari imkoniyatlari o‘rganilgan. Zaruriy shartlar normativ-huquqiy, ilmiy-nazariy, psixologik-pedagogik, texnologik va kadrlar-tashkiliy guruhlarga ajratilib, ularning konsepsiya tuzilmasidagi o‘rni asoslangan.

Kalit so‘zlar: elementar zarralar fizikasi, metodologik konsepsiya, raqamli texnologiyalar, standart model, simulyatsiya, ochiq ilmiy ma’lumotlar, TPACK.

Ta’limni raqamlashtirish va uning sifatini xalqaro talablar darajasiga ko‘tarish mamlakatimiz ta’lim siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biridir. Fizika kursida bu vazifa ayniqsa zamonaviy fan yutuqlarini aks ettiruvchi bo‘limlar, xususan elementar zarralar fizikasi uchun dolzarb. Aynan shu bo‘limda o‘quvchi materiya tuzilishi haqidagi eng chuqur ilmiy tasavvurlar bilan tanishadi, biroq o‘rganilayotgan obyektlarni na ko‘rish, na maktab laboratoriyasida bevosita tajriba o‘tkazish mumkin.

Fizika o‘qitish metodikasida zamonaviy fizika bo‘limlarini o‘qitish masalalari o‘rganilgan bo‘lsa-da, raqamli texnologiyalarning keyingi yillardagi jadal rivoji bu masalaga yangicha qarashni talab qiladi. Tarqoq holda qo‘llanilayotgan animatsiya, video va simulyatsiyalar yagona metodologik asosga ega bo‘lmasa, ularning didaktik samarasi cheklanib qoladi. Shu sababli elementar zarralar fizikasini o‘qitishning raqamli texnologiyalarga asoslangan yaxlit metodologik konsepsiyasini ishlab chiqish zarurati yuzaga keladi.

Maqolaning maqsadi – bunday konsepsiyani ishlab chiqishning zaruriy shartlarini aniqlash va tizimlashtirishdan iborat.

Zaruriy shartlarni aniqlashda, avvalo, bo‘limning mazmuniy xususiyatlaridan kelib chiqish lozim. Elementar zarralar fizikasi relyativistik mexanika va kvant fizikasi g‘oyalariga tayanadi. Masalan, zarralarning o‘zaro aylanishlarini tushuntirishda energiya va impuls orasidagi relyativistik bog‘lanishdan foydalaniladi:

$$E^2 = p^2c^2 + m^2c^4 \quad (1)$$

Zarralarni tadqiq etish uchun nima sababdan yuqori energiyali tezlatkichlar zarurligi esa de Broyl to‘lqin uzunligi orqali tushuntiriladi:

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad (2)$$

(2) formuladan impuls qanchalik katta bo‘lsa, “zond” sifatida ishlatilayotgan zarraning to‘lqin uzunligi shunchalik kichik va demak, o‘rganilayotgan tuzilmaning ajrata olish masshtabi shunchalik mayda bo‘lishi kelib chiqadi. Saqlanish qonunlarini tatbiq etish esa neytronning beta-yemirilishi misolida ko‘rsatiladi:

$$n \rightarrow p + e^{-} + \tilde{\nu}_e \quad (3)$$

Bu jarayonda elektr zaryadi, barion va lepton zaryadlarining saqlanishini tekshirish o‘quvchidan mavhum kattaliklar bilan ishlashni talab etadi. Ko‘rinib turibdiki, bo‘lim mazmuni formal jihatdan ham, tushunchalar darajasida ham yuqori abstraktlikka ega.

Tahlil natijasida konsepsiyani ishlab chiqishning zaruriy shartlari besh guruhga ajratildi (1-jadval).

1-jadval

Metodologik konsepsiyani ishlab chiqishning zaruriy shartlari

Shartlar guruhi	Mazmuni	Konsepsiyadagi ifodasi
Normativ-huquqiy	Ta’limni raqamlashtirish va sifatini oshirishga oid davlat hujjatlari	Konsepsiyaning maqsad va vazifalarini belgilash
Ilmiy-nazariy	Standart model tushunchalarining abstraktligi, bevosita kuzatib bo‘lmaslik	Vizual modellar va ko‘p ko‘rinishli tasvirlash tamoyili
Psixologik-pedagogik	O‘quvchilarda noto‘g‘ri tasavvurlar, abstrakt tafakkur darajasining turlichaligi	Bosqichma-bosqich murakkablashuvchi faoliyat
Texnologik	Simulyatsiyalar, ochiq ilmiy ma’lumotlar, virtual laboratoriyalar mavjudligi	Raqamli resurslar tizimi va ularni tanlash mezonlari
Kadrlar va tashkiliy	O‘qituvchining texnologik-pedagogik-mazmuniy tayyorgarligi, jihozlanganlik	Malaka oshirish modullari, metodik ta’minot

Normativ-huquqiy shartlar ta’limni raqamlashtirish va o‘quvchilarda tabiiy-ilmiy savodxonlikni shakllantirishga qaratilgan davlat hujjatlarida ifodalangan. Ular konsepsiyaning maqsadini tashqi ijtimoiy buyurtma bilan bog‘laydi.

Ilmiy-nazariy shartlar bo‘limning yuqorida ko‘rsatilgan abstraktligi bilan belgilanadi. Bunday mazmunni o‘zlashtirishda bitta hodisani turli ko‘rinishlarda – so‘zli ta’rif, sxema, formula, animatsiya va real ma’lumotlar grafigi orqali ifodalash muhim ahamiyatga ega. Multimediali ta’lim nazariyasi so‘z va tasvirning uyg‘un berilishi o‘zlashtirishni kuchaytirishini asoslaydi.

Psixologik-pedagogik shartlar o‘quvchilarning bu bo‘limga doir tipik noto‘g‘ri tasavvurlari bilan bog‘liq: zarralarni kichik “sharchalar” deb tasavvur qilish, antimateriyani fantastik tushuncha deb qabul qilish, tezlatkich ishini oddiy “maydalash” deb tushunish shular jumlasidandir. Konsepsiya bunday

tasavvurlarni aniqlash va bartaraf etishga qaratilgan, oddiydan murakkabga qarab boruvchi faoliyat tizimini ko‘zda tutishi kerak. Masalalar yechish orqali fanga oid kompetensiyalarni shakllantirish tajribasi ham shu nuqtai nazardan foydalidir.

Texnologik shartlar bugungi kunda mavjud raqamli resurslar bilan ta’minlanadi. Jumladan, interfaol simulyatsiyalar (masalan, PhET loyihasidagi Rezerford sochilishi modeli) ko‘rinmas jarayonlarni vizuallashtiradi; CERN tomonidan ta’lim maqsadida ochiq e’lon qilingan tajriba ma’lumotlari o‘quvchiga haqiqiy to‘qnashuv hodisalarini tahlil qilish imkonini beradi; to‘ldirilgan reallik vositalari esa fazoviy modellarni ko‘rgazmali qiladi. Shu bilan birga, raqamli vositalar bir-birini to‘ldirishi uchun ularni tanlash mezonlari – ilmiy to‘g‘rilik, yoshga moslik, interfaollik darajasi va til jihatdan qulaylik – konsepsiyada aniq belgilanishi zarur.

Kadrlar va tashkiliy shartlar o‘qituvchining tayyorgarligi bilan belgilanadi. Texnologik-pedagogik-mazmuniy bilim (TPACK) modeliga ko‘ra, samarali o‘qitish uchun o‘qituvchi fan mazmunini, pedagogik usullarni va texnologiyani alohida emas, balki o‘zaro bog‘liq holda bilishi talab etiladi. Elementar zarralar fizikasi bo‘yicha bu bilimlar uyg‘unligi odatda yetarli emasligi sababli konsepsiya tarkibida o‘qituvchilar uchun malaka oshirish modullari va metodik qo‘llanmalar nazarda tutilishi lozim. Bundan tashqari, maktabning kompyuter va internet bilan ta’minlanganligi ham tashkiliy shart sifatida hisobga olinadi.

Yuqoridagi shartlar bir-biridan ajralgan holda emas, tizim sifatida amal qiladi: normativ shartlar maqsadni, ilmiy-nazariy va psixologik-pedagogik shartlar mazmun va metodlarni, texnologik va kadrlar-tashkiliy shartlar esa amalga oshirish vositalarini belgilaydi. Bu esa konsepsiyaning maqsadli, mazmuniy, texnologik va natijaviy komponentlarini ajratish uchun asos bo‘ladi.

Elementar zarralar fizikasini o‘qitishning raqamli texnologiyalarga asoslangan metodologik konsepsiyasini ishlab chiqish zarurati bo‘lim mazmunining yuqori abstraktligi, o‘quvchilardagi noto‘g‘ri tasavvurlar va mavjud raqamli resurslardan tizimsiz foydalanish bilan izohlanadi. Aniqlangan besh guruh zaruriy shartlar konsepsiyaning tuzilmasi va komponentlarini loyihalash uchun metodologik asos bo‘lib xizmat qiladi. Keyingi tadqiqotlarda konsepsiya komponentlarini batafsil ishlab chiqish va uni tajriba-sinovdan o‘tkazish rejalashtirilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. O‘zbekiston Respublikasining “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni. – 2020-yil 23-sentabr, O‘RQ-637-son.

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni. – 2022-yil 28-yanvar, PF-60-son.

3. Nasriddinov K., Sapaev M., Mansurova M., Djuraeva L. Simmetriyalar va saqlanish qonunlari. Pedagogik ta’lim. Toshkent, №3. B. 26–28.

4. Насриддинов К., Парсохонов А., Мансурова М., Ражабов Н. Ғалати зарралар синфи ва ғалатилик квант сони // Педагогик таълим. –Тошкент, 2005. –№6. –Б. 25 – 27.

5. Насриддинов К., Парсохонов А., Мансурова М., Ражабов Н. Мафтункор зарралар синфи ва мафтункорлик квант сони// Педагогик таълим. –Тошкент: 2005. –№6. –Б. 25 – 27.

6. Насриддинов К., Парсохонов А., Мансурова М., Ражабов Н. Изотопик фазо ва изотопик спин// Педагогик таълим. –Тошкент, 2005. №6. –Б. 25-27.

7. Madaliyev A.M. Pedagogika oliy ta’lim muassasalarida zarralar fizikasidan amaliy mashg‘ulotlarni tashkil etish. TDPU Ilmiy axborotlari. Toshkent, №6. B. 88–91.

8. Nasriddinov K.R., Madaliyev A.M. Amaliy mashg‘ulotlarda zarralar fizikasi bo‘limini o‘zlashtirish samaradorligini oshirish yo‘llari. Academic Research in Educational Sciences. Volume 2. Issue 3. B. 42–46.

SUN’IY INTELLEKT ASOSIDA MOSLASHUVCHAN (ADAPTIV) TEST TIZIMINI LOYIHALASHTIRISH: FIZIKA TA’LIMIDA QO‘LLANILISHI

Xudaybergan Madraimov Atabek o‘g‘li
Fizika fani o‘qituvchisi*, magistr, “TOPEX SCHOOL” xalqaro maktabi,*
e-mail: ***xudaybergan madraimov8@gmail.com***

Annotatsiya. Ushbu tezisda fizika fanidan bilim nazoratini tashkil etishning an’anaviy – barcha o‘quvchiga bir xil savollar to‘plamini taqdim etuvchi – usuli tanqidiy tahlil qilindi va Savolga Javob Nazariyasi (Item Response Theory, IRT) hamda Kompyuterlashtirilgan Moslashuvchan Test (Computerized Adaptive Testing, CAT) algoritmi asosida sun’iy intellekt yordamida moslashuvchan test tizimini loyihalashtirish modeli taklif etildi. Model har bir savolning qiyinlik va farqlash parametrlarini hisobga olgan holda, o‘quvchining joriy javobiga qarab keyingi savol qiyinligini dinamik ravishda moslashtirish mexanizmini o‘z ichiga oladi. Bu esa nazoratning statistik aniqligini oshirish va vaqt sarfini qisqartirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: *sun’iy intellekt, adaptiv test, Item Response Theory, CAT algoritmi, fizika ta’limi, bilim nazorati.*

Muammoning qo‘yilishi. Umumta’lim maktablarida fizika fanidan bilim nazorati odatda barcha o‘quvchilarga bir xil, oldindan belgilangan savollar to‘plami (test daftarchasi) orqali o‘tkaziladi. Klassik test nazariyasi nuqtai nazaridan bunday yondashuvning kamchiligi shundaki, savollarning qiyinlik darajasi o‘quvchilar guruhining o‘rtacha darajasiga moslashtiriladi, natijada yuqori bilim darajasiga ega o‘quvchi uchun test juda oson, past darajadagi o‘quvchi uchun esa juda qiyin bo‘lib qoladi. Bu holat ikkala guruh uchun ham

o‘lchov aniqligining pasayishiga olib keladi, chunki o‘ta oson yoki o‘ta qiyin savol o‘quvchining haqiqiy bilim darajasi haqida kam statistik ma’lumot beradi.

Nazariy asos. Muammoning yechimi sifatida psixometriyada keng qo‘llaniladigan Savolga Javob Nazariyasi (IRT) taklif etiladi. Uch parametrli logistik IRT modeliga ko‘ra, o‘quvchining ma’lum savolga to‘g‘ri javob berish ehtimoli quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$P(\theta) = c + \frac{1 - c}{1 + e^{(-a(\theta - b))}} \qquad (1)$$

bunda θ – o‘quvchining bilim darajasi (yashirin parametr), b – savolning qiyinlik darajasi, a – savolning farqlash (diskriminatsiya) qobiliyati, c – tasodifiy to‘g‘ri javob ehtimoli (masalan, ko‘p variantli savollarda taxmin qilish orqali). Ushbu model asosida quriladigan CAT algoritmi quyidagi tsiklik tartibda ishlaydi: dastlab o‘rtacha qiyinlikdagi savol beriladi; agar javob to‘g‘ri bo‘lsa, keyingi savolning b parametri oshiriladi, aks holda pasaytiriladi; bu jarayon o‘quvchining θ bahosi bo‘yicha standart xato (SE) oldindan belgilangan chegaradan pastga tushgunga qadar davom etadi.

Taklif etilayotgan tizimning tuzilishi. Amaliy joriy etish uchun taklif etilayotgan tizim uch komponentdan iborat: birinchidan, fizika fanidan savollar bazasi yaratilib, har bir savol uchun ekspert baholash yoki ilgari o‘tkazilgan test natijalari asosida (a, b, c) parametrlari hisoblanadi; ikkinchidan, sun’iy intellekt algoritmi joriy javoblar tarixidan o‘quvchining θ qiymatini real vaqtda qayta baholaydi; uchinchidan, natija asosida o‘quvchiga individual tavsiyalar (qaysi mavzuni takrorlash kerakligi) avtomatik shakllantiriladi. Bunday uch bosqichli tuzilma nafaqat baholash, balki keyingi o‘quv traektoriyasini rejalashtirish vazifasini ham bajaradi.

1-jadval. An’anaviy va adaptiv (IRT/CAT) test tizimlarining qiyosiy tavsifi

Mezon	An’anaviy (statik) test	Adaptiv (IRT/CAT) test
Savollar tartibi	Barcha o‘quvchiga bir xil, qat’iy ketma-ketlikda	Har bir javobdan so‘ng qiyinlik darajasi qayta hisoblanadi
Savollar soni	Barcha uchun bir xil (masalan, 30 ta)	O‘zgaruvchan – aniqlik yetarli darajaga yetganda to‘xtaydi
Baholash aniqligi	Past va yuqori bilim darajalarida noaniq	Barcha daraja uchun bir xil statistik aniqlik (SE)
O‘quvchi motivatsiyasi	Kuchli o‘quvchi zerikadi, ojiz o‘quvchi tushkunlikka tushadi	Har bir o‘quvchi o‘z darajasiga mos qiyinlikda ishlaydi

Tahlil. 1-jadvalda keltirilgan qiyosiy tavsifdan ko‘rinadiki, adaptiv tizimning asosiy afzalligi savollar sonini emas, balki o‘lchov aniqligini boshqarishga asoslanganidadir: har bir o‘quvchi statistik jihatdan bir xil ishonchlilik darajasiga ega natija oladi, biroq buning uchun sarflanadigan savollar soni turlicha bo‘ladi. Bu, o‘z navbatida, test vaqtini o‘rtacha 30–40 foizgacha qisqartirish salohiyatiga ega ekanligi psixometrik adabiyotda ko‘rsatilgan (Van der Linden, 2010).

Xulosa. O‘tkazilgan nazariy tahlil shuni ko‘rsatadiki, fizika fanidan bilim nazoratini IRT va CAT algoritmi asosida sun’iy intellekt yordamida

moslashuvchan tarzda tashkil etish o‘lchov aniqligini oshirish va o‘quvchi motivatsiyasini saqlash imkonini beradi. Taklif etilgan modelni amalga oshirish uchun avvalo fizika fanidan savollar bazasini IRT parametrlari bo‘yicha kalibrlash zarur; bu – keyingi tadqiqotning asosiy yo‘nalishi sifatida belgilandi. Ishlab chiqilgan tizimni pilot sinfda joriy etish va natijalarni an’anaviy test natijalari bilan qiyoslash rejalashtirilgan.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Lord F.M. Applications of Item Response Theory to Practical Testing Problems. – New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1980. – 288 p.

2. Van der Linden W.J., Glas C.A.W. Elements of Adaptive Testing. – New York: Springer, 2010. – 436 p.

3. Rahmayani F., Kuswanto H., Rahmat A.D. Development of E-book integrated augmented reality based on STEM approaches to improve critical thinking and multiple representation skills in learning physics // International Journal of Information and Education Technology. – 2024. – Vol. 14, № 4. – P. 632–641.

4. Uzoqov, A. A., & Madraimov, X. A. (2025). Methodology for calculating the thin lens formula. *American Journal of Multidisciplinary Bulletin*, 3(4), 101–107.

5. Uzoqov, A. A., & Madraimov, X. A. (2024). Methodology for solving problems on light refraction and reflection in a thin plate. *American Journal of Multidisciplinary Bulletin*, 2(5), 251–260.

FIZIKA TA’LIMIDA SUN’IY INTELLEKT VA RAQAMLI DIAGNOSTIKA ASOSIDA NATIJAGA YO‘NALTIRILGAN DARSLARNI LOYIHALASH

Maxmanov Ergash Binoqulovich

Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti, PhD

Annotatsiya. Maqolada fizika ta’limini raqamli transformatsiya qilish sharoitida ta’lim natijalarini diagnostika qilish, interaktiv modellashtirish va sun’iy intellekt vositalari yordamida tezkor qayta aloqani tashkil etishning metodik imkoniyatlari tahlil qilingan. Natijaga yo‘naltirilgan fizika darsi uchun “diagnostika – modellashtirish – faoliyat – AI-qayta aloqa – refleksiya – transfer” sikli taklif etilib, uning didaktik funksiyalari asoslangan. Yondashuv baholashni faqat yakuniy natijani qayd etuvchi vosita sifatida emas, balki o‘quv faoliyatini boshqarish va individual korreksiya qilish mexanizmi sifatida talqin etadi.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, raqamli transformatsiya, sun’iy intellekt, raqamli diagnostika, formativ baholash, modellashtirish, virtual laboratoriya, qayta aloqa, amaliy kompetentlik.

Raqamli transformatsiya fizika ta’limida faqat elektron resurslardan foydalanish doirasidan chiqib, darsning maqsadi, mazmuni, o‘quv faoliyati va baholash mexanizmlarini o‘zaro bog‘langan tizim sifatida qayta loyihalashni talab etadi. Sun’iy intellekt, interaktiv simulyatsiyalar, virtual laboratoriyalar va o‘quv

analitikasi vositalari talabaning o‘zlashtirish holatini dars jarayonining o‘zida aniqlash, xatolar sababini tahlil qilish va keyingi pedagogik ta’sirni moslashtirish imkonini kengaytirmoqda.

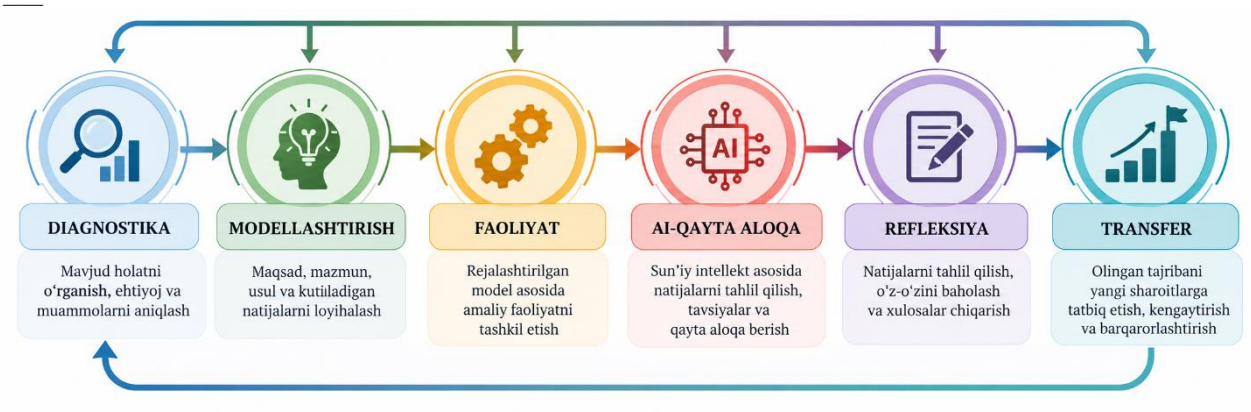
Fizikadan ta’lim natijasini faqat formula, ta’rif va qonunlarni eslab qolish bilan cheklash zamonaviy kompetensiyaviy yondashuv talablariga javob bermaydi. Talaba fizik hodisaning mohiyatini tushuntirishi, model tanlashi, qonuniyatni yangi vaziyatda qo‘llashi, eksperimental ma’lumotni tahlil qilishi va xulosani ilmiy asoslay olishi zarur. Shu sababli baholash darsning yakuniy bosqichi emas, balki o‘qitish jarayonini uzluksiz boshqaruvchi mexanizm bo‘lishi lozim [1–3].

Mavjud metodik ishlarda fizikadan ta’lim natijalarini aniqlashda formativ va summativ baholash, test, laboratoriya ishi, muammoli vaziyat va loyiha topshiriqlaridan kompleks foydalanish zarurligi ko‘rsatilgan. Shuningdek, amaliy kompetentlikni rivojlantirishda bilish, tushunish, qo‘llash, tahlil, sintez va baholash bosqichlarining izchilligi muhim metodik asos hisoblanadi [1, 6–8]. Mazkur tadqiqot ushbu yondashuvni raqamli diagnostika va sun’iy intellekt imkoniyatlari bilan integratsiyalashga qaratilgan.

Tadqiqot nazariy-metodologik xarakterga ega bo‘lib, tizimli, kompetensiyaviy, faoliyatga yo‘naltirilgan va natijaga asoslangan yondashuvlar uyg‘unligiga tayanadi. Fizika ta’limining kognitiv natijalarini darajalashda B. Bloom taksonomiyasi [1], formativ baholashning o‘quv jarayonini rivojlantiruvchi funksiyasini izohlashda Black va Wiliam [2], samarali qayta aloqaning xususiyatlarini belgilashda Hattie va Timperley [3] qarashlari metodologik asos sifatida olindi.

Raqamli muhitda sun’iy intellektdan foydalanish insonning pedagogik qarorini almashtirish emas, balki diagnostika, moslashtirish va refleksiyani qo‘llab-quvvatlash vositasi sifatida talqin qilindi. Bu yondashuv UNESCOning generativ sun’iy intellektdan ta’limda inson-markazli va mas’uliyatli foydalanish tamoyillariga mos keladi [4]. Interaktiv simulyatsiyalarning didaktik imkoniyatlari esa PhET tadqiqotlari bilan asoslanadi [5].

Tahlil natijasida fizika darsini raqamli transformatsiya sharoitida loyihalash uchun olti bosqichli metodik sikl taklif etildi: “diagnostika – modellashtirish – faoliyat – AI-qayta aloqa – refleksiya – transfer”. Modelning ilmiy-metodik yangiligi raqamli vositalarni alohida texnik komponentlar sifatida emas, balki o‘quv natijasini aniqlash, fizik qonuniyatni faol tadqiq etish, xatoni korreksiya qilish va bilimni yangi vaziyatga ko‘chirishni ta’minlaydigan yagona didaktik sikl sifatida birlashtirishidadir.



1-rasm. Fizika ta’limining raqamli-diagnostik metodik modeli

Tahlil natijasida fizika darsini raqamli transformatsiya sharoitida loyihalash uchun olti bosqichli metodik sikl taklif etildi. Modelning mantiqiy tuzilishi 1-rasmda, bosqichlarning didaktik funksiyalari esa 1-jadvalda ifodalangan.

Model bosqichlari o‘zaro uzviy bog‘langan bo‘lib, har bir bosqich raqamli vosita, didaktik vazifa va kutiladigan ta’lim natijasi bilan tavsiflanadi.

1-jadval.

Raqamli-diagnostik model bosqichlarining didaktik tavsifi

Bosqich	Raqamli vosita	Didaktik vazifa	Kutiladigan natija
Diagnostika	raqamli test, konseptual savol	boshlang‘ich holat va xatoni aniqlash	individual o‘quv ehtiyojini belgilash
Modellashtirish	simulyatsiya, virtual laboratoriya	gipotezani tekshirish, bog‘lanishni vizuallashtirish	konseptual tushunish
Faoliyat	tajriba, masala, ma’lumot tahlili	bilimni faol qo‘llash	amaliy va tadqiqotchilik kompetentligi
AI-qayta aloqa	generativ AI, adaptiv savollar	xatoni izohlash va keyingi qadamni yo‘naltirish	tezkor korreksiya va differensiallash
Refleksiya	raqamli refleksiya, self-assessment	o‘z fikri va natijasini tahlil qilish	metakognitiv nazorat
Transfer	yangi kontekstli topshiriq	bilimni yangi vaziyatga ko‘chirish	barqaror kompetentlik

Diagnostika bosqichida raqamli topshiriq baho qo‘yish uchun emas, balki talabaning aynan qaysi tushuncha yoki bog‘lanishda qiynalayotganini aniqlash uchun xizmat qiladi. Masalan, mexanikada kuch yo‘qolishi harakatning darhol to‘xtashiga olib keladi degan intuitiv xato aniqlansa, keyingi faoliyat shu tasavvurni tajriba yoki model orqali tekshirishga yo‘naltiriladi. Shu tariqa diagnostika keyingi dars harakatining boshlang‘ich nuqtasiga aylanadi.

Modellashtirish bosqichida talaba tayyor animatsiyani passiv kuzatuvchi emas, balki fizik gipotezani tekshiruvchi subyekt sifatida ishtirok etadi. Avval prognoz qilinadi, so‘ng parametr o‘zgartiriladi, natija qayd etiladi va prognoz bilan solishtiriladi. Bunday ketma-ketlik interaktiv simulyatsiyani ko‘rgazmali vositadan tadqiqot vositasiga aylantiradi [5].

Faoliyat bosqichida bilim real yoki modellashtirilgan vaziyatda ishlatiladi. Masalan, erkin tushish jarayonini videotasvir asosida o‘rganishda koordinata–

vaqt ma’lumotlari olinib, grafik quriladi, tezlanish aniqlanadi va tajriba natijasi nazariy qiymat bilan taqqoslanadi. Muhim jihat shundaki, fizik formula tayyor bilim sifatida qabul qilinmaydi, balki kuzatilgan ma’lumot va matematik model orasidagi bog‘lanish sifatida anglanadi.

AI-qayta aloqa bosqichida sun’iy intellekt vositalaridan tayyor yechim beruvchi “javob generatori” sifatida emas, balki talabaning fikrlashini davom ettiruvchi didaktik yordamchi sifatida foydalanish maqsadga muvofiq. U javoblarni xato turi bo‘yicha guruhlashi, murakkablik darajasi mos topshiriq ishlab chiqishi hamda “Natijangiz nazariy qiymatdan nega farq qildi?”, “Qaysi parametr o‘zgarsa grafikning qiyaligi o‘zgaradi?” kabi yo‘naltiruvchi savollarni shakllantirishi mumkin. Bunda yakuniy pedagogik qaror o‘qituvchida qoladi [4].

Refleksiya bosqichi talabaning o‘z bilimini nazorat qilishini faollashtiradi. “Men dastlab nimani boshqacha tushungan edim?”, “Qaysi dalil fikrimni o‘zgartirdi?”, “Bu qonuniyatni yana qaysi vaziyatda qo‘llay olaman?” kabi savollar o‘zlashtirishning metakognitiv komponentini kuchaytiradi. Transfer bosqichida esa mazkur bilim yangi texnik, maishiy yoki muhandislik kontekstiga ko‘chiriladi; aynan shu holat bilimning reproduktiv darajadan funksional kompetentlik darajasiga o‘tganini ko‘rsatadi.

Taklif etilgan model an’anaviy “o‘qitish – topshiriq – baho” ketma-ketligidan “diagnostika – faol tadqiqot – raqamli dalil – qayta aloqa – korreksiya – yangi vaziyatda qo‘llash” mantiqiga o‘tishni nazarda tutadi. Bunda raqamli texnologiyaning didaktik qiymati uning mavjudligi bilan emas, balki talabaning qaysi intellektual faoliyatini kuchaytirayotgani bilan belgilanadi.

Modelni amaliyotga joriy etishda akademik halollik, shaxsiy ma’lumotlar himoyasi, algoritmik xatolar va AI tomonidan yaratilgan javoblarni tekshirish masalalari alohida e’tibor talab etadi. Shu sababli sun’iy intellekt natijasi yakuniy ilmiy xulosa emas, balki tekshirilishi va fizik dalillar bilan asoslanishi zarur bo‘lgan yordamchi axborot sifatida qabul qilinishi kerak [4].

Fizika ta’limining raqamli transformatsiyasi darsga ko‘proq texnik vosita kiritish bilan emas, balki o‘quv faoliyatini diagnostika, tahlil, qayta aloqa va korreksiya asosida qayta tashkil etish bilan mazmun kasb etadi. Taklif etilgan “diagnostika – modellashtirish – faoliyat – AI-qayta aloqa – refleksiya – transfer” sikli ta’lim natijalarini jarayon davomida aniqlash, o‘quv qiyinchiliklariga tezkor pedagogik javob berish va bilimni yangi vaziyatda qo‘llashni ta’minlashga yo‘naltirilgan.

Mazkur modelda sun’iy intellekt o‘qituvchini almashtiruvchi vosita emas, balki pedagogik qarorni qo‘llab-quvvatlovchi raqamli yordamchi; virtual tajriba va simulyatsiya esa fizik qonuniyatni namoyish etish vositasidan uni tekshirish va ilmiy asoslash vositasiga aylanadi. Shunday qilib, raqamli texnologiyalardan “ko‘rsatish vositasi” sifatida foydalanishdan “o‘quv faoliyatini diagnostika qilish va boshqarish vositasi” sifatida foydalanishga o‘tish fizika ta’limining yangi metodik paradigmasini belgilaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Bloom B.S., Engelhart M.D., Furst E.J., Hill W.H., Krathwohl D.R. Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain. – New York: Longmans, Green, 1956.

2. Black P., Wiliam D. Developing the theory of formative assessment // Educational Assessment, Evaluation and Accountability. – 2009. – Vol. 21. – P. 5–31.

3. Hattie J., Timperley H. The Power of Feedback // Review of Educational Research. – 2007. – Vol. 77, № 1. – P. 81–112.

4. UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. – Paris: UNESCO, 2023.

5. Wieman C.E., Adams W.K., Perkins K.K. PhET: Simulations That Enhance Learning // Science. – 2008. – Vol. 322, № 5902. – P. 682–683.

6. Maxmanov E.B. Fizikadan masalalar yechish orqali talabalarning fizik kompetentligini oshirish // Mug‘allim hem uzliksiz bilimlendirio‘. – 2020. – № 5.1. – B. 113–118.

7. Ishmurodova G.I., Maxmanov E.B. Fizika fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini innovatsion yondashuv asosida o‘tkazish // Современное образование (Узбекистан). – 2019. – № 8 (81). – B. 16–22.

8. Maxmanov E.B. Fizikadan masalalar yechishda algoritmlar tuzish orqali fizikadan amaliy kompetentligini rivojlantirish // Образование и наука в XXI веке. – 2024.

UMUMIY O‘RTA TA’LIM MAKTABLARIDA YARIM O‘TKAZGICHLARGA DOIR MAVZULARNI INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR VOSITASIDA O‘QITISHNI TAKOMILLASHTIRISH

N.Maxmudov

Nizomiy nomidagi TDPU magistranti.

Annotatsiya. Ushbu maqolada umumiy o‘rta ta’lim maktablarida yarimo‘tkazgichlarga doir mavzularni o‘qitishga innovatsion texnologiyalar qo‘llash orqali samarali natijalarga erishish haqida fikr yuritilgan.

Kalit so‘zlar: *metodika, yarimo‘tkazgich, dastur, ilova, usul, uslub, radiotexnika, qarshilik, diodlar, yarimo‘tkazgichlarda elektr o‘tkazuvchanlik, yarimo‘tkazgich materiallar.*

Annotation. This article discusses how to achieve effective results by applying innovative technologies to the teaching of semiconductor topics in general secondary schools.

Key words: methodology, semiconductor, program, application, method, method, radio engineering, resistance, diodes, electrical conductivity in semiconductors, semiconductor materials.

Bugun kundalik hayotimiz texnologik vosita, texnik qurilmalar bilan oldingi davrlarga nisbatan nir necha barobarga yengillashganini hech kim inkor eta

olmaydi. Bu qanday ishlaydi degan savol har birimizdan bir marta bo‘lsa ham o‘tgan. Keling texnik qurilmalarning hech birini chetlab o‘tmagan yarim o‘tkazgich materiallarga to‘xtalamiz.

Yarimo‘tkazgichlar shunday moddalarki ularning elektr o‘tkazuvchanligi harorat ortishi bilan ortadi. Bu xususiyati bilan ular metallardan farq qiladi. O‘tkazuvchanligi o‘tkazgichlardan ko‘ra pastroq, dielektrlardan yuqori bo‘ladi. Yarimo‘tkazgichlarning elektr tashuvchilari elektronlar va kovaklar hisoblanadi. Yarimotkazgich moddalarning elektr tashuvchi elektronlari atom elektron qobig‘ining oxirgisida joylashgan elektron hisoblanadi. Ular yadro bilan kuchsiz bo‘g‘langanligi bois moddaning boshqa atomi bilan ta’sirlashuvi natijasida o‘z o‘rnini tark etadi va elektr tashuvchiga aylanadi. Yarimo‘tkazgichlar elektronika va mikroelektronikada keng qo‘llaniladi. Kompyuterlar, uyali aloqa vositalari, radio, televizor kabi elektron qurilmalarning deyarli hammasi yarimo‘tkazgichlar texnologiyasiga asoslangan. Elementlar davriy jadvalida II, III, IV, V va VI guruh elementlarining ko‘pchiligi, masalan kremniy(Si), germaniy (Ge), mishyak-galliy (GaAs), kadmiy-tellur (CdTl), kabi moddalar yarimo‘tkazgichlar hisoblanadi. Eng keng qo‘llaniladigan yarimo‘tkazgich modda bu kremniy(Si) hisoblanadi. U tabiatda uchrashi bo‘yicha kisloroddan keyingi ikkinchi o‘rinda turadi. Tabiatda birikma holida qumtuproq yoki silikatlar tarkibida uchraydi.

Maktablarda 7-sinf amaldagi darsligida ,,Elektr o‘tkazuvchilar va dielektriklar” deb nomlanadigan mavzu mavjud va unda o‘tkazgichlar hamda dielektriklarga doir boshlang‘ich va sodda ma’lumotlar berib o‘tilgan. 10-sinf darsligidagi ,,Yarim o‘tkazgich va ularning metallardan farqi” deb nomlanadigan mavzu bo‘lib, bu mavzuda yarimo‘tkazgich moddalar va ularning metallardan farqi yoritilgan. ,,Yarimo‘tkazgichlarning elektr o‘tkazuvchanligi” mavzusida elektr o‘tkazuvchanlik, elektr va kovakli o‘tkazuvchilar o‘rgatiladi.

,,Yarimo‘tkazgichli asboblar va ularning texnikada qo‘llanilishi” mavzusida yarimo‘tkazgichlarda *p-n* o‘tishlar, yarimo‘tkazgichli diod, tranzistor va integral mikrosxemalar haqida ma’lumotlar beriladi. Yarimo‘tkazgichli dioddan o‘tuvchi tok kuchini unga qo‘yilgan kuchlanishga bog‘liqligini o‘rganish maqsadida ,, Yarimo‘tkazgichli diodning volt-amper tavsifini o‘rganish” deb nomlangan laboratoriya mashg‘uloti o‘tiladi.

Yarimo‘tkazgichlarga oid mavzular odatda an'anaviy o‘qitish uslubidan foydalanilgan holda o‘rgatiladi. Dars davomida o‘qituvchi avval o‘tgan dars mavzusini ko‘rib chiqadi, so‘ngra yangi dars mavzusini tushuntiradi. Keyinchalik yangi dars mashqlar orqali mustahkamlanadi va uyga vazifa beriladi. Yarimo‘tkazgichlarga oid mavzular kuchli nazariy asosni talab qilganligi sababli, an'anaviy o‘qitish usuli odatda o‘quvchilarni o‘rganishga qiziqishini yo‘qotadi. Bu esa o‘quvchilarni mavzudagi qiyin tushunchalarni o‘zlashtirishga yordam bera olmaydi.

O‘qituvchilar an’anaviy o‘qitish usulini o‘zgartirishi kerak. Dars jarayoni qiziqarli bo‘lishi va darsdan ko‘zlangan maqsadga erishish uchun o‘quvchilar e’tiborini to‘liq darsga jalb etish muhim hisoblanadi. O‘qituvchilar dars

mobaynida o‘quvchilarning e’tiborini to‘liq darsga yo‘naltirish maqsadida besh yulduzli o‘qitish, jamoaga asoslangan o‘qitish usuli, muammoli o‘qitish kabi zamonaviy axborot texnologiyalaridan to‘liq foydalaniladigan o‘qitish usullarini qo‘llashlari kerak. Dars davomida o‘qituvchilar interfaol muloqot, kashfiyotli munozara metolaridan foydalanishlari kerak, bu esa o‘qituvchiga ham, o‘quvchilarga ham foydali bo‘ladi. Bundan tashqari bugungi kunda o‘quvchilarni darslardagi faolligini oshirish va bilimlarni yaxshi o‘zlashtirishlari uchun yana bir samarali samarali usul mavjud. Bu o‘quv jarayonida innovatsion texnologiyalardan foydalanish.

O‘quv jarayonida innovatsion texnologiyalardan foydalanish.

Innovatsion texnologiyalar yordamida bugungi kunda barcha sohalarni rivojlantirish osnolashdi. Bu ta’lim sohasini ham chetlab o‘tmadi. Bugungi kun nuqtai nazaridan kelib chiqadigan bo‘lsak har qanday ta’lim dargohida innovatsion texnologiyalar mavjudligi va undan foydalanilayotganligi bu sohaning rivojlanayotganiga yaqqol dalil hisoblanadi. Yarimo‘tkazgichlarga doir bilimlarni o‘rgatishda ham innovatsion metodlarni qo‘llashning ahamiyati katta. Bunday bilimlarga doir kattaliklarning o‘lchovlarining aksar qismi mikro (10^{-6}) yoki nano (10^{-9}) birliklarda o‘lchanadi. Albatta bu kabi o‘lchovlardagi kattaliklarni ko‘z bilan ko‘rishning imkoni yo‘q. Bunday holatda mavzuning mohiyatini o‘quvchi ongida tasvirlash maqsadida kompyuter, monitor yoki proyektor kabi visual innovatsion texnologiyalardan foydalaniladi va bu orqali yuqori samaraga erishiladi. Keling bir nechta innovatsion platformalarni ko‘rib chiqamiz.

1. **PhET plarformasi.** Olingan bilimlarni amaldagi qo‘llanilishini o‘rganish, formulalar keltirib chiqarish va formula orqali masala ishlash jarayonini vertual tarzda yaqqol tushintirib beradigan PHET ilovasidan foydalanish maqsadga muvofiq. Bu ilova orqali nafaqat yarimo‘tkazgichlarga doir, balki fizikaning ko‘plab bo‘limlariga doir masalalar yechish, vertual laboratoriya mashg‘ulotlarini o‘tkazish mumkin. Vertual laboratoriyaning odatdagi laboratoriyadan ustunlik jihatlari bu o‘quvchilar laboratoriya mashg‘ulotlarini aniq o‘lchovlar asosida amalga oshiradilar va jarayon mobaynida texnik ko‘ngilsizliklar deyarli bo‘lmaydi.
2. **Khan Academy.** Bu ta’lim tashkiloti 2006-yilda Hindistonlik Sal Xon tomonidan tashkil etilgan bo‘lib, uning maqsadi butun dunyo o‘rganuvchilariga bilim olishda yordam beradigan onlayn vositalar to‘plamini yaratish. Bu platforma orqali ham nafaqat fizika balki barcha fanlarga oid bilimlarni egallash mumkin.
3. **The Physics Hypertext Book.** Glen Elert tomonidan asos solingan ushbu platforma ingliz tilida faoliyat yuritadi. Ushbu platformadan fizikaga oid matn shaklidagi bilimlani audio holatda topishingiz mumkin. Bu platforma eshitish qobiliyati orqali bilimlarni yaxshi eslab qoluvhi o‘quvchilar uchun juda qo‘l keladi.

4. Lumen Learning. 2013-yilda doktor Devid Uayli va Ken Zanos tomonidan asos solingan Lumen Learning ochiq ta’lim resurslari pedagogikaga yangi g‘oyalarni olib kirish orqali ta’limni yanada arzonroq qilishga bag‘ishlaydi. Veb-saytda 65 dan ortiq mavzular mavjud bo‘lib, ulardan erkin foydalanish mumkin. Lumen Learning ta'lim muassasalari bilan hamkorlik qiladi va agar to‘lov qilish kerak bo‘lgan biror narsa bo‘lsa, talaba emas, muassasa to‘laydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1.Academic Journal of Science and Technology ISSN: 2771-3032 Vol.2, No. 1, 2022

2. O.Q.Quvondiqov, Fizikani o‘qitishda innovatsion texnologiyalardan foydalanish uslubiyati.

3. N.K.Valixonov, biologiyada fizikaning o‘rni. “PEDAGOGS” international research journal

4. Yuldoshev I.A. Tarmoq texnologiyalari bo‘lajak informatika oqituvchilarining ijodiy va kommunikativ qobiliyatlarini rivojlantirish vositasi sifatida // Zamonaviy ta’lim. - Toshkent, 2017. - №4. - B. 4-9.

FIZIKA DARSLARIDA MUAMMOLI STEAM TOPSHIRIQLARI ORQALI O‘QUVCHILARNING MANTIQIY FIKRLASHINI RIVOJLANTIRISH

Sh.Usmanova
Nizomiy nomidagi O‘zMPU Aniq fanlar oliy maktabi dotsenti
Ch.Alixujayeva
2-kurs magistranti

Annotatsiya. Ushbu tezisda umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika fanini o‘qitish jarayonida muammoli STEAM topshiriqlaridan foydalanish orqali o‘quvchilarning mantiqiy fikrlashini rivojlantirish masalasi yoritilgan. Fizik hodisalarni tayyor qoida va formulalar asosida o‘zlashtirish bilan bir qatorda, o‘quvchini muammoni mustaqil aniqlash, mavjud ma’lumotlarni tahlil qilish, taxmin ilgari surish, tajriba natijalarini taqqoslash va asoslangan xulosa chiqarishga yo‘naltirish muhimligi asoslangan. STEAM yondashuvining fizika darslaridagi muammoli topshiriqlar bilan uyg‘unlashuvi hamda uning mantiqiy fikrlashning tahlil, taqqoslash, sabab-oqibatni aniqlash va xulosa chiqarish komponentlarini rivojlantirish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, STEAM, mantiqiy fikrlash, muammoli topshiriq, fizik tajriba, fanlararo integratsiya, tahlil, xulosa.

Abstract

This thesis explores the development of students’ logical thinking through the use of problem-based STEAM tasks in the process of teaching physics in general secondary schools. Alongside learning physical phenomena through ready-made rules and formulas, particular emphasis is placed on guiding students

to independently identify problems, analyze available information, formulate hypotheses, compare experimental results, and draw well-founded conclusions. The thesis examines the integration of the STEAM approach with problem-based tasks in physics lessons and its potential to develop key components of logical thinking, including analysis, comparison, identification of cause-and-effect relationships, and drawing conclusions.

Keywords: physics education, STEAM, logical thinking, problem-based task, physics experiment, interdisciplinary integration, analysis, conclusion.

Hozirgi ta’lim jarayonida o‘quvchining faqat tayyor bilimlarni egallashi emas, balki o‘zlashtirilgan bilimlardan yangi vaziyatlarda foydalana olishi muhim hisoblanadi. Fizika fani mazmuni bunday ko‘nikmalarni shakllantirish uchun keng imkoniyat yaratadi. Chunki fizik hodisalarni tushuntirishda kuzatish, taqqoslash, sabab va oqibatni aniqlash, matematik bog‘lanishlardan foydalanish hamda tajriba natijalarini tahlil qilish talab etiladi.

Fizika darslarida mantiqiy fikrlashni rivojlantirish masalasi alohida tadqiqotlarda ham ko‘rib chiqilgan. Xususan, mantiqiy masalalardan foydalanish, masalalar yechish va muammoli topshiriqlarning o‘quvchilarning fikrlash faoliyatidagi o‘rni yoritilgan. Shu bilan birga, maktab fizika ta’limida STEAM yondashuvini qo‘llash imkoniyatlari ham tadqiq etilgan.

Muammoli STEAM topshirig‘ining asosiy xususiyati shundaki, o‘quvchiga tayyor algoritm berilmaydi. U avvalo muammoli vaziyat bilan tanishadi, muammoni aniqlaydi va uning yechimi bo‘yicha o‘z taxminini ilgari suradi. Keyingi bosqichda fizik bilimlar, matematik hisoblashlar, texnologik vositalar yoki oddiy konstruktorlik faoliyatidan foydalanib, taklif etilgan yechimni tekshiradi. Bunday topshiriqlarni quyidagi ketma-ketlikda tashkil etish mumkin: **muammo → g‘oya→ rejalashtirish → tajriba/model yaratish → natijani tahlil qilish → xulosa.** Mazkur ketma-ketlik o‘quvchining fikrlash faoliyatini izchil tashkil etishga yordam beradi. Masalan, 7-sinf fizika kursi Mexanika bo‘limini o‘qitishda quyidagi muammoli STEAM topshirig‘idan foydalanish mumkin:

“Muhandislar ko‘prikni loyihalashda yukning ta’sirini hisobga oladilar. Agar ko‘prikdan og‘ir yuk mashinasi o‘tsa, konstruksiyaga qanday kuchlar ta’sir qiladi? O‘quvchilar topshiriqni bajarish jarayonida avval tabiatdagi kuchlar haqidagi mavjud bilimlarni faollashtiradilar. Keyin tajribada foydalaniladigan jismlar va materiallarni tanlaydilar. Kuzatiladigan hodisani oldindan taxmin qiladilar. Tajribadan so‘ng kuzatuv natijalarini dastlabki taxmin bilan taqqoslaydilar. Ushbu jarayonda STEAM komponentlari quyidagicha namoyon bo‘ladi:

STEAM vazifasi: O‘quvchilar qog‘oz, karton yoki muzqaymoq tayoqchalaridan kichik ko‘prik yasaydilar.

- **Science** – Kuchlar va Nyuton qonunlari.
- **Technology** – Konstruktorlik dasturi yoki simulyatsiya.
- **Engineering** – Mustahkam konstruksiya yaratish.

- **Art** – Dizayn va shakl.
- **Mathematics** – Yuk massasini va kuchlarni hisoblash.

Bu faoliyatda o‘quvchi faqat fizik qonunni eslab qolmaydi. U “Nima uchun?”, “Qanday qilib?”, “Agar shart o‘zgarsa nima bo‘ladi?” kabi savollar orqali hodisaning sababini izlaydi. Mantiqiy fikrlashni rivojlantirish uchun topshiriqning yakunida “dalil–xulosa” bosqichini kiritish ham maqsadga muvofiq. Masalan, o‘quvchidan:

1. Tajribada nimani kuzatdingiz?
2. Kuzatuvingizni qanday fizik sabab bilan izohlaysiz?
3. Sizning dastlabki taxminingiz tasdiqlandimi?
4. Natijani qanday dalil bilan asoslay olasiz?
5. Tajriba shartlaridan biri o‘zgartirilsa, qanday natija kutasiz?

kabi savollarga javob berish talab qilinadi.

Bunday savollar o‘quvchini oddiy “javobni topish”dan ko‘ra, javobni asoslashga yo‘naltiradi. Natijada mantiqiy fikrlashning muhim tarkibiy qismlari - tahlil qilish, taqqoslash, sabab-oqibat bog‘lanishini aniqlash, faraz qilish va xulosa chiqarish rivojlanadi. Muammoli STEAM topshiriqlarining yana bir muhim jihati -o‘quvchilarga bitta masalaning turli yechimlarini izlash imkoniyatini berishidir. Bir guruh o‘quvchi tajriba asosida, ikkinchi guruh grafik yoki matematik model asosida, boshqa guruh esa konstruktorlik yechimi asosida muammoni hal qilishi mumkin. Yakunda guruhlar o‘z yechimlarini taqqoslaydilar va eng muhim jihat - qaysi yechim nima sababdan shunday natija berganini izohlaydilar. Shunday qilib, STEAM yondashuvi fizika darsini fanlararo faoliyat bilan boyitish bilan birga, o‘quvchining fikrlash jarayonini ham faollashtirish imkonini beradi. Xulosa qilib aytganda fizika darslarida muammoli STEAM topshiriqlaridan foydalanish o‘quvchilarning fizik bilimlarini amaliy vaziyatlarda qo‘llashiga sharoit yaratadi. Bunday topshiriqlarda o‘quvchi muammoni aniqlaydi, taxmin ilgari suradi, tajriba yoki model orqali uni tekshiradi, natijalarni tahlil qiladi va asoslangan xulosaga keladi. Shu sababli STEAM yondashuvini mantiqiy fikrlashni rivojlantirishga yo‘naltirilgan maxsus topshiriqlar tizimi bilan uyg‘unlashtirish fizika ta’limining metodik imkoniyatlarini kengaytiradi. Ayniqsa, 7-sinf fizika kursidagi “Nyuton qonunlari” va “Tabiatda kuchlar” kabi mavzular bunday topshiriqlarni tashkil etish uchun qulay didaktik imkoniyatlarga ega. Mazkur yondashuvning keyingi bosqichida uning samaradorligini tajriba-sinov ishlari orqali aniqlash, o‘quvchilarning mantiqiy fikrlash ko‘rsatkichlarini topshiriqdan oldin va keyin taqqoslash hamda tegishli metodik mezonlarni ishlab chiqish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Soyibnazarov A. O‘quvchilarning fizikadan mantiqiy masalalar yechish ko‘nikmalarini shakllantirish. – *Наука и инновации*, 2023.
2. Nafasova G.B., Siddiqova Sh. Fizikadan masalalar yechish jarayonida o‘quvchilarning mantiqiy tafakkurini rivojlantirish metodikasini takomillashtirish masalalari. – *Ta’lim va taraqqiyot*, 2025.

3. Abdusalimova N. Maktab ta’lim tizimida STEAM texnologiyasidan foydalanib fizika darslarini tashkil etishning afzalliklari. – *Ijtimoiy-gumanitar fanlarning dolzarb muammolari*, 2023.

4. Umirov A.A. Fizika fanini o‘qitishda STEAM yondashuvining samaradorligi. – *International Journal of Scientific Researchers*, 2025.

MOLEKULYAR FIZIKA BO‘YICHA VIRTUAL LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARINI TASHKIL ETISHDA SUN’IY INTELLEKTDAN FOYDALANISH METODIKASI

Begzatova Shaxnoza Paxriddinovna[1],
Mirjamilova Feruza Otabek qizi[2]
[1] Chirchiq davlat pedagogika universiteti, katta o‘qituvchisi
[2] Chirchiq davlat pedagogika universiteti, 4-kurs o‘quvchisi

Annotatsiya

Annotatsiya. Mazkur maqolada molekulyar fizika bo‘yicha virtual laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish masalalari yoritilgan bo‘lib, o‘quvchilarning mustaqil ishlashi, mantiqiy fikrlashi va tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qilishi asoslangan.

Kalit so‘zlar: molekulyar fizika, virtual laboratoriya, sun’iy intellekt, raqamli ta’lim, adaptiv ta’lim, PhET, molekulyar-kinetik nazariya, virtual modellashtirish.

Bugungi kunda ta’lim jarayonini raqamlashtirish va zamonaviy axborot texnologiyalaridan samarali foydalanish oliy ta’lim oldida turgan muhim vazifalardan biridir. Ayniqsa, fizika fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish nazariy bilimlarni tajriba bilan bog‘lash, murakkab fizik jarayonlarni vizual tasvirlash va o‘quvchilarning mustaqil faoliyatini tashkil etish imkoniyatlarini kengaytirmoqda.

Molekulyar fizika va termodinamika bo‘limlarini o‘rganishda bu masala alohida ahamiyatga ega. Chunki ushbu bo‘limda o‘rganiladigan ko‘plab jarayonlar mikroskopik darajada sodir bo‘ladi va ularni bevosita kuzatish imkoniyati cheklangan. Molekulalarning tartibsiz harakati, diffuziya, Broun harakati, gaz bosimining molekulalar harakati bilan bog‘liqligi yoki molekulalar tezliklarining taqsimlanishini oddiy laboratoriya sharoitida to‘liq namoyish etish qiyin.

Shu sababli virtual laboratoriyalar molekulyar fizika bo‘yicha amaliy mashg‘ulotlarni tashkil etishda muhim vosita sifatida qaralmoqda. Virtual muhitda fizik jarayonlarni turli parametrlar asosida modellashtirish, tajribani bir necha marta takrorlash va olingan natijalarni taqqoslash imkoniyati mavjud. Biroq an’anaviy virtual laboratoriyalarda barcha o‘quvchilar uchun bir xil topshiriqlardan foydalanilishi ularning individual tayyorgarlik darajasini hisobga olish imkoniyatini cheklaydi.

Mazkur muammoni bartaraf etishda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish yangi metodik imkoniyatlarni yaratadi. Sun’iy intellekt yordamida o‘quvchining bilim darajasini aniqlash, unga mos topshiriqlarni tanlash, tajriba jarayonidagi xatolarni tahlil qilish va zarur hollarda yo‘naltiruvchi tavsiyalar berish mumkin.

Virtual laboratoriya mashg‘ulotlarini sun’iy intellekt asosida tashkil etishning asosiy maqsadi o‘quvchining mustaqil eksperimental faoliyatini qo‘llab-quvvatlash va ta’lim jarayonini individuallashtirishdan iborat. Bunday yondashuvda virtual laboratoriya oddiy tayyor simulyatsiya sifatida emas, balki o‘quvchining faoliyatini kuzatib, unga mos ravishda o‘quv topshiriqlarini o‘zgartira oladigan raqamli ta’lim muhiti sifatida tashkil etiladi.

Metodik jihatdan bunday tizimni bir necha bosqichda amalga oshirish mumkin. Avvalo, mashg‘ulot boshida o‘quvchining molekulyar fizika bo‘yicha boshlang‘ich bilimlarini aniqlash uchun qisqa test yoki diagnostik topshiriq beriladi. Olingan natijalarga ko‘ra o‘quvchining tayyorgarlik darajasi aniqlanadi. Keyingi bosqichda unga mos murakkablikdagi virtual laboratoriya topshirig‘i shakllantiriladi.

Masalan, gaz qonunlarini o‘rganishda bir o‘quvchiga bosim va hajm o‘rtasidagi bog‘lanishni aniqlash topshirig‘i berilsa, boshqa o‘quvchiga harorat o‘zgarishining gaz holatiga ta’sirini tadqiq qilish topshirilishi mumkin. Tajriba parametrlarining turlicha berilishi o‘quvchilarni tayyor javob yoki boshqa o‘quvchining hisobotidan foydalanishdan ko‘ra, o‘z tajribasini mustaqil bajarishga undaydi.

Sun’iy intellektdan foydalanishning yana bir muhim yo‘nalishi – tajriba jarayonida o‘quvchining xatolarini aniqlash va unga yo‘naltiruvchi tavsiyalar berishdir. Masalan, o‘quvchi izobarik jarayonni o‘rganishda bosim o‘zgarmasligini ta’minlamasa, tizim tayyor javobni bermasdan, tegishli fizik qonuniyatni eslatishi mumkin. Bunda o‘quvchi o‘z xatosini mustaqil aniqlashi va uni tuzatishi uchun sharoit yaratiladi.

Bunday yondashuvning muhim jihati shundaki, sun’iy intellekt o‘qituvchini almashtirish uchun emas, balki o‘qituvchining metodik faoliyatini qo‘llab-quvvatlash uchun xizmat qiladi. O‘qituvchi umumiy o‘quv jarayonini boshqaradi, sun’iy intellekt esa individual topshiriqlar, tavsiyalar va dastlabki tahlilni amalga oshirish vositasi sifatida qo‘llaniladi.

Molekulyar fizikaning ko‘plab mavzularini virtual laboratoriya yordamida modellashtirish mumkin. Jumladan, ideal gaz qonunlari, diffuziya, Broun harakati, molekulalarning tartibsiz harakati, gaz bosimining haroratga bog‘liqligi va molekulalarning tezliklar bo‘yicha taqsimlanishi shular jumlasidandir.

Virtual laboratoriya mashg‘ulotlarida PhET kabi interaktiv simulyatsiyalardan foydalanish ham o‘quvchilarga fizik jarayonlarni ko‘rgazmali ravishda o‘rganish imkonini beradi. Bunda sun’iy intellekt simulyatsiyaning o‘zini almashtirmaydi, balki uning atrofida individual topshiriq, savol, maslahat va tahlil mexanizmini shakllantiruvchi vosita sifatida qo‘llanilishi mumkin.

Virtual laboratoriya mashg‘ulotlarida sun’iy intellektdan foydalanishning yana bir yo‘nalishi o‘quvchilarning faoliyatini avtomatik tahlil qilishdir. Tizim o‘quvchining topshiriqni bajarish ketma-ketligi, kiritgan parametrlar, o‘lchash natijalari va yakuniy xulosalarini tahlil qilishi mumkin.

Bunda baholash faqat yakuniy javobga asoslanmasdan, tajribani bajarish jarayonini ham qamrab oladi. Masalan, o‘quvchi yakuniy natijani to‘g‘ri olgan bo‘lsa-da, tajriba parametrlarini noto‘g‘ri tanlagan bo‘lishi mumkin. Sun’iy intellekt bunday holatni aniqlab, o‘qituvchiga qo‘shimcha ma’lumot taqdim etishi mumkin.

Sun’iy intellekt asosida tashkil etilgan virtual laboratoriyalarning asosiy afzalligi - ta’limni individuallashtirish imkoniyatidir. Har bir o‘quvchi o‘zining tayyorgarlik darajasiga mos topshiriq bilan ishlashi, xatolariga mos tavsiyalar olishi va tajribani bir necha marta takrorlashi mumkin. Bu esa mustaqil ta’lim faoliyatini rivojlantirish uchun qulay sharoit yaratadi.

Ikkinchi muhim jihat - murakkab mikroskopik jarayonlarni ko‘rgazmali tasvirlash imkoniyatidir. Molekulalarning tartibsiz harakati, to‘qnashuvlari va energiya taqsimotini virtual muhitda kuzatish o‘quvchining mavhum tushunchalarni yaxshiroq o‘zlashtirishiga yordam beradi.

Shu bilan birga, sun’iy intellektdan foydalanish ayrim muammolarni ham yuzaga keltiradi. Birinchidan, sun’iy intellekt tomonidan beriladigan tavsiyalarning ilmiy jihatdan to‘g‘riligi nazorat qilinishi kerak. Ikkinchidan, o‘quvchining tayyor javobga haddan tashqari bog‘lanib qolishining oldini olish zarur. Uchinchidan, virtual laboratoriya real tajribaning barcha jihatlarini to‘liq almashtira olmaydi. Shuning uchun virtual va real laboratoriya mashg‘ulotlarini o‘zaro uyg‘unlashtirish maqsadga muvofiq.

Bundan tashqari, o‘quvchilarga sun’iy intellektdan foydalanishning akademik halollik tamoyillari tushuntirilishi kerak. Sun’iy intellekt tayyor javobni olish vositasi emas, balki muammoni tushunish, tajribani tahlil qilish va mustaqil xulosa chiqarishga yordam beruvchi vosita sifatida qo‘llanilishi lozim.

Molekulyar fizika bo‘yicha virtual laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishda sun’iy intellektdan foydalanish ta’lim jarayonini individuallashtirish, murakkab mikroskopik jarayonlarni vizuallashtirish, o‘quvchilarning eksperimental faoliyatini tahlil qilish va o‘quv natijalarini baholash uchun yangi imkoniyatlar yaratadi. Ayniqsa, gaz qonunlari, diffuziya, Broun harakati va molekulalarning tezliklar bo‘yicha taqsimlanishini o‘rganishda virtual modellashtirishning didaktik imkoniyatlari yuqori.

Taklif etilayotgan metodikada sun’iy intellektning asosiy vazifasi o‘quvchining o‘rniga masalani yechish emas, balki uning individual ta’lim faoliyatini qo‘llab-quvvatlash, xatolarini aniqlash va mustaqil fikrlashga yo‘naltirishdan iborat. Shu sababli sun’iy intellekt bilan integratsiyalashgan virtual laboratoriyalarni molekulyar fizika mashg‘ulotlariga joriy etish o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog‘lash, raqamli

kompetensiyalarini rivojlantirish va tadqiqotchilik koʻnikmalarini shakllantirishga xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar roʻyxati:

1. Гомулина Н.Н. Информационные технологии в обучении физике и астрономии. – М.: Бином, 2015.
2. Полонский В.М. Научно-педагогическая информация: словарь-справочник. – М.: Новая школа, 1995.

KOGNITIV VA RAQAMLI YONDASHUVLAR ASOSIDA O‘QUVCHILARINING ILMIY-FIZIK KO‘NIKMALARINI RIVOJLANTIRISH

Najimatdinova Nazlimxan Jamalatdin qizi
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti doktoranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy kognitiv pedagogika va raqamli texnologiyalar integratsiyasi asosida yuqori sinf oʻquvchilarining ilmiy-tadqiqotchilik koʻnikmalarini rivojlantirish hamda ilmiy dunyoqarashni shakllantirish masalalari yoritilgan. Tadqiqotda kognitiv yondashuv oʻquvchilarning fikrlash jarayonlari, muammoli vaziyatlarni tahlil qilish va axborotni chuqur anglash imkoniyatlarini kengaytirishi, raqamli vositalar esa nazariy bilmlarni amaliy tadqiqotga aylantirishning samarali vositasi ekanligini koʻrsatib berilgan.

Maqolada fizika darslarida kognitiv-raqamli topshiriqlarni loyihalash va ularni oʻquv jarayoniga tatbiq etish metodikasi taklif etilgan. Shuningdek, fizik hodisalarni modellashtirish va raqamli eksperimentlar oʻtkazish orqali oʻquvchilarning mantiqiy, tahliliy hamda mustaqil ilmiy izlanish olib borish sifatlarini shakllantirishning pedagogik shart-sharoitlari asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari umumiy oʻrta ta’lim maktablarida fizika fanini oʻqitish samaradorligini oshirish va oʻquvchilarning ilmiy dunyoqarashini kengaytirishga xizmat qiladi.

Kalit soʻzlar: kognitiv yondashuv, raqamli texnologiyalar, fizika ta’limi, yuqori sinf oʻquvchilari, ilmiy-tadqiqotchilik koʻnikmalari, ilmiy dunyoqarash, virtual laboratoriya, interaktiv modellashtirish.

Kirish. Zamonaviy ta’limda raqamlashtirish va kognitiv yondashuv fizika fanini oʻqitish samaradorligini oshirishning muhim omili hisoblanadi. Yuqori sinf oʻquvchilarining ilmiy dunyoqarashini kengaytirish hamda ularda mustaqil ilmiy-tadqiqotchilik koʻnikmalarini shakllantirish davr talabidir. Biroq, amaliyotda raqamli texnologiyalar va kognitiv usullarni oʻzaro integratsiyalashgan holda qoʻllash metodikasi yetarlicha ishlab chiqilmagan. Ushbu tadqiqotning maqsadi-kognitiv va raqamli yondashuvlar sintezi asosida fizika darslarida yuqori sinf oʻquvchilarining ilmiy-tadqiqot koʻnikmalari hamda dunyoqarashini rivojlantirish metodikasi yaratish va uning samaradorligini asoslashdan iborat. Raqamli modellashtirish va kognitiv topshiriqlarni oʻquv jarayoniga tizimli tatbiq

etish o‘quvchilarning tahliliy fikrlashini hamda mantiqiy xulosalar chiqarish qobiliyatini sezilarli darajada oshiradi, degan gipoteza ilgari suriladi.

Adabiyotlar sharhi. Fizika ta’limida kognitiv yondashuv va raqamli texnologiyalardan foydalanish masalalari mahalliy va xorijiy tadqiqotchilarning e’tibor markazida bo‘lib kelmoqda. O‘quvchilarning ilmiy dunyoqarashini va mantiqiy fikrlashini shakllantirishda pedagogik kognitivizmning roli N.Sh. Turdiyev [1] hamda J.O. Avloqulov [2] tadqiqotlarida atroflicha tahlil qilingan. Olimlar o‘z ishlarida fizika darslarida muammoli vaziyatlarni yaratish o‘quvchilarning aqliy operatsiyalarini faollashtirishni ko‘rsatib o‘tishgan. Zamonaviy raqamli va virtual laboratoriyalarning fizika ta’limidagi o‘rni hamda ularning o‘quvchilar tadqiqotchilik ko‘nikmalariga ta’siri B.A. Mirzaxmedov va boshqalar [3] hamda U.E. Begimqulov [4] monografiyalarida asoslab berilgan. Mualliflar kompyuterli modellashtirish abstraktsiyani amaliy tajribaga aylantirishning samarali vositasi ekanligini ta’kidlashadi. Rossiya ilmiy-pedagogik maktabida raqamli ta’lim muhitida fizika o‘qitish va kognitiv topshiriqlarni loyihalash masalalari V.V. Laptev [5], hamda V.A. Izvozchikov [6] asarlarida chuqur o‘rganilgan. Ularning fikricha, axborot texnologiyalari va kognitiv model integratsiyasi o‘quvchida mustaqil ilmiy gipoteza tuzish va uni tekshirish ko‘nikmasini rivojlantiradi. Shuningdek, G.M. Gomulina [7] virtual simuliyatsiyalarning fizika darslarida ilmiy dunyoqarashni kengaytirishdagi o‘rnini alohida ko‘rsatgan.

Biroq, ushbu manbalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, yuqori sinf o‘quvchilarida aynan kognitiv va raqamli yondashuvlarning uzviy sintezi asosida ilmiy-tadqiqot ko‘nikmalarini kompleks rivojlantirish masalasi alohida tadqiqotni talab etadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot jarayonida kognitiv va raqamli yondashuvlar integratsiyasini ta’minlash uchun nazariy hamda empirik usullardan foydalanildi. Nazariy darajada pedagogik va kognitiv psixologiya adabiyotlari tahlili, tizimli modellashtirish hamda kognitiv topshiriqlarni loyihalash metodlari qo‘llanildi[1]. Empirik bosqichda Toshkent shahri umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 10-11 sinf o‘quvchilari o‘rtasida pedagogik tajriba-sinov ishlari tashkil etildi. Tajriba guruhlarida fizika darslari PhET interactive simulations va kompyuterli modellashtirish kabi raqamli vositalar hamda muammoli kognitiv vaziyatlar asosida olib borildi [2]. Nazorat guruhlarida esa an’anaviy ta’lim metodlari saqlab qolindi. O‘quvchilarning ilmiy-tadqiqotchilik ko‘nikmalari hamda ilmiy dunyoqarashi darajasini baholash uchun maxsus kognitiv testlar, amaliy laboratoriya topshiriqlari hamda kuzatuv kartalari qo‘llanildi. Olingan natijalarning ishonchliligini va matematik-statistik qayta ishlashni ta’minlash maqsadida Styudentning t-kriteriyasi metodikasidan foydalanildi.

Natijalar va muhokama. Tadqiqot doirasida kognitiv va raqamli yondashuvlar integratsiyasiga asoslangan metodikaning o‘quvchilar ilmiy-tadqiqot ko‘nikmalari va dunyoqarashiga ta’siri mezonli tahlil qilindi. Tajriba-sinov ishlarida maktablarning 10-11 sinf o‘quvchilari (Tajriba guruhi, TG: n_1 =75, Nazorat guruhi, NG: n_2 =73) ishtirok etdi.

1-jadval. O‘quvchilarning ilmiy-tadqiqot ko‘nikmalari shakllanganlik darajasining mezonlar bo‘yicha ko‘rsatkichlari:

Ilmiy-tadqiqot ko‘nikmalari mezonlari	TG (n_1=75) Yuqori/O‘rta/Qoniqarsiz	NG (n_2=73) Yuqori/O‘rta/Qoniqarsiz	X^2 (Xiy-kvadrat) va p-qiymat
Ilmiy gipotezani shakllantirish va rejalashtirish	42.7/48.0/9.3	19.2/52.0/28.8	X^2=11.45, p<0.01
Raqamli/virtual modellashtirish va eksperiment	56.0/37.3/6.7	21.9/46.6/31.5	X^2=18.22, p<0.001
Ma’lumotlarni tahlil qilish va xulosa chiqarish	49.3/44.0/6.7	23.3/49.3/27.4	X^2=13.84, p<0.001
O‘rtacha umumiy ko‘rsatkich	**49.3/43.1/7.6**	**21.5/49.3/29.2**	**Statistik sezilarli (p<0.001)**

Tajriba yakunida olingan ma’lumotlar X^2 (Xiy-kvadrat) mezoni yordamida statistik qayta ishlanganda, TG va NG o‘rtasidagi farqlar yuqori darajada ishonchli deb topildi ($X^2_{hisob} > X^2_{krit}$=5.99, α=0.05).

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, raqamli modellashtirish va kognitiv topshiriqlar sintezi o‘quvchilarning fizik hodisalarga yuzaki emas, balki chuqur va kognitiv kirib borishini ta‘minladi. Tajriba guruhida o‘quvchilar obyekt va hodisalarning sabab-o‘qibat bog‘liqliklarini ko‘rish orqali nafaqat amaliy ko‘nikmalarga ega bo‘ldilar, balki ilmiy manzarani yaxlit idrok etish imkoniga ega bo‘ldilar. Bu esa ularda ob‘ektiv ilmiy dunyoqarash shakllanganligining asosiy ko‘rsatkichidir.

Xulosa. Tadqiqot natijalari kognitiv va raqamli yondashuvlar integratsiyasi asosida fizika darslarida yuqori sinf o‘quvchilarining ilmiy-tadqiqot ko‘nikmalari hamda dunyoqarashini rivojlantirishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini tasdiqladi. Raqamli modellashtirish va kognitiv topshiriqlarning tizimli qo‘llanilishi o‘quvchilarda fizik hodisalarni anglash, gipotezalar ilgari surish hamda tahliliy xulosalar chiqarish darajasini sezilarli oshirdi. Tajriba guruhida yuqori darajali ko‘rsatkichlarning nazorat guruhiga nisbatan statistik ishonchli o‘sishi (X^2 =18.22, p<0.001) taklif etilgan modelning amaliy qiymatini ko‘rsatadi. Ushbu metodikani umumta’lim maktablari fizika va STEAM darslarida keng joriy etish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR RO‘XATI

1. Turdiyev N.Sh. Fizikani o‘qitishda o‘quvchilarning bilish faoliyatini boshqarish.- Toshkent: Fan, 2012
2. Avloqulov J.O. Fizika ta’limida kognitiv yondashuvni qo‘llash metodikasi.- Toshkent: O‘qituvchi,2019.
3. Mirzaxmedov B.A. va boshqalar. Fizika o‘qitish metodikasi- Toshkent: O‘qituvchi, 2010.

4. Begimqulov U.E. Pedagogik ta’limda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish.- Toshkent: Fan, 2007.

5. Лаптев В.В. Методическая система обучения физике в современной цифровой школе.- СПб: Естествознание, 2018.

6. Извозчиков В.А. Концепция информатизации образования и обучения физике.- М.: Просвещение, 2015.

7. Гомулина Г.М. Использование интерактивных виртуальных лабораторий в обучении физике // Физика в школе.-2020.-№4.-С. 18-24

FIZIKANING ATOM HAMDA YADRO VA ELEMENTAR ZARRALAR FIZIKASI BO‘LIMLARINING O‘QITILISHI HOLATI TO‘G‘RISIDA

Nasriddinov Komiljon Raxmatovich
f.-m.f.d., professor, Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada pedagogika oliy ta’lim muassasalarida Umumiy fizikaning Atom fizikasi hamda Yadro va elementar zarralar fizikasi bo‘limlarining hozirgi o‘qitilish holati tahlil qilingan va bu bo‘limlar mazmunini takomillashtirish zarurligi bayon qilingan.

Kalit so‘zlar: atom fizikasi, atom fizikasi jarayonlari, tashqi maydondagi atom xususiyatlari, yadro fizikasi, yadro jarayonlari, yadro kuchlari, elementar zarralar fizikasi, zarralar xarakteristikalari, zarralar olami, o‘qitish muammolari.

Mustaqillik yillarida respublikamizda zamon va xalqaro talablarga javob beradigan, raqobatbardosh kadrlar tayyorlash davlatimizning ta’lim sohasidagi siyosati darajasiga ko‘tarildi. Unga ko‘ra, raqobatbardosh kadrlar tayyorlashga xizmat qiladigan yangi o‘quv adabiyotlari avlodini yaratish, o‘qitiladigan fanlar mazmunini fanning so‘nggi yutuqlari bilan boyitish, fan-ta’lim-ishlab chiqarish integratsiyasini ta’minlash, ilg‘or zamonaviy ta’lim texnologiyalarini ta’lim jarayoniga tadbiq qilish kabi keng qamrovli ishlar amalga oshirildi va oshirilmoqda. Shu bilan birga jahon ta’lim tizimiga integratsiyalashuv jarayoni ham davom etmoqda. Shu munosabat bilan rivojlangan davlatlar oliy ta’lim tizimida mavjud bo‘lgan kredit – modul tizimi ham oliy ta’limga joriy qilindi. Unga ko‘ra, o‘quv yuklamasining bir qismi mustaqil ta’limga ajratildi hamda bu yuklamani talabalarning o‘zlari mustaqil o‘qib-o‘rganishlari belgilandi. Mustaqil ta’limning nazoratini ta’minlash maqsadida ON, JN hamda YN savol – topshiriqlarining 50 % mustaqil ta’limga ajratilgan mavzulardan iborat bo‘lishi me’yoriy hujjatlarda belgilab qo‘yilgan. Oliy ta’limni isloh qilish, uning raqobatbardoshligini ta’minlashga qaratilgan yuqorida ta’kidlab o‘tilgan vazifalar qatorida o‘quv fanlarining mazmuni takomillashtirish muammosi asosiy o‘rinni egallashi shubhasiz. Shu sababli ham ushbu ishda Umumiy fizikaning Atom fizikasi hamda Yadro va elementar zarralar fizikasi bo‘limlarining hozirgi

o‘qitilish holati, xususan, bu bo‘limlarning mazmuni yuzasidan olib borilgan tahlil ishlariga to‘xtalib o‘tmoqchimiz.

Atom fizikasi bo‘limi mazmuni tarixan shunday mavzulardan tashkil topgan bo‘lib, ular shunday ketma-ketlikda biri-birini to‘ldirgan holda atomning tuzilishi, tabiati va xususiyatlarini shunday ochib beradiki, natijada talabalarda bu bo‘lim to‘g‘risida, atom tabiati, xususiyatlari to‘g‘risida tasavvur va bilimlarning to‘liq shakllanishiga asos bo‘lib xizmat qiladi. Masalan, Rezerford tajribasi, Bor postulatlari, Frank-Gerts tajribasi, Vodorod atomi nurlanish spektrlari, Vodorod atomi energetik sathlari nozik strukturasi, Kombinatsion prinsip, De-Broyl g‘oyasi, Devisson-Jermer tajribasi, Elektron spini tushinchasi, Shtern-Gerlax tajribasi, Mozeli qonuni, Fotoeffekt va Kompton effekti, Tashqi magnit maydonida atom xususiyatlari, Spin-orbital o‘zaro ta’sir, Larmor teoremasi, Oddiy va murakkab Zeyeman effektlari, Pashen-Bak effekti, Tashqi elektr maydonida atom xususiyatlari, Shtark effekti kabi mavzular shu sababli ham o‘z ahamiyatini hech qachon yo‘qotmaydi.

Yadro va elementar zarralar fizikasi bo‘limi mazmuni, bu bo‘limga kirgan mavzular to‘g‘risida ham shunday fikrni keltirish mumkin. Bu bo‘limning hozirda mavjud fan dasturida yadro fizikasiga tegishli mavzular ma’lum ma’noda qoniqarli holatda. Lekin yadro fizikasiga doir murakkab mavzularning yangi pedagogik texnologiyalar asosida talabalar tomonidan o‘zlashtirilishi samaradorligini oshirish [1, 2, 6] hamda nazariy ma’lumotlarni mustahkamlashga xizmat qiluvchi amaliy mashg‘ulotlar mazmunini takomillashtirishga yo‘naltirilgan tadqiqotlar keng ko‘lamda olib borilmoqda [3, 5]. Respublikamizda atom energetikasini yo‘lga qo‘yish va rivojlantirishga yo‘naltirilgan istiqbol rejalar ham bu bo‘limni mukammal o‘qitishni taqoza qiladi. Ammo shu bo‘limning elementar zarralar qismiga tegishli mavzular yetarli darajada emas. Elementar zarralar fizikasi so‘nggi 30-35 yil mobaynida katta rivojlanish yo‘lini bosib o‘tdi. Lekin bu yangiliklar hozirda o‘quv jarayonida o‘z aksini topmagan. Masalan, Birlashtiruvchi nazariyalar, Qora materiya, Qora energiya, Neytrino otsillyatsiyasi, Higgs zarrasi kabi ko‘plab mavzular fan dasturida o‘z aksini topmagan. Bundan tashqari, hozirda mavjud fan dasturiga ko‘ra zarralar fizikasi ma’ruzalariga 8 soat vaqt ajratilgan va Elementar zarralar fizikasi tarixi va tushinchalari, Elementar zarralar xarakteristikalari, G‘alati zarralar va ularning xarakteristikalari, Maftunkor zarralar va ularning xarakteristikalari mavzularini qamrab olgan. Zarralar fizikasining amaliy mashg‘ulotlari mazmuni ham talab darajasida emas. Shu sababli ham Atom fizikasi hamda Yadro va elementar zarralar fizikasi bo‘limlari nazariy va amaliy mashg‘ulotlari mazmunini takomillashtirish borasida keng qamrovli tadqiqot ishlari olib borilmoqda [1-9].

Ikkinchi tomondan, ishlash prinsipi bu bo‘limlarga tegishli fizik jarayonlarga asoslangan ko‘plab qurilmalar meditsina, tog‘-kon sanoati, bojxona, aloqa, xavfsizlik tizimi kabi ko‘plab sohalarda keng qo‘llanilmoqda. Shu sababli ham bo‘lajak fizik va fizika o‘qituvchilari bu bo‘limlarni jahon talablari asosida mukammallashtirilgan mazmun asosida o‘zlashtirishlaridan tashqari bu bilimlar

asosida ishlaydigan qurilma va asboblarning keng qo‘llanilishi haqida ham to‘liq tushuncha va tasavvurlarga ega bo‘lishlari talab qilinadi. Shu sababli ham bu bo‘limlarning mazmunida aks etgan bilimlarning xalq xo‘jaligining turli sohalarida qo‘llanilishi to‘g‘risida ham ma’lumotlar berilishi zarur.

Yuqorida keltirilgan tahlil natijalaridan Atom fizikasi hamda Yadro va elementar zarralar fizikasi bo‘limlari mazmunini takomillashtirish imkoniyatlari mavjudligi yaqqol ko‘rinib turganligini ta’kidlab o‘tishimiz mumkin. Masalan, Atom fizikasi bo‘limi fan dasturida Tashqi magnit maydonida atom xususiyatlari, Spin-orbital o‘zaro ta’sir, Larmor teoremasi, Oddiy va murakkab Zeyeman effektlari, Pashen-Bak effekti, Tashqi elektr maydonida atom xususiyatlari, Shtark effekti kabi mavzular aks etmagan.

Yadro va elementar zarralar fizikasi bo‘limi mazmunini ham Yadro modellari, Yadro nurlanishlarining atrof-muhit bilan o‘zaro ta’siri, Dozimetriya elementlari, Nurlanish dozalari, Zarralar fizikasida o‘lchov tushunchalari va birliklar, Tezlatgichlar-elementar zarralar fizikasining asosiy quroli, Zarralarning o‘zaro bir-biriga aylanishi, Elementar zarralar fizikasi mashtablari va o‘lchamlari, Simmetriya va saqlanish qonunlari, *C*-, *P*-, *T* – almashtirishlar va simmetriyalar, CPT-teorema, Kombinatsion juftlik va neytral K –mezonlar xossalari, Kvarklar, glyuonlar va ularning xarakteristikalari, Fundamental zarralar sinfi, Yangi zarralarni izlash kabi mavzular bilan boyitish imkoniyati mavjud. Ayniqsa, zarralar fizikasi amaliy mashg‘ulotlari hozirda talab darajasida olib borilmaydi, shu sababli ham zarralar fizikasi amaliy mashg‘ulotlari mazmuni takomillashtirilgan va bu sohadagi bilimlarni mustahkamlashga xizmat qiluvchi masalalar hamda test topshiriqlari ishlab chiqilgan [7-9].

Shu taxlit biz ikkala bo‘limning mazmunini takomillashtirsak, talabalarga bu bo‘limlarning to‘liq mazmunini ochib berishga imkon yaratgan bo‘lamiz. Bu esa o‘z navbatida ularda atom, yadro va zarralar bilan sodir bo‘ladigan jarayonlar to‘g‘risida to‘liq tasavvurlar shakllanishiga olib keladi. Bu vazifalarni hal qilish bilan birga oliy ta’limning globallashuvi sharoitida tayyorlanayotgan mutaxassislarimizning raqabotbardoshligini ham ta’minlashga hissa qo‘shgan bo‘lamiz. Fizika fani fundamental fanlar sirasiga kirganligi sababli ham boshqa davlatlar oliy ta’lim tizimida o‘qitiladigan Umumiy fizika kursining shu bo‘limlari mazmuniga hamohang fan dasturi asosida o‘qitishimiz talab qilinadi.

Pedagogika oliy ta’lim muassasalarida Umumiy fizika fanining Atom fizikasi hamda Yadro fizikasi va elementar zarralar fizikasi bo‘limlari mazmunini takomillashtirish orqali biz quyidagilarga erishamiz:

1. Bu bo‘limlar mazmuni bu bo‘limlarga tegishli so‘nggi fan yutuqlari bilan boyitiladi, tarixan shakllangan mazmun fan dasturlarida to‘liq aks etadi, bu esa talabalarda shu bo‘limlarga tegishli to‘liq tasavvur hamda bilimlarning shakllanishiga xizmat qiladi, rivojlangan davlatlar oliy ta’lim muassasalari bilan akademik talaba va professor-o‘qituvchilar almashish va ta’lim sohasidagi globallashuv jaroyonlarida ijobiy natija beradi.

2. Tarixan shakllangan mazmunni saqlab qolish ta’lim jarayonida o‘quv yuklamalari nuqtai nazaridan muammolar yuzaga keltirmaydi, chunki ortiqcha yuklamani mustaqil ta’limga yo‘naltirish imkoniyati mavjud, faqat o‘quv adabiyotlarini bu bo‘limlarning takomillashgan mazmuni asosida yaratish talab qilinadi xalos.

3. Bu bo‘limlarning takomillashgan mazmunini talabalar tomonidan o‘zlashtirilish samaradorligini oshirishda turli dasturiy vositalar, animatsiyalar, zamonaviy AKT imkoniyatlari hamda yangi pedagogik texnologiyalarni qo‘llash imkoniyatlari yuzaga keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Nasriddinov K.R., Xudayberdiyev E.N., Samandarov L.Q., Xudoy-berdiyev M.E. Atom fizikasi. – Toshkent. Zebo Prints, 2025. – 412 b.

2. E.N.Xudayberdiyev, K.R.Nasriddinov, A.M.Madaliyev, L.Q.Samandarov, M.E.Xudoyberdiyev. Atom yadrosi va elementar zarralar fizikasi. – Toshkent. Zebo prints, 2026. – 484 b.

3. Nasriddinov K.R., Xudayberdiyev E.N., Qosimjonov R.V., Samandarov L.Q. Umumiy fizika. Atom va yadro fizikasidan masalalar to‘plami. –Toshkent. Malik print co, 2022. – 210 b.

4. Nasriddinov K.R., Madaliyev A.M. Umumiy fizika. Elementar zarralar fizikasi asoslari. –Toshkent. Ishonchli hamkor, 2021. – 128 b.

5. Qosimjonov R.V. Yadro fizikasi amaliy mashg‘ulotlarining takomillash-tirilgan mazmuni // TDPU ilmiy axborotlari. –Тошкент, 2020. –№ 12. – B. 151–155.

6. Samandarov L.Q. Integrativ yondashuv asosida yadro fizikasi bo‘limini o‘qitish metodikasini takomillashtirish. Ped. fan. falsafa doktori. diss. – Qarshi. QarDU, 2023. – 125 b.

7. Мансурова М.Ю. Олий таълимда элементар зарралар физикаси мазмуни ва уни ўқитиш методикаси (бакалавриат босқичи мисоли-да). Пед.фан.фан. номзоди. …дисс. – Тошкент. ТДПУ, 2009. – 126 б.

8. Madaliyev A.M. Elementar zarralar fizikasi bo‘limi amaliy mashg‘ulotlari mazmunini takomillashtirish metodikasi (pedagogika oliy ta’lim muassasalari misolida). Ped.fan.fals.dok. …diss. – Namangan. NamDU, 2023. – 106 b.

9. Davletniyazov S.P. Elementar zarralar fizikasini o‘qitishda fanlararo aloqadorlik tamoyilidan foydalanish uslublari. Ped.fan.b.fals.dok. …diss. – Nukus. Nukus DPI, 2024. – 106 b.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ

Нишанова Сарвиноз Бахтиёр кизи[1]
[1]Ташкентский химико-технологический институт, Янгиерский филиал.

Аннотация: В статье рассматриваются возможности использования виртуальных лабораторий при преподавании физики. На основе анализа научных исследований показаны преимущества интерактивных симуляций для визуализации физических процессов, повышения эффективности обучения и развития исследовательских навыков обучающихся.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, физика, PhET, интерактивная симуляция, цифровые технологии, физическое образование.

Современное физическое образование требует сочетания теоретического изучения физических закономерностей с экспериментальной деятельностью обучающихся. Однако проведение традиционных лабораторных работ нередко связано с ограниченным количеством оборудования, временными затратами, требованиями безопасности и невозможностью непосредственного наблюдения отдельных физических процессов. В этих условиях одним из перспективных направлений цифровизации образовательного процесса становится применение виртуальных лабораторий и интерактивных компьютерных симуляций.

Виртуальная лаборатория позволяет моделировать физические явления в цифровой среде, изменять параметры эксперимента и непосредственно наблюдать влияние этих изменений на исследуемый процесс. Особенно широкое распространение в преподавании физики получила платформа PhET Interactive Simulations. Систематический обзор Campos Mera и Benarroch, охвативший исследования из баз Scopus, ERIC и Web of Science, показал, что среди рассматриваемых виртуальных лабораторий наиболее часто используется именно PhET, а физика является наиболее представленной учебной дисциплиной [1].

Результаты современных исследований свидетельствуют о значительном образовательном потенциале таких технологий. В метаанализе Medeiros, Naia и Lopes были первоначально рассмотрены 1589 научных публикаций, из которых 22 исследования соответствовали установленным критериям анализа. Авторы установили, что применение PhET при обучении физике демонстрирует преимущество либо, как минимум, сопоставимую эффективность по сравнению с традиционными методами обучения и обычными лабораторными занятиями [2].

Вместе с тем педагогическая эффективность виртуальной лаборатории определяется не только самим цифровым инструментом, но и способом его включения в образовательный процесс. Систематический обзор педагогических практик показал применение различных методик работы с виртуальными физическими лабораториями, среди которых заметное место занимает стратегия «прогнозирование - наблюдение - объяснение» (Predict–Observe–Explain)[3]. Поэтому виртуальную лабораторию целесообразно рассматривать не как полную замену реального физического эксперимента, а как дополнительный образовательный инструмент, расширяющий возможности визуализации, самостоятельного исследования и осмысления физических закономерностей.

Таблица 1.

Результаты применения виртуальных лабораторий в обучении физике

Показатель	**Результат**
Проанализировано публикаций в метаанализе	1 589
Исследований включено в метаанализ	22
Результат учащихся до применения PhET	22,76 балла
Результат после применения PhET	77,24 балла
Прирост результата	+54,48 балла

Представленные данные показывают положительную динамику результатов обучения при использовании виртуальных лабораторий. В одном из рассмотренных исследований после применения PhET средний показатель увеличился с 22,76 до 77,24 балла. Вместе с результатами метаанализа это подтверждает целесообразность дальнейшего изучения виртуальных лабораторий как дополнительного инструмента преподавания физики.

Представленные результаты показывают, что использование виртуальных лабораторий может существенно расширить возможности преподавания физики. В частности, применение интерактивных симуляций позволяет обучающимся самостоятельно изменять параметры эксперимента и непосредственно наблюдать возникающие изменения. Это способствует более наглядному пониманию взаимосвязи между физическими величинами и теоретическими закономерностями.

Результаты рассмотренных исследований подтверждают образовательный потенциал данного подхода. В одном из исследований использование PhET сопровождалось увеличением среднего результата обучающихся с 22,76 до 77,24 балла, при этом нормированный прирост

составил 0,70 [4]. Более широкие выводы представлены в метаанализе 22 исследований, согласно которому применение PhET в обучении физике в целом демонстрировало положительный эффект либо результаты, сопоставимые с традиционными подходами [2].

Вместе с тем эффективность виртуальной лаборатории зависит от методики её применения. Простая демонстрация компьютерной модели не обеспечивает полноценной экспериментальной деятельности. Наиболее целесообразно использовать виртуальные лаборатории для постановки гипотез, изменения условий эксперимента, наблюдения и последующего объяснения полученных результатов [3]. При этом виртуальный эксперимент следует рассматривать прежде всего как дополнение к традиционным лабораторным занятиям, а не как их полную замену. Такое сочетание позволяет использовать преимущества цифрового моделирования, сохраняя практический опыт работы с реальным физическим оборудованием.

Таким образом, виртуальные лаборатории являются эффективным дополнительным инструментом преподавания физики. Их применение способствует наглядному представлению физических процессов, повышению понимания изучаемых закономерностей и развитию исследовательских навыков обучающихся. Наибольший педагогический эффект достигается при сочетании виртуальных экспериментов с традиционными лабораторными работами и активными методами обучения.

Список использованной литературы:

1. Campos Mera G., Benarroch Benarroch A. Virtual Laboratories for Science Education: a Systematic Review // *Enseñanza de las Ciencias*. - 2024. - Vol. 42, No. 2. - P. 109-129. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.6040.
2. de Medeiros Jr. R. N., Naia M. D., Lopes J. B. Simulações interativas do PhET nas práticas de ensino da física: uma meta-análise // *Revista Brasileira de Ensino de Física*. - 2024. - Vol. 46. - e20240186. DOI: 10.1590/1806-9126-RBEF-2024-0186.
3. Timóteo D. J. A., Oliveira M. J. S., Canto Filho A. B., Lima J. V., Tarouco L. M. R. Pedagogical Practices Supported by Virtual Laboratories in the Teaching-Learning Process of Physics: A Systematic Review of the Literature // *Research, Society and Development*. - 2022. - Vol. 11, No. 15. - e426111537280. DOI: 10.33448/rsd-v11i15.37280.
4. Nirahua J., Matulessy D. M. Laboratorium Virtual Simulasi PhET Terintegrasi Model Pembelajaran Discovery Learning Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Materi Gerak Parabola // *Physikos: Journal of Physics and Physics Education*. - 2024. - Vol. 3, No. 1. - P. 1-9. DOI: 10.30598/physikos.3.1.13216.

KVANT FIZIKASINI O‘QITISHDA GIBRID METODIKADAN FOYDALANISH: “FOTOELEKTRIK FOTOEFFEKT” MAVZUSI MISOLIDA

Niyozxo‘jayeva Dilsoraxon G‘ofur qizi
Nizomiy nomidagi O‘zbekiston milliy pedagogika universiteti, 2-kurs magistranti, dilsoraxonniyozxojayeva@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 11-sinfida “Fotoelektrik effekt” mavzusini o‘qitishning gibrid metodikasi taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: kvant fizikasi, fotoelektrik effekt, gibrid o‘qitish, vizual modellashtirish, diagnostik test, xato tushunchalar, PhET, GeoGebra.

Kvant fizikasi mavzulari maktab o‘quvchilari uchun mavhum bo‘lib, ularni o‘zlashtirish qiyin kechadi. Mikrodunyo jarayonlarini o‘quvchi bevosita kuzata olmaydi, natijada foton, kvantlanish, to‘lqin-zarra dualizmi kabi tushunchalar ko‘pincha tushunilmasdan yodlab olinadi. Raqamli simulyatsiyalar bu muammoni qisman hal qiladi: ular ko‘rinmas jarayonlarni ko‘rinadigan va boshqariladigan qiladi. Biroq faqat simulyatsiyaga tayanish ikkita kamchilikka ega. Birinchidan, o‘quvchi simulyatsiyani real o‘lchovdan ajralgan “virtual o‘yin” sifatida qabul qilishi mumkin. Ikkinchidan, o‘qituvchi o‘quvchining aynan qaysi tushunchani noto‘g‘ri tushunayotganini bilmay qoladi.

1. Nazariy asos va tipik xato tushunchalar. Fotoelektrik effektning qonuniyatlari Eynshteyn tenglamasi bilan izohlanadi: $h\nu = A + E_k$, bunda A chiqish ishi, E_k chiqayotgan elektronning maksimal kinetik energiyasi. To‘xtatuvchi kuchlanish orqali bu energiya $eU_z = E_k$ tengligidan topiladi, qizil chegara esa $\nu_{min} = A/h$ munosabatidan aniqlanadi. Klassik to‘lqin nazariyasi bo‘yicha yorug‘lik intensivligi oshsa, elektron energiyasi ham oshishi, yetarli vaqt tushsa har qanday chastotada elektron chiqishi kerak edi. Tajriba esa buni tasdiqlamaydi.

Fotoeffekt bo‘yicha o‘quvchilar orasida odatda quyidagi xato tushunchalar uchraydi:

intensivlik oshsa, fotoelektronlarning kinetik energiyasi ham oshadi, deb hisoblash;

yorug‘lik yetarlicha uzoq tushsa, har qanday chastotada elektron chiqadi, deb o‘ylash (qizil chegara tushunchasini qabul qilmaslik);

yorug‘lik energiyasi metallda “to‘planadi” va keyin elektron chiqadi, deb tasavvur qilish (effektning inersiyasizligini tushunmaslik).

Bu xatolarning barchasi klassik to‘lqin tasavvuriga asoslanadi, shuning uchun metodika shu tasavvur bilan tajriba natijasi orasidagi ziddiyatni ochib berishga qaratilgan.

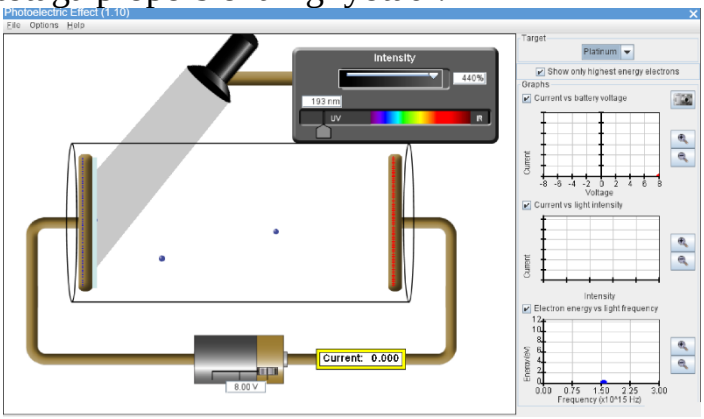
2. Taklif etilayotgan gibrid metodika.

2.1. Virtual modellashtirish bosqichi. Bosqichda PhET “Photoelectric Effect” simulyatsiyasidan foydalaniladi (1-rasm). Simulyatsiyada nishon metalli, yorug‘lik to‘lqin uzunligi va intensivligi hamda elektrodlar orasidagi kuchlanish

o‘zgartiriladi, uch xil grafik kuzatiladi: tok va kuchlanish, tok va intensivlik, elektron energiyasi va yorug‘lik chastotasi. “Faqat eng katta energiyali elektronlarni ko‘rsatish” rejimi $E_{k(\nu)}$ grafigini aniq ko‘rishga imkon beradi. Har bir sozlamadan oldin o‘quvchi natijani bashorat qiladi, keyin simulyatsiya bilan solishtiradi. Bashorat va natija mos kelmagan holatlar noto‘g‘ri tasavvurni yo‘q qilishga eng ko‘p xizmat qiladi, deb kutiladi. Masalan, to‘lqin uzunligi qizil chegaradan oshirilganda intensivlikni maksimal darajaga chiqarsa ham elektron chiqmasligi klassik tasavvurni bevosita rad etadi. So‘ngra olingan qiymatlar asosida GeoGebra da $E_{k(\nu)}$ grafigi quriladi: to‘g‘ri chiziqning qiyaligi Plank doimiysiga, o‘qni kesish nuqtasi esa chiqish ishiga mos keladi.

2.2. Arzon real tajriba bosqichi. Simulyatsiyadan keyin o‘quvchilar turli rangdagi LED lar (qizil, sariq, yashil, ko‘k) va o‘zgaruvchan kuchlanish manbai yordamida har bir LED ning yorug‘lik chiqara boshlash kuchlanishini U0 o‘lchaydi. LED ni himoya qarshiligi (100–330 Ω) bilan ketma-ket ulash shart. Kuchlanish sekin oshirilib, qorong‘i sharoitda yorug‘lik paydo bo‘lgan lahza qayd etiladi. Foton energiyasi va bu kuchlanish orasidagi bog‘lanish $eU_0 \approx hc/\lambda$ asosida Plank doimiysining taxminiy qiymati $h \approx eU_0\lambda/c$ hisoblanadi. So‘ngra barcha LED lar uchun U0 ning $\nu = c/\lambda$ ga bog‘liqlik grafigi chiziladi, chiziq qiyaligi h/e ga teng bo‘ladi. Shu tariqa o‘quvchi virtual bosqichdagi Ek(ν) grafigi bilan bir xil ko‘rinishdagi bog‘lanishni real o‘lchov asosida oladi.

Muhim izoh: LED tajribasi fotoeffektning o‘zi emas, unga teskari jarayon (elektr energiyasining yorug‘likka aylanishi) bo‘lib, uning asosida ham foton energiyasining chastotaga proporsionalligi yotadi.



1-rasm. PhET “Photoelectric Effect” simulyatsiyasi interfeysi (nishon: platina, λ = 193 nm, intensivlik 440%, kuchlanish 8,00 V)

Natijaning xatoligi katta (o‘nlab foiz) bo‘lishi kutiladi va u ochilish momentini ko‘z bilan aniqlashning sub’ektivligi, LED spektrining kengligi va asboblar aniqligi bilan bog‘liq. Pedagogik nuqtai nazardan bu kamchilik emas: o‘quvchilar xatolik manbalarini muhokama qilib, o‘lchov madaniyatini egallashi mumkin.

2.3. Diagnostik bosqich. Dars oldidan va keyin ikki bosqichli test o‘tkaziladi: birinchi qismda javob tanlanadi, ikkinchi qismda shu javobning sababi ko‘rsatiladi. Bunday test o‘quvchi javobni tasodifan topganmi yoki

tushunib topganmi, shuni ajratib beradi va har bir xato tushuncha bo‘yicha alohida statistika olish imkonini beradi. Test namunalari maqolaning ilovasida keltirilgan.

2.4. Dars tuzilmasi. 11-sinf uchun bir soatlik dars taxminan quyidagicha rejalashtiriladi (1-jadval).

1-jadval

Bir soatlik dars tuzilmasi

Bosqich	**Faoliyat**	**Vosita**	**Vaqt**
1. Muammoli vaziyat	Klassik nazariya bashorati va tajriba orasidagi ziddiyat	Namoyish, savol	5 daq.
2. Bashorat	O‘quvchilar natijani oldindan taxmin qiladi	Ishchi varaq	4 daq.
3. Simulyatsiya	Juftlikda parametrlarni o‘zgartirib kuzatish	PhET	12 daq.
4. Tahlil	$E_k(\nu)$ grafigi, Eynshteyn tenglamasi	GeoGebra	8 daq.
5. Real o‘lchash	LED lar bilan U_0 ni o‘lchash, h ni baholash	Arzon jihozlar	10 daq.
6. Mustahkamlash	Hisoblash va mantiqiy topshiriqlar, qisqa test	Ishchi varaq	6 daq.

3. Mahalliy kontekstga moslashtirish. Metodika 11-sinf fizika darsligi mazmuni va davlat ta’lim standarti talablariga muvofiq ishlab chiqilgan. Darslikning tegishli sahifalarini QR-kod orqali simulyatsiyalarga bog‘lash, o‘quvchilar uchun o‘zbek tilida ishchi varaqlar va tajriba yo‘riqnomasini tayyorlash taklif etiladi. Bu o‘qituvchining tayyorgarlik vaqtini kamaytirishi va metodikani turli jihozlangan maktablarda qo‘llash imkonini berishi kutiladi.

4. Ilmiy yangilik va amaliy ahamiyat. Tadqiqotning yangiligi alohida vositalarda emas, ularning tizimli birlashuvida: (1) virtual modellashtirish, arzon real o‘lchash va xato tushunchalar diagnostikasi yagona dars tizimiga birlashtirilgan; (2) metodika o‘zbek maktablari sharoiti, darslik va standartga moslashtirilgan; (3) samaradorlikni dars oldi va keyingi diagnostik test natijalari asosida miqdoriy baholash mexanizmi taklif etiladi. Amaliy ahamiyati shundaki, metodika qimmat jihozlarsiz qo‘llanishi mumkin va o‘qituvchilar uchun tayyor ishchi materiallar bilan ta'minlanishi rejalashtirilgan.

Xulosa. Maqolada fotoelektrik effekt mavzusini o‘qitish uchun virtual modellashtirish, arzon real tajriba va xato tushunchalar diagnostikasi birlashtirilgan gibrid metodika taklif etildi. Metodika o‘quvchilarning xato tushunchalarini aniqlash va bartaraf etishga, ularning tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qilishi kutiladi. Kelgusi ishda metodikani pedagogik tajribada sinash va natijalarini e'lon qilish rejalashtirilgan. Metodikani “Yorug‘lik bosimi”, “Bor postulatlari” kabi boshqa kvant fizikasiga oid mavzularida ham qo‘llash mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Finkelstein N.D., Adams W.K., Keller C.J., et al. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment // Physical Review Special Topics – Physics Education Research, 2005, vol. 1, 010103.
2. Treagust D.F. Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science // International Journal of Science Education, 1988, vol. 10, no. 2, pp. 159–169.
3. PhET Interactive Simulations. Photoelectric Effect. University of Colorado Boulder. https://phet.colorado.edu/en/simulations/photoelectric
4. N.Sh.Turdiyev, K.A.Tursunmetov, A.G.Ganiyev, K.T.Suyarov, J.E.Usarov, A.K.Avliyoqulov // Fizika 11-sinf darsligi, Toshkent-Niso Poligraf – 2018.

ELEKTR SIG‘IMI. KONDENSATORLAR MAVZUSINI O‘QITISHDA INTERFAOL METODLARDAN FOYDALANISH METODIKASI

Numonova Dilnoza Hamza qizi
CHDPU, Aniq fanlar fakulteti “Fizika va astronomiya” yo‘nalishi 4-kurs talabasi

Annotatsiya. Ushbu tezisda umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika fanining “Elektr sig‘imi. Kondensatorlar” mavzusini o‘qitishda zamonaviy pedagogik va interfaol metodlardan foydalanish masalalari yoritilgan. Mavzuni o‘quvchilarga tushunarli va samarali yetkazishda “Aqliy hujum”, “Klaster”, “BBB”, “Venn diagrammasi” hamda amaliy tajribalardan foydalanishning ahamiyati ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: elektr sig‘imi, kondensator, elektr maydoni, zaryad, kuchlanish, interfaol metod, aqliy hujum, klaster, amaliy tajriba.

Bugungi kunda ta’lim tizimida amalga oshirilayotgan islohotlar o‘quvchilarga tayyor bilimlarni berish bilan cheklanib qolmasdan, ularning mustaqil fikrlashi, muammoli vaziyatlarni tahlil qilishi, o‘z fikrini erkin ifodalashi hamda olgan bilimlarini amaliy faoliyatda qo‘llay olish ko‘nikmalarini shakllantirishni talab etmoqda. Ayniqsa, tabiiy fanlarni, jumladan, fizika fanini o‘qitishda o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog‘lash, fizik hodisalarning kundalik hayotdagi ahamiyatini tushuntirish va ularni tajriba asosida kuzatish imkoniyatlarini yaratish muhim pedagogik vazifalardan biridir.

Fizika fanini o‘qitish jarayonida o‘quvchilarda ilmiy dunyoqarashni shakllantirish, tabiat hodisalarining mohiyatini anglash, sabab-oqibat munosabatlarini aniqlash va mantiqiy xulosalar chiqarish ko‘nikmalarini rivojlantirishga alohida e’tibor qaratiladi. Bunda faqat an’anaviy ma’ruza va tushuntirish metodlaridan foydalanish o‘quvchilarning darsdagi faolligini to‘liq ta’minlay olmaydi. Shu sababli ta’lim jarayoniga zamonaviy pedagogik texnologiyalar va interfaol metodlarni joriy etish dolzarb masalalardan biri

hisoblanadi. Interfaol metodlar o‘quvchilarni dars jarayonining faol ishtirokchisiga aylantirib, ularning o‘zaro hamkorlikda ishlashi, fikr almashishi, muammoni mustaqil hal qilishi va egallagan bilimlarini baholashiga imkon beradi.

Fizika fanining elektr bo‘limida “Elektr sig‘imi. Kondensatorlar” mavzusi alohida nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Mazkur mavzu orqali o‘quvchilar elektr zaryadi, elektr maydoni, kuchlanish, elektr sig‘imi kabi muhim fizik tushunchalar bilan tanishadilar. Shuningdek, kondensatorning tuzilishi, ishlash prinsipi, elektr zaryadini to‘plash va saqlash xususiyatlari hamda uning texnika va kundalik hayotdagi qo‘llanilishi haqida bilimlarga ega bo‘ladilar.

Elektr sig‘imi tushunchasini o‘quvchilarga sodda va tushunarli tarzda yetkazish uchun uni faqat formulalar yordamida emas, balki hayotiy misollar, ko‘rgazmali vositalar, tajribalar va muammoli savollar orqali tushuntirish maqsadga muvofiqdir. Masalan, kondensatorlarning fotoapparat, televizor, radio, kompyuter, elektr ta’minoti qurilmalari va boshqa elektron texnikalardagi vazifalarini misol qilib keltirish orqali mavzuning amaliy ahamiyatini ochib berish mumkin. Bunday yondashuv o‘quvchilarda mavzuga nisbatan qiziqish uyg‘otib, fizik bilimlarning real hayot bilan uzviy bog‘liqligini anglashga yordam beradi.

“Elektr sig‘imi. Kondensatorlar” mavzusini o‘qitishda interfaol metodlardan foydalanish o‘quvchilarning mavzuni faol o‘zlashtirishiga, fizik kattaliklar orasidagi bog‘lanishlarni mustaqil aniqlashiga va formulalarni amaliy masalalarda qo‘llashiga imkon yaratadi. Jumladan, “Aqliy hujum”, “Klaster”, “BBB”, “Venn diagrammasi”, “Insert”, “Muammoli vaziyat” kabi metodlardan foydalanish orqali o‘quvchilarning darsdagi faolligini oshirish mumkin. Guruhlar bilan ishlash jarayonida esa o‘quvchilar bir-birlarining fikrlarini tinglash, tahlil qilish va umumiy xulosaga kelish ko‘nikmalarini egallaydilar.

Mavzuni o‘qitishda muammoli savollardan foydalanish ham katta ahamiyatga ega. Masalan, “Nima sababdan kondensator elektr zaryadini to‘play oladi?”, “Kondensator sig‘imini qanday oshirish mumkin?”, “Kondensatorning sig‘imi kuchlanishga bog‘liqmi?” kabi savollar o‘quvchilarni fikrlashga, mavjud bilimlarini esga olishga va yangi bilimlarni mustaqil izlab topishga undaydi. Shu bilan birga, fizik tajribalarni namoyish qilish orqali o‘quvchilarda kuzatuvchanlik va tajriba natijalarini tahlil qilish ko‘nikmalari shakllanadi.

Mazkur mavzuni o‘qitishda matematik hisoblashlar bilan fizik mazmunni uyg‘unlashtirish ham muhimdir. Elektr sig‘imining $C = q/U$ formulasi orqali ifodalanishini tushuntirishda har bir fizik kattalikning mazmuni, o‘lchov birligi va ular orasidagi bog‘lanish izohlanishi lozim. O‘quvchilar formulani yodlab olish bilan cheklanmasdan, uning fizik mohiyatini tushunishlari va turli masalalarni yechishda undan foydalana olishlari zarur.

Shuningdek, zamonaviy ta’lim jarayonida raqamli texnologiyalar, multimedia taqdimotlari, animatsiyalar va virtual laboratoriyalardan foydalanish ham mavzuni o‘zlashtirish samaradorligini oshirishi mumkin. Ayniqsa, bevosita

kuzatish qiyin bo‘lgan elektr jarayonlarini animatsiya yoki modellashtirish orqali namoyish qilish o‘quvchilarning mavzuni tasavvur qilish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Demak, “Elektr sig‘imi. Kondensatorlar” mavzusini interfaol metodlar asosida tashkil etish nafaqat o‘quvchilarning fizik bilimlarini mustahkamlash, balki ularning mustaqil fikrlashi, ijodiy yondashuvi, mantiqiy xulosa chiqarishi va amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Shu nuqtayi nazardan, mazkur mavzuni o‘qitish metodikasini takomillashtirish va dars jarayonida interfaol ta’lim usullaridan samarali foydalanish fizika ta’limining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining fizika fani uchun darsliklari. – Elektr va magnetizm bo‘limlari.
2. Fizika: umumiy o‘rta ta’lim maktablari uchun darslik. – Elektr hodisalari, elektr maydoni, elektr sig‘imi va kondensatorlar mavzulari.
3. Umumiy fizika kursi. Elektr va magnetizm: oliy ta’lim muassasalari uchun o‘quv qo‘llanma.
4. Fizika fanini o‘qitish metodikasi: pedagogika oliy ta’lim muassasalari talabalari uchun o‘quv qo‘llanma.
5. Interfaol ta’lim metodlari va zamonaviy pedagogik texnologiyalar bo‘yicha o‘quv-uslubiy qo‘llanmalar.
6. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar: ta’lim jarayonida interfaol metodlardan foydalanish metodikasi bo‘yicha o‘quv-uslubiy qo‘llanma.
7. Fizika darslarida innovatsion pedagogik texnologiyalardan foydalanishga bag‘ishlangan ilmiy-metodik maqolalar va uslubiy tavsiyalar.
8. Ta’limda axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish: fizika darslarini zamonaviy tashkil etish bo‘yicha metodik qo‘llanmalar.
9. Fizika fanidan masalalar to‘plami: elektr sig‘imi, kondensatorlar va elektr maydoniga oid amaliy masalalar.
10. Fizika fanini o‘qitishda interfaol metodlardan foydalanish: “Aqliy hujum”, “Klaster”, “BBB”, “Venn diagrammasi”, “Insert” va muammoli ta’lim metodlariga oid ilmiy-uslubiy manbalar.
11. Umumiy o‘rta ta’lim maktablari uchun fizika fanidan o‘quv dasturi va davlat ta’lim standartlari.
12. Fizika fanidan metodik tavsiyalar va o‘qituvchilar uchun metodik qo‘llanmalar. – Elektr hodisalari va elektr sig‘imi mavzularini o‘qitish metodikasi.
13. Elektr sig‘imi va kondensatorlarning tuzilishi, ishlash prinsipi hamda amaliy qo‘llanilishiga oid ilmiy-ommabop va elektron ta’lim resurslari.

BIOFIZIKANI O‘QITISHDA GEYMIFIKATSIYA VA INTERAKTIV BAHOLASHNING INNOVATSION IMKONIYATLARI

Nurmatova Feruza Baxtiyarovna
Toshkent davlat tibbiyot universiteti, biotibbiyot muhandisligi, informatika va biofizika kafedrasi katta o‘qituvchisi,
Chiqchiq davlat pedagogika universiteti mustaqil izlanuvchisi

Annotatsiya. Mazkur tezisda fizika ta’limida raqamli transformatsiya jarayonlarining zamonaviy pedagogik yondashuvlar bilan integratsiyasi, xususan, tibbiy ta’limda biofizikani o‘qitish jarayonida geymifikatsiya va raqamli baholash texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilingan. Tadqiqotda biofizikaning murakkab bo‘limlaridan biri bo‘lgan bioakustikani o‘qitishda Kahoot! va Quizizz (Wayground) platformalaridan foydalanish metodikasi ishlab chiqilgan va amaliyotda sinovdan o‘tkazilgan. Tadqiqotda 60 nafar birinchi bosqich talabasi ishtirok etib, ular nazorat va tajriba guruhlariga ajratilgan. Tajriba 4 hafta davomida pre-test, ta’lim jarayoni, post-test va so‘rovnoma bosqichlarida amalga oshirilgan. Natijalar tajriba guruhida o‘rtacha o‘zlashtirish ko‘rsatkichi 55 balldan 82 ballga, nazorat guruhida esa 56 balldan 68 ballga oshganini ko‘rsatdi. Talabalarning 90 foizi geymifikatsiya asosidagi mashg‘ulotlarni qiziqarli deb baholagan, 88 foizi ularning faolligini oshirganini, 92 foizi esa mazkur baholash usulini kelgusida ham qo‘llashni xohlashini bildirgan. Olingan natijalar raqamli texnologiyalarni fizika ta’limiga maqsadli integratsiya qilish ta’lim jarayonini interaktivlashtirish, formativ baholashni kuchaytirish va talabalarning o‘quv faolligini oshirish imkonini berishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: raqamli transformatsiya, fizika ta’limi, biofizika, bioakustika, geymifikatsiya, raqamli baholash, Kahoot!, Quizizz, Wayground, interaktiv ta’lim, formativ baholash.

Raqamli texnologiyalarning ta’lim jarayoniga jadal kirib kelishi fizika fanini o‘qitish metodikasi oldiga yangi ilmiy va amaliy vazifalarni qo‘ymoqda. Ayniqsa, fizikaning murakkab nazariy tushunchalarini talabalarga faqat an’anaviy ma’ruza va testlar asosida emas, balki interaktiv, vizual va raqamli muhitda o‘zlashtirish imkoniyatlarini yaratish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Tibbiy ta’limda bu muammo yanada muhim ahamiyat kasb etadi, chunki biofizika fizika qonunlarini biologik tizimlarga tatbiq etuvchi fan sifatida talabalardan nazariy bilim bilan bir qatorda analitik fikrlash, fizik jarayonlarni tahlil qilish va ularni klinik holatlar bilan bog‘lash qobiliyatini talab qiladi.

O‘zbekistonda ta’limni raqamlashtirish, raqamli texnologiyalar va zamonaviy ta’lim usullarini joriy etish ta’lim siyosatida ham muhim yo‘nalish sifatida belgilangan. Shu nuqtai nazardan, raqamli transformatsiyani faqat elektron vositalardan foydalanish emas, balki ta’lim mazmuni, o‘qitish metodikasi, baholash va talabaning o‘quv faoliyatini tashkil etish mexanizmlarini o‘zgartirish jarayoni sifatida qarash maqsadga muvofiq.

Tadqiqotning maqsadi – biofizika fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalar va geymifikatsiya elementlaridan foydalanish asosida talabalar bilimini baholash samaradorligini oshirish, shuningdek, Kahoot! va Quizizz (Wayground) platformalarining o‘quv jarayonidagi metodik imkoniyatlarini aniqlashdan iborat.

Materiallar va tadqiqot metodikasi

Tadqiqotda tibbiy ta’lim muassasasining biofizika fanini o‘rganayotgan 60 nafar birinchi bosqich talabasi ishtirok etgan. Talabalar ikki guruhga ajratilgan: nazorat guruhi – 30 nafar, an’anaviy ta’lim va baholash usullari; tajriba guruhi – 30 nafar, Kahoot! va Quizizz (Wayground) platformalariga asoslangan geymifikatsiyalashtirilgan baholash.

Tadqiqot 4 hafta davomida o‘tkazilib, quyidagi bosqichlarni qamrab olgan: 1) boshlang‘ich diagnostika – pre-test; 2) o‘quv jarayonini tashkil etish; 3) yakuniy diagnostika – post-test; 4) talabalar so‘rovnomasi va natijalar tahlili.

Tadqiqotda ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, pedagogik kuzatuv, taqqoslash, umumlashtirish va pedagogik tajriba usullaridan foydalanilgan.

Raqamli transformatsiyaning metodik modelida Kahoot! asosan auditoriyada tezkor, real vaqtdagi interaktiv baholash, Quizizz (Wayground) esa individual ishlash, mustaqil ta’lim va uy vazifalarini tashkil etish uchun qo‘llangan. Bioakustika bo‘limida tovush parametrlari, eshitish fiziologiyasi, ultratovush diagnostikasi va Dopler effektiga oid savollardan foydalanilgan.

Tadqiqot natijalari va ularning tahlili

Tadqiqot natijalari raqamli geymifikatsiyadan foydalanishda akademik ko‘rsatkichlarning ijobiy dinamikasini ko‘rsatdi.

Guruh	Pre-test (o‘rtacha ball)	Post-test (o‘rtacha ball)	O‘sish
Nazorat guruhi	56	68	+12
Tajriba guruhi	55	82	+27

Keltirilgan natijalarga ko‘ra, nazorat guruhida o‘rtacha ko‘rsatkich 56 balldan 68 ballga, tajriba guruhida esa 55 balldan 82 ballga oshgan. Demak, tajriba guruhidagi absolyut o‘sish nazorat guruhiga nisbatan 15 ballga yuqori bo‘lgan.

Bu natijani metodik nuqtai nazardan shunday talqin qilish mumkin: geymifikatsiya talabani faqat yakuniy natija uchun emas, balki o‘quv jarayonining har bir bosqichida faol ishtirok etishga jalb qiladi. Bunda tezkor qayta aloqa, avtomatik natija, reyting, vaqt cheklovi va interaktiv savollar ta’lim jarayonini dinamik xarakterga keltiradi.

Shu bilan birga, mazkur natijalarni statistik jihatdan qat’iy umumlashtirishda ehtiyotkorlik zarur. Manbada standart og‘ish, ishonch intervali yoki statistik ahamiyat mezonlari keltirilmagan. Shu sababli olingan +27 va +12 balllik o‘sishlar tavsifiy pedagogik natija sifatida baholanishi, keyingi tadqiqotlarda esa statistik testlar bilan tasdiqlanishi maqsadga muvofiq.

Talabalarning raqamli ta’limga munosabati

Ko‘rsatkich	«Ha» javobi

Mashg‘ulotlar qiziqarlimi?	90%
Mavzuni tushunishga yordam beradimi?	85%
Faollikni oshiradimi?	88%
Kelgusida ham qo‘llashni xohlaysizmi?	92%

Platforma tanlovida talabalarning 45%i Kahoot!, 55%i Quizizz (Wayground) platformasini afzal ko‘rgan. Bu natijalar raqamli transformatsiyada bitta universal platformaga emas, ta’lim maqsadiga mos raqamli vositani tanlash muhimligini ko‘rsatadi.

Olingan natijalar raqamli transformatsiyaning ta’limdagi mohiyatini uchta o‘zaro bog‘liq yo‘nalishda ko‘rish imkonini beradi.

Birinchidan, raqamlashtirish baholash jarayonini tezlashtiradi. Talaba javobidan keyin natija tezkor olinadi, o‘qituvchi esa qaysi mavzuda o‘zlashtirish muammosi mavjudligini aniqlay oladi.

Ikkinchidan, geymifikatsiya formativ baholash imkoniyatlarini kengaytiradi. An’anaviy baholash ko‘pincha yakuniy natijaga yo‘naltirilgan bo‘lsa, raqamli interaktiv baholash o‘quv jarayoni davomida muntazam qayta aloqa berish imkonini yaratadi.

Uchinchidan, raqamli vosita pedagogik maqsadning o‘rnini bosmaydi. Agar o‘yin elementlari fan mazmuni bilan bog‘lanmasa, ular talabani asosiy o‘quv maqsadidan chalg‘itishi mumkin. Shuning uchun raqamli vositalarni tanlashda o‘quv maqsadi, fan mazmuni va baholash mezonlarining muvofiqligi asosiy talab bo‘lishi kerak.

Shu asosda fizika ta’limida raqamli transformatsiyaning samarali modeli quyidagi mantiqiy zanjir asosida tashkil etilishi mumkin: fizik qonuniyat → raqamli kontent → interaktiv topshiriq → tezkor feedback → formativ baholash → natijalar tahlili → individual korreksiya.

Xulosa

Fizika ta’limida raqamli transformatsiya ta’lim jarayonini kompyuterlashtirish yoki onlayn testlardan foydalanish bilan cheklanmaydi. U ta’lim mazmuni, o‘qitish metodikasi va baholash mexanizmlarining o‘zaro integratsiyasini nazarda tutadi.

Biofizikani o‘qitishda raqamli transformatsiyaning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri – interaktiv raqamli baholash, geymifikatsiya, klinik vaziyatli masalalar va avtomatik analitikani yagona metodik tizimga birlashtirishdir. Keyingi tadqiqotlarda mazkur yondashuvning samaradorligini kattaroq tanlanma, uzoqroq eksperiment muddati va statistik ahamiyat mezonlari asosida baholash maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Abdurahmonov Q. Ta’limda axborot-kommunikatsiya texnologiyalari. – Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2023.

2. Deterding S., Dixon D., Khaled R., Nacke L. Gamification: Using Game Design Elements in Non-Game Contexts // CHI 2011 Workshop Proceedings. – 2011.

3. Nurmatova F.B., Maxkamova N.E., Voxidov U.N. Integrativnыy podxod k prepodavaniyu biofiziki v meditsinskom vuze na primere razdela «Bioakustika» // Molodoy uchenыy. – 2024. – №12. – S. 261–264.

4. Kapp K.M. The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education. – Wiley, 2012.

5. Mat Husin M.Z. et al. Learner Engagement in Using Kahoot! within a University Classroom. – 2022.

6. Xoliqov A. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. – Toshkent: Tafakkur, 2021.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ НА УРОКАХ АСТРОНОМИИ УЧАЩИМИСЯ В 11 КЛАССЕ

Д.П.Н (DSc), и.о. профессор Орлова Т. А.
Магистры 1-курса Файзуллаева О. Б.
Абдухалилова О. Ш.
Национальный педагогический университет Узбекистана имени Низами

Аннотация. В статье рассматривается роль искусственного интеллекта в изучения астрономии учениками 11 класса общеобразовательной школы, а также в расширении творческих возможностей учителя при подготовке и проведении уроков. Проанализированы основные преимущества и недостатки применения в учебном процессе по астрономии искусственного интеллекта.

Ключевые слова: искусственный интеллект, астрономия, 11 класс, учащиеся, учитель, качество знаний, творческий подход.

Abstract. The article examines the role of artificial intelligence in the study of astronomy by 11th-grade students in general secondary schools, as well as in expanding teachers' creative capabilities when preparing and delivering lessons. The main advantages and disadvantages of using artificial intelligence in the teaching of astronomy are analyzed.

Keywords: artificial intelligence, astronomy, 11th grade, students, teacher, quality of knowledge, creative approach.

Anotatsiya. Maqolada umumiy o‘rta ta'lim maktablarining 11-sinf o‘quvchilari tomonidan astronomiyani o‘rganishda sun'iy intellektning o‘rni, shuningdek, o‘qituvchining darslarni tayyorlash va o‘tkazishdagi ijodiy imkoniyatlarini kengaytirishdagi ahamiyati ko‘rib chiqilgan. Astronomiya o‘qitish jarayonida sun'iy intellektdan foydalanishning asosiy afzalliklari va kamchiliklari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: sun'iy intellekt, astronomiya, 11-sinf, o‘quvchilar, o‘qituvchi, bilim sifati, ijodiy yondashuv.

Изучение астрономии в 11 классе общеобразовательной школы традиционно связано с освоением сложных, во многом абстрактных понятий - от строения Вселенной до эволюции звёзд, что нередко вызывает у школьников затруднения. При этом перед учителем стоит не менее непростая задача: доступно объяснить материал и одновременно удержать интерес учащихся на протяжении всего курса. В решении обеих задач всё более заметную роль начинает играть искусственный интеллект.

Искусственный интеллект - область компьютерных наук, занимающаяся созданием алгоритмов и систем, способных выполнять действия, традиционно требующие участия человеческого разума: анализировать данные, распознавать образы, вести диалог, обучаться на основе накопленного опыта [1]. Возможности подобных систем всё чаще находят применение в школьном образовании, в том числе на уроках астрономии в общеобразовательной школе.

Цель данной статьи - рассмотреть, каким образом искусственный интеллект позволяет эффективно объяснить астрономию учащимся 11-го класса, как он расширяет творческие возможности учителя при подготовке уроков, а также определить основные ограничения его применения в школьном учебном процессе в условиях общеобразовательной школы.

Как искусственный интеллект позволяет эффективно изучать астрономию учащимся общеобразовательных школ

Для школьников, только начинающих знакомство с астрономией, наибольшую сложность представляют абстрактные пространственно-временные масштабы и процессы, недоступные для непосредственного наблюдения. Искусственный интеллект помогает преодолеть эти трудности несколькими способами:

1. **Визуализация сложных явлений** - программы на основе искусственного интеллекта строят наглядные модели движения планет, эволюции звёзд, столкновения галактик, превращая абстрактный материал в понятный и зрительно воспринимаемый.
2. **Мгновенные объяснения и подсказки** - образовательные чат-боты отвечают на вопросы учеников в любое время, разъясняют непонятные термины и формулы, не дожидаясь урока или дополнительной консультации с учителем.
3. **Индивидуальный темп обучения** - адаптивные платформы подбирают каждому ученику задания, соответствующие его уровню подготовки, позволяя двигаться по программе в комфортном темпе, не отставая и не теряя интерес из-за слишком лёгких заданий.
4. **Виртуальные наблюдения** - приложения-планетарии с элементами искусственного интеллекта позволяют «наблюдать» звёздное небо независимо от погоды, времени суток и наличия телескопа в школе.

5. **Помощь при выполнении домашних заданий** - интеллектуальные сервисы проверяют решения задач, указывают на допущенные ошибки и предлагают пути их исправления, превращая домашнюю работу из чисто контролирующего инструмента в дополнительный обучающий.

С помощью перечисленных возможностей ученики получают не просто готовые ответы, а инструмент для самостоятельного разбора сложного материала, что способствует более глубокому и осознанному усвоению астрономических знаний в одиннадцатом классе.

Как искусственный интеллект помогает учителю вести уроки по астрономии креативнее

Применение искусственного интеллекта заметно расширяет творческий инструментарий учителя астрономии, освобождая время, которое ранее уходило на рутинную подготовку, для разработки нестандартных форм подачи учебного астрономического материала.

1. **Генерация учебных материалов** - искусственный интеллект помогает быстро создавать презентации, схемы, иллюстрации и сценарии уроков по конкретной теме урока, оставляя учителю больше времени на продумывание методики.
2. **Разработка дифференцированных заданий** - интеллектуальные сервисы позволяют в короткие сроки подготовить несколько вариантов заданий разного уровня сложности для одного и того же класса.
3. **Игровые и интерактивные формы** - искусственный интеллект применяется для создания викторин, квестов и интерактивных тестов по астрономии, что делает уроки для учащихся более динамичными и увлекательными.
4. **Моделирование нестандартных ситуаций** - с помощью интеллектуальных симуляторов учитель может показать ученикам развитие событий, которые невозможно продемонстрировать иначе, например столкновение галактик или вспышку сверхновой звезды [2].

Таким образом, искусственный интеллект, делает многую работу по подготовке к занятиям за педагога, позволяя учителю сосредоточиться на педагогическом мастерстве и разработке оригинальных подходов к изложению учебного астрономического материала.

Недостатки применения искусственного интеллекта на уроках астрономии

Также с очевидными преимуществами применение искусственного интеллекта в школьном курсе астрономии связано с рядом ограничений:

- финансовые затраты - качественные интеллектуальные образовательные платформы и специализированное программное обеспечение являются платными, что ограничивает их доступность;

- недостаточная подготовка педагогов - не все учителя владеют навыками работы с интеллектуальными технологиями и методикой их интеграции в урок, что требует дополнительного обучения;

- риск снижения самостоятельности мышления - при чрезмерном использовании готовых объяснений и решений, предлагаемых искусственным интеллектом, у учеников может ослабевать навык самостоятельного анализа и решения задач;

- возможные неточности - алгоритмы искусственного интеллекта не застрахованы от ошибок и могут предоставлять неверную или устаревшую информацию, что требует обязательной проверки со стороны учителя [3];

Перечисленные ограничения показывают, что искусственный интеллект не может полностью заменить традиционные формы обучения астрономии и живое участие учителя, а должен выступать в роли вспомогательного инструмента.

Заключение. Таким образом, искусственный интеллект способен существенно повысить эффективность изучение астрономии учениками 11-го класса, сделать учебный материал более наглядным и доступным, а также расширить творческие возможности учителя при подготовке и проведении уроков.

Вместе с тем эффективное применение подобных технологий требует системного подхода, технической базы и соответствующей подготовки педагогов, а также сохранения баланса между цифровыми инструментами и традиционными формами обучения, включая реальные астрономические наблюдения [4].

Разумное и методически обоснованное включение искусственного интеллекта в преподавание астрономии в общеобразовательной школе способно повысить качество школьного естественнонаучного образования, сделать уроки более увлекательными для учеников и творческими для учителя, не подменяя, а дополняя традиционные подходы к изучению Вселенной [5].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Russell, S., Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. – 4th ed. – Pearson, 2021. – ISBN 978-0134610993.
https://aima.cs.berkeley.edu/

2. Pinochet, J. Networked Observatory for Virtual Astronomy (NOVA): Teaching astronomy with AI // arXiv preprint. – 2025. – arXiv:2507.08195.
https://arxiv.org/abs/2507.08195

3. Khorolskyi, O. The Role of Virtual Platforms in Modern Astronomy Education: Analysis of Innovative Approaches // Futurity Education, 3(3). – 2023. – p. 249–265.
https://futurity-education.com/index.php/fed/article/view/216

4. Raddick, M. J. et al. Galaxy Zoo: Exploring the Motivations of Citizen Science Volunteers // Astronomy Education Review, 9(1). – 2010. – 010103. https://arxiv.org/abs/0909.2925

5. Singer, N. AI Tools and Student Data: Teachers Can Endanger Kids' Privacy Without Robust Training // Chalkbeat. – 2024. https://www.chalkbeat.org/2024/12/13/ai-tools-used-by-teachers-can-put-student-privacy-and-data-at-risk/

REAL VA VIRTUAL EKSPERIMENTLARNI INTEGRATSIYALASHNING YAGONA METODIK TIZIMI VA UNING SAMARADORLIGINI EKSPERIMENTAL-STATISTIK ASOSLASH

Palvanova Gulnoza Satimboyevna
Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti,
“Umumiy fizika” kafedrasi mustaqil tadqiqotchisi

Annotatsiya. Maqolada «Atom yadrosi va elementar zarralar fizikasi» fani laboratoriya mashg‘ulotlarida real va virtual eksperimentlarni yagona metodik tizim asosida integratsiyalash masalasi ko‘rib chiqilgan. Taklif etilayotgan tizim nazariy tayyorgarlik, virtual modellashtirish, real eksperiment, natijalarni raqamli qayta ishlash, tahlil va baholash bosqichlarining uzviy bog‘lanishiga asoslanadi. Pedagogik tajribada 60 nafar talaba ishtirok etib, ular 30 nafardan tajriba va nazorat guruhlariga ajratildi. Tajriba guruhida bilim sifati 66,7%, nazorat guruhida 46,7% ni tashkil etdi. O‘rtacha baholar mos ravishda 3,80 va 3,47 bo‘ldi. Styudent mezoni bo‘yicha $t=1,849$ va $p\approx0,070$, Cohen effekti $d\approx0,48$ ekanligi aniqlandi. Natijalar integratsiyalashgan metodikaning ijobiy amaliy ta’sirini va tanlanma hajmini kengaytirish zarurligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: atom yadrosi, elementar zarralar fizikasi, laboratoriya mashg‘uloti, real eksperiment, virtual eksperiment, pedagogik texnologiya, raqamli modellashtirish, pedagogik tajriba, Styudent mezoni, Cohen effekti.

Kirish.

Oliy ta’limda fizikani o‘qitish samaradorligi nazariy bilimlarni eksperimental faoliyat bilan qanchalik uzviy bog‘lashga bevosita bog‘liq. Ayniqsa, atom va yadro fizikasida ko‘plab jarayonlar mikrodunyo miqyosida kechishi, ionlashtiruvchi nurlanish bilan ishlashda xavfsizlik talablari mavjudligi hamda zamonaviy o‘lchash qurilmalarining qimmatligi sababli an’anaviy laboratoriya mashg‘ulotlarini to‘liq hajmda tashkil etish har doim ham imkonini bermaydi. Shu nuqtai nazardan virtual laboratoriyalar, kompyuter modellari va real eksperimentni bir-birini almashtiruvchi emas, balki bir-birini to‘ldiruvchi vositalar sifatida qo‘llash muhim ahamiyat kasb etadi.

Zamonaviy pedagogik texnologiyalar, interaktiv metodlar, axborot-kommunikatsiya vositalari va virtual laboratoriyalarni qo‘llash talabalarning mustaqil fikrlashi, eksperimentni rejalashtirishi, natijalarni qayta ishlashi va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Laboratoriya

mashg‘ulotlarini tayyorgarlik, nazorat-savollar, eksperiment, ma’lumotlarni qayta ishlash va hisobot bosqichlarida tashkil etish, shuningdek virtual va real eksperimentni ketma-ket integratsiyalash maqsadga muvofiq.

Tadqiqotning maqsadi – «Atom yadrosi va elementar zarralar fizikasi» fani laboratoriya mashg‘ulotlarida real va virtual eksperimentlarni integratsiyalashga asoslangan yagona metodik tizimni shakllantirish va uning samaradorligini pedagogik tajriba natijalarini statistik tahlil qilish orqali baholash.

Real va virtual eksperimentlarni integratsiyalash metodikasi.

Taklif etilayotgan metodik tizimning asosiy g‘oyasi virtual eksperimentni real tajribaning oddiy «elektron nusxasi» sifatida emas, balki talabani real o‘lchashga tayyorlovchi, fizik jarayonni vizuallashtiruvchi va eksperiment natijalarini oldindan tahlil qilish imkonini beruvchi didaktik bosqich sifatida qarashdan iborat. Shu asosda laboratoriya mashg‘uloti «nazariy tayyorgarlik → virtual eksperiment → real eksperiment → ma’lumotlarni qayta ishlash → qiyosiy tahlil → xulosa va baholash» ketma-ketligida tashkil etiladi.

Birinchi bosqichda talaba o‘rganilayotgan fizik hodisaning nazariy modeli, asosiy qonuniyatlari, o‘lchanadigan kattaliklar va xavfsizlik talablari bilan tanishadi. Ikkinchi bosqichda virtual muhitda eksperiment sxemasini yig‘ish, parametrlarni o‘zgartirish va natijalarning fizik bog‘lanishini kuzatish amalga oshiriladi. Uchinchi bosqichda xuddi shu fizik mazmunga ega real laboratoriya ishi bajariladi. To‘rtinchi bosqichda olingan eksperimental ma’lumotlar jadval va grafiklar orqali qayta ishlanadi. Beshinchi bosqichda virtual va real natijalar o‘zaro solishtirilib, farqlarning sabablari – statistik fluktuatsiyalar, asbob xatoliklari, fon nurlanishi va modeldagi ideallashtirishlar muhokama qilinadi.

Bunday yondashuv radioaktiv yemirilish qonuni, alfa-, beta- va gamma-nurlanishlarning modda bilan ta’sirlashuvi, gamma-nurlanishning yutilish koeffisiyenti, zarrachalar energiya spektri, detektorlarning ishlash prinsipi kabi mavzularda ayniqsa samarali. Virtual bosqichda PhET turidagi ta’lim simulyasiyalari, IAEA ta’lim resurslari va zarrachalarning modda orqali o‘tishini modellashtirishda Geant4 kabi vositalardan foydalanish mumkin. Real eksperiment esa talabada asbob bilan ishlash, o‘lchash xatoligini baholash va eksperimental ma’lumotning tabiatini anglash ko‘nikmasini shakllantiradi.

Pedagogik tajribaning tashkil etilishi.

Metodikaning dastlabki samaradorligini baholash uchun ikki laboratoriya guruhida pedagogik tajriba o‘tkazildi. Jami 60 nafar talaba ishtirok etdi: tajriba guruhida 30 nafar va nazorat guruhida 30 nafar. Tajriba guruhida laboratoriya mashg‘ulotlari real va virtual eksperimentlarni integratsiyalashga asoslangan metodika bo‘yicha, nazorat guruhida esa an’anaviy tashkil etish asosida o‘tkazildi. Yakuniy nazoratda talabalarning natijalari 5 ballik baholash tizimida qayd etildi.

Guruh	**n**	**«5»**	**«4»**	**Bilim sifati, %**	**«3»**	**«2»**	**O‘zlashtirish, %**

Tajriba	30	4	16	66,7	10	0	100
Nazorat	30	2	12	46,7	14	2	93,3

1-jadval. Pedagogik tajriba natijalari

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, tajriba guruhida «4» va «5» baholar olgan talabalar ulushi 66,7% ni, nazorat guruhida 46,7% ni tashkil etgan. Demak, bilim sifati ko‘rsatkichi 20 foiz punktga yuqori. O‘zlashtirish ko‘rsatkichi tajriba guruhida 100%, nazorat guruhida 93,3% bo‘lgan.

Natijalarning statistik tahlili.

Guruhlarning o‘rtacha bahosi quyidagi formula bo‘yicha aniqlandi:

$$\bar{X} = \Sigma(x_i \cdot n_i) / N$$

Tajriba guruhi uchun $\bar{X}_1=(5\cdot4+4\cdot16+3\cdot10)/30=3,80$; nazorat guruhi uchun $\bar{X}_2=(5\cdot2+4\cdot12+3\cdot14+2\cdot2)/30=3,47$. Shunday qilib, tajriba guruhining o‘rtacha bahosi 0,33 ballga yoki nazorat guruhi o‘rtacha natijasiga nisbatan taxminan 9,6% ga yuqori bo‘ldi.

Tanlanma standart og‘ishi quyidagi ifoda asosida hisoblandi:

$$S = \sqrt{[\Sigma n_i(x_i - \bar{X})^2 / (N - 1)]}$$

Hisoblash natijasida tajriba guruhi uchun $S_1=0,664$, nazorat guruhi uchun $S_2=0,730$ qiymatlar olindi. Ikki mustaqil tanlanma o‘rtacha qiymatlarini solishtirish uchun Styudent t-mezoni qo‘llanildi:

$$t = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / \sqrt{(S_1^2/n_1 + S_2^2/n_2)}$$

$n_1=n_2=30$ bo‘lganda hisoblangan qiymat $t=1,849$ ni tashkil qildi. Erkinlik darajasi taxminan 58 bo‘lgan ikki tomonlama tekshiruvda $p\approx0,070$. Demak, $p>0,05$ bo‘lganligi sababli mazkur tanlanma hajmida guruhlar o‘rtasidagi farqni 95% ishonch darajasida statistik ahamiyatli deb qabul qilish mumkin emas. Shu bilan birga, p qiymatining 0,05 chegarasiga yaqinligi va tajriba guruhidagi barqaror yuqori ko‘rsatkichlar ijobiy tendensiya mavjudligini ko‘rsatadi.

Faqat statistik ahamiyatlilikni emas, metodikaning amaliy ta’sir kuchini ham baholash maqsadida Cohen d effekti hisoblandi:

$$d = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / S_p, \qquad S_p = \sqrt{[((n_1-1)S_1^2+(n_2-1)S_2^2)/(n_1+n_2-2)]}$$

Birlashtirilgan standart og‘ish $S_p\approx0,698$ va $d\approx0,48$ bo‘ldi. Ushbu qiymat kichik va o‘rta ta’sir oralig‘ida bo‘lib, o‘rtacha darajaga yaqin amaliy pedagogik effekt mavjudligini ko‘rsatadi. Demak, statistik ahamiyatlilik 0,05 chegarasiga yetmagan bo‘lsa ham, effekt o‘lchami integratsiyalashgan metodikaning ta’lim natijalariga ijobiy ta’sirini ko‘rsatadi.

Muhokama.

Olingan natijalarni talqin qilishda statistik ahamiyatlilik va pedagogik ahamiyatni farqlash zarur. Tajriba guruhida bilim sifati 20 foiz punktga, o‘rtacha baho esa 0,33 ballga yuqori bo‘lishi metodikaning amaliy istiqbolini ko‘rsatadi. Biroq har bir guruhda 30 nafardan talaba qatnashgani sababli statistik quvvat cheklangan. Shuning uchun ushbu bosqich natijalarini dastlabki pedagogik aprobatsiya sifatida baholash maqsadga muvofiq. Keyingi tadqiqotlarda bir nechta akademik guruh va turli ta’lim muassasalarini qamrab olish, kirish va chiqish diagnostikasini o‘tkazish, natijalarni t-mezon bilan bir qatorda χ^2 mezoni,

normallashtirilgan o‘sish ko‘rsatkichi va ishonch oraliqlari orqali baholash tavsiya etiladi.

Real va virtual eksperimentlarni integratsiyalashning pedagogik afzalligi shundaki, talaba virtual muhitda fizik jarayonning ideallashtirilgan modelini tushunib oladi, real laboratoriyada esa eksperimental noaniqlik va o‘lchash jarayonining haqiqiy xususiyatlariga duch keladi. Keyingi qiyosiy tahlil nazariy model bilan real fizik tajriba o‘rtasidagi bog‘lanishni anglashga yordam beradi. Shu sababli virtual laboratoriya real eksperimentni almashtirmasligi, balki unga tayyorgarlik va natijalarni chuqur tahlil qilish vositasi sifatida xizmat qilishi kerak.

Xulosa.

«Atom yadrosi va elementar zarralar fizikasi» laboratoriya mashg‘ulotlarida real va virtual eksperimentlarni «nazariy tayyorgarlik – virtual eksperiment – real eksperiment – ma’lumotlarni qayta ishlash – qiyosiy tahlil – baholash» yagona metodik zanjiri asosida tashkil etish taklif etildi. Pedagogik tajriba natijasida tajriba guruhida bilim sifati 66,7%, nazorat guruhida 46,7%; o‘rtacha baholar esa mos ravishda 3,80 va 3,47 ekanligi aniqlandi. Styudent mezoni $t=1,849$, $p\approx0,070$ bo‘lib, 0,05 darajada statistik ishonchli farq qayd etilmadi. Biroq Cohen $d\approx0,48$ qiymati o‘rtacha darajaga yaqin amaliy pedagogik ta’sir mavjudligini ko‘rsatdi. Shu bois taklif etilgan metodik tizimni kengroq tanlanmada aprobatsiya qilish va kirish-chiqish diagnostikasi bilan mustahkamlash maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tolipov O‘., Usmonboyeva M. Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari. – Toshkent: Fan, 2006.

2. Ishmuhamedov R. Ta’limda innovatsion texnologiyalar. – Toshkent, 2008.

3. Halliday D., Resnick R., Walker J. Fundamentals of Physics. – Wiley.

4. Krane K.S. Introductory Nuclear Physics. – New York: Wiley, 1988.

5. Knoll G.F. Radiation Detection and Measurement. 4th ed. – Wiley, 2010.

6. Allison J. et al. Recent developments in Geant4 // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A. – 2016. – Vol. 835. – P. 186–225.

7. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Educational simulations for physics.

8. International Atomic Energy Agency (IAEA). Educational and training resources in nuclear science and technology.

FIZIKA DARSLARINI O‘QITISHDA INTERAKTIV SIMULYATSIYALARDAN FOYDALANISH

Pardayeva Kibriyo Zafar qizi
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Ushbu tezisda umumta’lim maktablarida fizika mavzularini tushuntirish jarayonida parametrlari o‘zgaruvchan interaktiv simulyatsiyalardan foydalanishning to‘rt bosqichli metodikasi taklif etiladi. Yondashuvning amaliy tasdig‘i sifatida muallif tomonidan mustaqil ishlab chiqilgan interaktiv veb-simulyatsiya namunasi taqdim etiladi. Xalqaro va mahalliy tadqiqotlar natijalariga tayanib, taklif etilgan metodikaning ta’limi sifatini oshirishdagi pedagogik salohiyati asoslab beriladi.

Kalit so‘zlar: interaktiv simulyatsiya, fizikani o‘qitish, o‘qitish metodikasi, PhET, vizual modellashtirish, Broun harakati, diffuziya.

Jamiyatimiz rivoji uchun fizika fanini puxta biladigan mutaxassislar kerak. Lekin tajribalar shuni ko‘rsatadiki, o‘quvchilar ko‘pincha fizik tushunchalarni, ko‘z bilan ko‘rib bo‘lmaydigan jarayonlarni tushunishda qiynalishadi. Buning asosiy sababi an’anaviy o‘qitish usulidir. Unda o‘qituvchi faqat o‘zi gapirib beradi, o‘quvchi esa bilimlarni o‘zi izlanib o‘rganish o‘rniga shunchaki tayyor holda eshitib o‘tiradi [1].

So‘nggi yillardagi izlanishlar bu muammoni raqamli simulyatsiyalar yordamida hal qilish mumkinligini isbotlamoqda. Masalan, 5700 dan ortiq o‘quvchi qatnashgan 47 ta tadqiqot tahlil qilinganda, kompyuter simulyatsiyalari mavzuni tushunishni sezilarli darajada oshirishi aniqlangan [2]. Boshqa bir tahlilda esa PhET simulyatsiyalari o‘rganilib, ular ayniqsa maktab o‘quvchilariga elektr va to‘lqinlar kabi ko‘zga ko‘rinmas jarayonlarni o‘zlashtirishda juda katta yordam berishi ko‘rsatilgan [3]. O‘rganishlar shuni ko‘rsatadiki, simulyatsiyalari kuzatganda o‘quvchi shunchaki qarab o‘tirmay, tajribani o‘zi bajarib ko‘rgandagina eng yuqori natijani beradi [4]. Keniyaning o‘rta maktablarida o‘tkazilgan bir tadqiqotda simulyatsiya asosida o‘qitilgan guruh natijalari nazorat guruhiga nisbatan sezilarli darajada yuqori chiqqan, bu esa ikki tomonlama kodlash nazariyasi asosida izohlangan [5]. Yana bir tadqiqotda o‘quvchilar simulyatsiyada otish burchagi va boshlang‘ich tezlik kabi parametrlarni bevosita o‘zlari o‘zgartirganda, abstrakt tushunchalarni aniq va konkret tarzda idrok etganliklarini bildirishgan [1]. Shu bilan birga, boshqa bir tadqiqot simulyatsiyani qachon va qanday tartibda qo‘llash ham natijaga ta’sir qilishini ko‘rsatib, bu boradagi metodik yondashuvni puxta o‘ylab ishlab chiqish zarurligiga e’tibor qaratadi [6]. Respublikamizda ham bu yo‘nalish tobora ahamiyat kasb etmoqda. Umumta’lim maktablarida raqamli texnologiyalarni fizikani o‘qitishda bosqichma-bosqich integratsiyalash bo‘yicha taklif etilgan metodik modelda raqamli vositalar darsning qo‘shimcha unsuri emas, balki o‘quv jarayonining ajralmas qismi sifatida qaralishi lozimligi ta’kidlanadi [7].

Maktablardagi o‘tkazilgan so‘rovnomalar ham yuqoridagilarni tasdiqlaydi. Yuqori sinf o‘quvchilarining atigi 14% i raqamli texnologiyalardan izlanish va

izlanuvchanlik maqsadida foydalanadi. Aksariyat o‘quvchilar esa telefon va kompyuterlardan shunchaki tayyor javoblarni topib ko‘chirish uchun foydalanishini aytgan [8]. Bundan kelib chiqadiki, gap faqat raqamli qurilmalarning bor-yo‘qligida emas, balki ulardan darsda qanday va qaysi maqsadda foydalanishni to‘g‘ri yo‘lga qo‘yishdadir.

Shunga qaramay, amaliyotda interaktiv simulyatsiyalar ko‘pincha faqat laboratoriya va amaliy mashg‘ulotlar bilan chegaralanib qolmoqda. Yangi mavzuni tushuntirish bosqichida o‘quvchi parametrlarni o‘zi boshqargan holda tushunchani faol shakllantirishi mumkin. Bu jarayonda ushbu vositalarning qo‘llanilishi metodik jihatdan hali yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Shu sababli, umumta’lim maktablarida fizikadan mavzularni tushuntirishda parametrlari o‘zgaruvchan interaktiv simulyatsiyalardan foydalanish metodikasini ishlab chiqilishi va uning pedagogik asoslari yoritilishi kerak.

Taklif etilayotgan metodikaning markazida bitta oddiy, ammo muhim tamoyil yotadi. O‘quvchi simulyatsiyani sirtdan tomosha qiluvchi emas, balki unga bevosita ta’sir ko‘rsatib, natijani o‘zi shakllantiradigan faol ishtirokchi bo‘lishi kerak. Mavzuni tushuntirish jarayonini shartli ravishda to‘rt bosqichga bo‘lish mumkin:

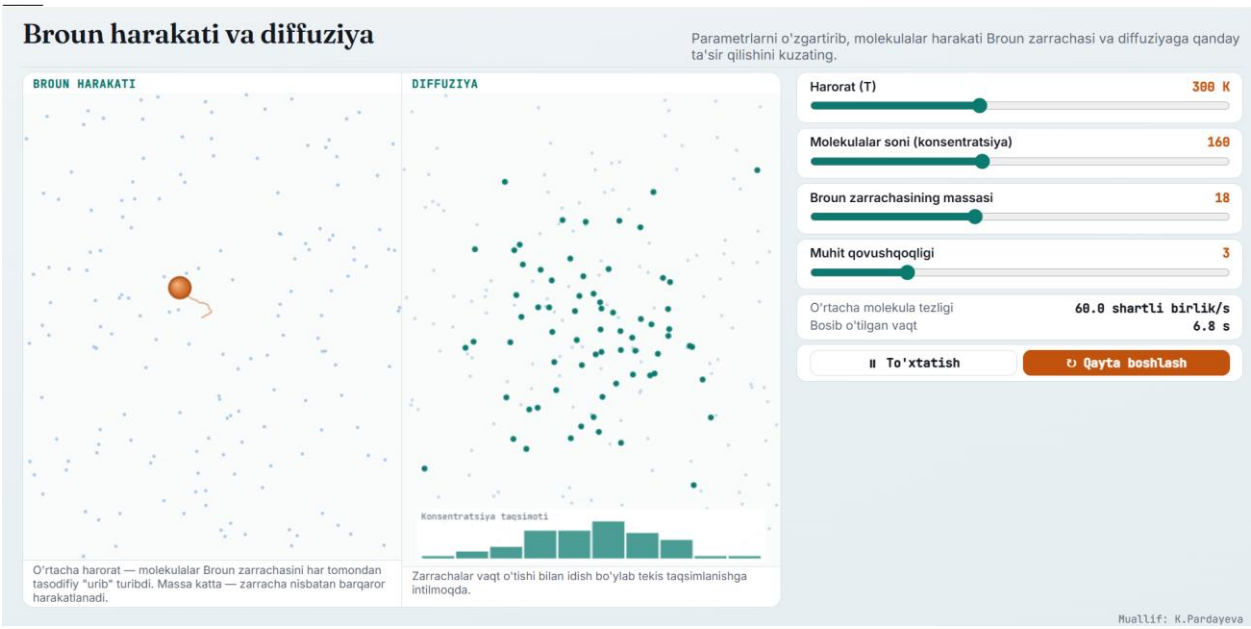
1. Muammoli motivatsiya bosqichi. O‘qituvchi simulyatsiyani namoyish etib, o‘quvchilar oldiga masalan, “Nima uchun issiq suvdagi zarracha ancha keskin harakat qiladi?” degan muammoli savol qo‘yadi.

2. Interaktiv tadqiqot bosqichi. O‘quvchilar parametrlarni o‘zlari o‘zgartirib, natijalarni kuzatadi va bir-biri bilan taqqoslaydi. Bu bosqich ikki tomonlama kodlash nazariyasiga mos ravishda vizual va amaliy idrokni bir vaqtda ishga soladi [6].

3. Nazariy formallashtirish bosqichi. Kuzatilgan hodisalar tegishli nazariy tushunchalar bilan bog‘lanadi.

4. Mustahkamlash va gipotezani tekshirish bosqichi. O‘quvchilar mustaqil gipoteza ilgari surib, uni simulyatsiyada bevosita tekshiradi [6].

Yuqorida bayon etilgan yondashuvning amaliy tasdig‘i sifatida, “Broun harakati va diffuziya” mavzusidagi interaktiv veb-simulyatsiya taqdim etiladi. Dastur ikki o‘zaro bog‘liq jarayonni - Broun zarrachasining tasodifiy harakatini va bo‘yoq zarrachalarining muhitda tarqalishini real vaqt rejimida, parallel tarzda vizuallashtiradi (1-rasm).



1-rasm. Simulyatsiya dasturining ko‘rinishi

Dasturda to‘rtta fizik kattalik o‘quvchi tomonidan bevosita boshqariladi: 1) muhit harorati, 2) molekulalar soni, 3) Broun zarrachasining massasi va 4) muhit qovushqoqligi. O‘quvchi ushbu slayderlarni harakatlantirganda, tizim natijani zudlik bilan qayta hisoblab, zarracha traektoriyasini, o‘rtacha molekula tezligini, o‘tgan vaqtni hamda diffuziya jarayonidagi konsentratsiya taqsimotining gistogrammasini yangilab boradi. Shu bilan birga, dastur parametr qiymatlariga qarab tushuntiruvchi matnni ham avtomatik hosil qiladi, bu o‘quvchiga kuzatgan hodisasini nazariy tushuncha bilan bog‘lashda qo‘l keladi.

Bu ishlanma tezisda taklif etilgan to‘rt bosqichli metodikaning barcha bosqichlarida qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan tayyor vosita sifatida namuna bo‘la oladi. Bu tuzilma, shuningdek, o‘quvchini tayyor axborot qidiruvchidan mustaqil modellashtiruvchi va refleksiya qiluvchi tadqiqotchiga aylantirishga qaratilgan uch bosqichli raqamli mustaqil ta’lim modeli bilan ham uyg‘unlik kasb etadi [8].

Xulosa. Interaktiv simulyatsiyalarni faqat amaliy mashg‘ulotlar vositasi sifatida emas, balki yangi mavzuni tushuntirishning to‘laqonli metodik vositasi sifatida qo‘llash fizikani o‘qitishni sifatini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi. Bu xulosani nafaqat mazkur tezisda taklif etilgan metodik model, balki keng ko‘lamli xalqaro tadqiqotlar ham tasdiqlaydi [2, 3].

Taklif etilgan to‘rt bosqichli metodika o‘quvchini bilimni passiv qabul qiluvchidan faol tadqiqotchiga aylantiradi va turli mavzularga, jumladan molekulyar-kinetik nazariya, elektr va magnit hodisalar, tebranishlar va to‘lqinlarga moslashtirilishi mumkin. Muallif tomonidan ishlab chiqilgan simulyatsiya esa bu yondashuvning amalda qo‘llanilishini ko‘rsatuvchi dastlabki namuna vazifasini o‘taydi. Kelgusida ushbu metodikani real ta’lim jarayonida sinovdan o‘tkazish va o‘quvchilarning bilim o‘zlashtirish darajasi bo‘yicha miqdoriy natijalarni to‘plash maqsadga muvofiq bo‘ladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Hursen, C., Asiksoy, G. (2015). The Effect of Simulation Methods in Teaching Physics on Students Academic Success. World Journal on Educational Technology, 7(1), 87–98.

2. Hu, B., Jia, W., Mi, S., Bi, H. (2026). The Impact of Computer Simulation on Students' Conceptual Understanding in K-12 Science Education: A Meta-Analysis. Journal of Science Education and Technology, 35(2), 534–553.

3. Fadillah, M.A., Alawyah, K., Syafrijon, S., Usmeldi, U. (2026). Meta-Analysis of the Effectiveness of PhET Simulations in Physics Education. International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE), 22(2), 21–37.

4. Banda, H.J., Nzabahimana, J. (2021). Effect of Integrating Physics Education Technology Simulations on Students' Conceptual Understanding in Physics: A Review of Literature. Physical Review Physics Education Research, 17(2), 023108.

5. Ndegwa, A.W., Ngeno, J.K., Ndeke, G.C.W. (2023). Effects of Simulation Teaching Technique on Achievement of Students in Physics Concepts in Buuri-East Sub-County Kenya. Journal of Educational Research in Developing Areas (JEREDA), 4(1), 65–77.

6. Gnesdilow, D., Puntambekar, S. (2022). Comparing Middle School Students' Science Explanations During Physical and Virtual Laboratories. Journal of Science Education and Technology, 31(2), 191–202.

7. Saidova, Sh.A., Kamolov, J.J. (2026). Raqamli ta’limda fizika o‘qitish metodikasini takomillashtirish modeli. “Maktabgacha va maktab ta’limi” jurnali, 4(6), 9–17.

8. Pardayeva, K.Z. (2026). Maktab o‘quvchilarining raqamli ta’lim resurslaridan foydalanish ko‘nikmalarini rivojlantirish. “Tadbirkorlik va pedagogika” ilmiy-uslubiy jurnali, 2026/№2, 398–406.

TIBBIYOT OLIY TA’LIMIDA “NURLANISHLARNING MODDALAR BILAN O‘ZARO TA’SIRI” FANINI VR/AR TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA O‘QITISH

Polvonov-Baxtiyor Zaylobidinovich
Farg‘ona davlat universiteti professori,
E-mail: bakhtiyorp@mail.ru; tel: (99) 999 99 56;

Annotatsiya. Mazkur maqolada tibbiyot oliy ta’limida “Nurlanishlarning moddalar bilan o‘zaro ta’siri” fanini o‘qitishda virtual reallik (VR) va kengaytirilgan reallik (AR) texnologiyalaridan foydalanishning didaktik imkoniyatlari yoritiladi. Tadqiqotning metodologik asosini kompetensiyaviy yondashuv, multimedia ta’limi, kognitiv yuklama va dual kodlash nazariyalari, shuningdek, TPACK yondashuvi tashkil etadi. VR/AR vositalarini virtual laboratoriyalar, kompyuter simulyatsiyalari, klinik-diagnostik vaziyatlar va raqamli baholash bilan integratsiyalash modeli taklif etiladi. Muallif tadqiqotida

qayd etilgan tajriba-sinov natijalari asosida multimedia modulining ekspert bahosi 4,72 ballni tashkil etgani va tajriba guruhlari natijalari nazorat guruhlariga nisbatan 11,96 foiz yuqori bo‘lgani ko‘rsatiladi. Tahlil VR/ARni mustaqil vosita emas, balki fan mazmuni va amaliy faoliyat bilan integratsiyalangan pedagogik texnologiya sifatida qo‘llash maqsadga muvofiqligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: tibbiy ta’lim, nurlanishlarning moddalar bilan o‘zaro ta’siri, virtual reallik, kengaytirilgan reallik, VR, AR, multimedia, virtual laboratoriya, radiatsion xavfsizlik, kompetensiyaviy yondashuv, TPACK, Moodle, simulyatsiya.

Tibbiyot oliy ta’limida fizik jarayonlarni o‘qitish talabalarning nafaqat nazariy bilimlarini, balki klinik fikrlash, xavfsizlik madaniyati va amaliy kasbiy ko‘nikmalarini shakllantirish bilan bog‘liq. “Nurlanishlarning moddalar bilan o‘zaro ta’siri” fani ionlovchi nurlanishlarning fizik tabiati, ularning modda bilan o‘zaro ta’siri, dozimetriya, radiobiologiya va radiatsion xavfsizlik masalalarini o‘z ichiga oladi. Ushbu mazmunning bir qismi bevosita kuzatish qiyin bo‘lgan mikroskopik va fizik jarayonlarga taalluqli bo‘lgani sababli, ularni faqat og‘zaki bayon yoki ikki o‘lchamli tasvirlar orqali tushuntirish talabaning abstrakt tasavvuriga katta yuklama beradi. VR va AR texnologiyalari aynan shu didaktik muammoni vizual, interaktiv va immersiv muhit orqali yumshatish imkonini beradi. 2024-yildagi tizimli sharh va meta-tahlilda sog‘liqni saqlash yo‘nalishidagi talabalar ishtirokidagi 27 ta eksperimental tadqiqot tahlil qilingan va XR texnologiyalari an’anaviy yondashuvlarga nisbatan bilim natijalarida yuqoriroq ko‘rsatkichlar bilan bog‘langan; biroq natijalar texnologiyaning turi, qo‘llash usuli va ta’lim kontekstiga qarab farqlangan [1]. Shu sababli VR/ARdan foydalanish masalasida “texnologiya mavjudligi” emas, balki uning didaktik maqsadga muvofiq integratsiyasi asosiy mezon bo‘lishi lozim.

Tibbiy ta’lim bo‘yicha umbrella-review natijalari ham VR va ARning ta’lim natijalariga ijobiy yo‘nalishdagi ta’sirini ko‘rsatadi, biroq mavjud dalillar orasida metodologik xilma-xillik mavjudligi va yanada qat’iy tadqiqotlar zarurligi qayd etilgan [2].Bu holat “Nurlanishlarning moddalar bilan o‘zaro ta’siri” fanida VR/ARni qo‘llashni aniq o‘quv natijalari, xavfsizlik talablari va baholash mezonlari bilan bog‘lash zarurligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot maqsadi.

Tadqiqotning maqsadi tibbiyot oliy ta’limida “Nurlanishlarning moddalar bilan o‘zaro ta’siri” fanini VR/AR texnologiyalari, virtual laboratoriyalar va multimedia vositalari asosida o‘qitishning didaktik modelini asoslash hamda uning talabalarning nazariy bilimlari, radiatsion xavfsizlik madaniyati va amaliy kasbiy ko‘nikmalarini rivojlantirishdagi imkoniyatlarini tahlil qilishdan iborat.

Metodlar.

Tadqiqot dizayni metodik-eksperimental yo‘nalishga ega bo‘lib, fan mazmuni va multimedia ta’lim muhitini integratsiyalashga asoslandi. Metodologik jihatdan kompetensiyaviy yondashuv, kognitiv yuklama nazariyasi, dual kodlash, Mayer multimedia tamoyillari va TPACK yondashuvi bir-birini

to‘ldiruvchi asos sifatida qabul qilindi. VR/AR vositalari mustaqil o‘quv materiali sifatida emas, balki nazariy tushuntirish, virtual tajriba, klinik-diagnostik keys, mustaqil topshiriq va elektron baholashni birlashtiruvchi multimedia modulining tarkibiy qismi sifatida qaraldi.

Metodik model besh bosqichli mantiq asosida tashkil etildi: motivatsion bosqichda muammoli vaziyat va vizual stimul; nazariy bosqichda 3D model, animatsiya va interaktiv tushuntirish; amaliy-interaktiv bosqichda VR/AR simulyatsiya va virtual laboratoriya; mustaqil-jamoaviy bosqichda keys-stadi, “Teskari sinf” va muammoli topshiriqlar; refleksiya-monitoring bosqichida elektron test, LMS monitoringi va natijalarni tahlil qilish.

VR/AR kontentini tanlashda uchta mezon belgilandi: 1) ko‘zga ko‘rinmaydigan yoki bevosita kuzatish qiyin bo‘lgan fizik jarayonlarni modellashtirish; 2) real laboratoriya sharoitida xavfli yoki texnik jihatdan murakkab bo‘lgan tajribalarni xavfsiz simulyatsiya qilish; 3) klinik vaziyat bilan bog‘langan kasbiy qarorlarni mashq qildirish. PhET va Geant4-DNA kabi simulyatsion vositalar hamda VR/AR elementlari ushbu mezonlar doirasida ko‘rib chiqildi.

Tadqiqot natijalarini baholashda ekspert baholash, elektron testlar, LMS monitoringi va pedagogik tajriba-sinov ko‘rsatkichlaridan foydalanish nazarda tutildi. Muallif tadqiqoti materiallarida multimedia modulining ekspert bahosi 5 ballik shkala bo‘yicha 4,72 ballni tashkil etgani va tajriba guruhlari natijalari nazorat guruhlariga nisbatan 11,96 foiz yuqori bo‘lgani qayd etilgan. Mazkur raqamlar ushbu maqolada manba sifatida qabul qilinib, yangi statistik natija sifatida talqin qilinmaydi.

1-jadval

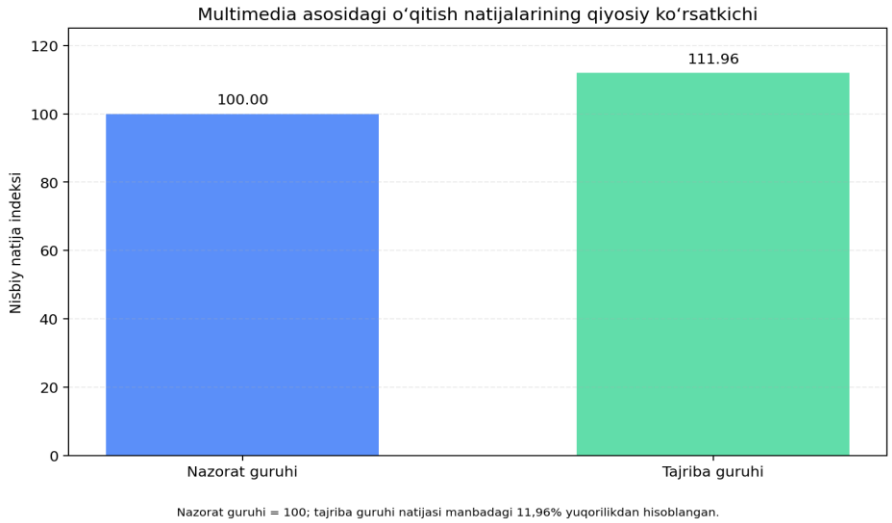
An’anaviy o‘qitish va VR/AR asosidagi o‘qitishning metodik qiyosiy tavsifi

Mezon	**An’anaviy yondashuv**	**VR/AR asosidagi yondashuv**	**Kutiladigan didaktik natija**
Fizik jarayonni tasavvur qilish	Matn, formula va 2D tasvir	3D model, animatsiya va immersiv vizualizatsiya	Murakkab jarayonlarni yaxshiroq konseptual tushunish
Laboratoriya tajribasi	Real jihoz va vaqt resursiga bog‘liq	Virtual, takrorlanuvchi va boshqariladigan simulyatsiya	Xavfsiz va takroriy amaliy mashq
Radiatsion xavfsizlik	Asosan nazariy tushuntirish	Xavfsiz simulyatsion vaziyatlarda qaror qabul qilish	Xavfsizlik madaniyati va amaliy ko‘nikma
Klinik vaziyat	Keys yoki og‘zaki muhokama	3D/AR obyektlar va interaktiv ssenariy	Klinik-tahliliy fikrlashni faollashtirish
Baholash	Qog‘oz yoki oddiy test	LMS, elektron test va simulyator natijalari	Tezkor va tizimli monitoring

Natijalar.

VR/AR texnologiyalarini fan mazmuniga integratsiyalash natijasida o‘quv jarayonining uchta o‘zaro bog‘langan komponenti shakllantirildi: vizual-kognitiv, amaliy-simulyatsion va refleksiv-baholash komponentlari. Vizual-kognitiv komponentda ionlovchi nurlanishning modda bilan o‘zaro ta’siri, energiya uzatilishi, ionlanish va boshqa jarayonlar 3D modellar hamda animatsiyalar orqali ifodalanadi. Amaliy-simulyatsion komponent virtual laboratoriya va VR muhitida tajribani xavfsiz bajarish, parametrlarni o‘zgartirish va natijani kuzatish imkonini beradi. Refleksiv-baholash komponenti esa LMS, elektron test va natijalarni tahlil qilish vositalari orqali o‘quv faoliyatini yakunlaydi. Mazkur yondashuv fan mazmunidagi abstrakt fizik hodisalarni klinik-diagnostik vaziyatlar bilan bog‘lash imkonini beradi. Masalan, talaba nurlanishning modda bilan o‘zaro ta’siri mexanizmini faqat formula yoki sxema orqali emas, balki interaktiv modelda parametrlarni o‘zgartirgan holda kuzatishi, so‘ngra olingan bilimni dozimetriya yoki radiatsion xavfsizlik bilan bog‘liq keysda qo‘llashi mumkin. Shu tariqa “bilim-amaliyot-refleksiya” ketma-ketligi shakllanadi.

Tadqiqotning mavjud natijalari multimedia asosidagi umumiy metodikaning samaradorligi bo‘yicha ham dalil beradi. Ekspert baholashida multimedia modulining 4,72 ball olgani yuqori darajadagi ijobiy bahoni ko‘rsatadi. Shuningdek, tajriba guruhlarida natijalarning nazorat guruhlariga nisbatan 11,96 foiz yuqori bo‘lgani qayd etilgan. Ushbu ko‘rsatkich VR/ARning alohida ta’sirini emas, balki multimedia asosidagi ishlab chiqilgan metodikaning umumiy tajriba-sinov natijasini ifodalaydi.Quyidagi grafikda manbadagi 11,96 foizlik farq indeks ko‘rinishida berilgan: nazorat guruhi 100 birlik sifatida qabul qilinib, tajriba guruhi 111,96 birlikka tenglashtirilgan. Bu grafik yangi o‘lchov emas, balki mavjud nisbiy farqning vizual ifodasidir.



1-rasm. Tajriba-sinov natijalarining nisbiy ko‘rsatkichi

Muhokama.

Olingan natijalar xalqaro tadqiqotlarda qayd etilgan tendensiyalar bilan umumiy jihatdan mos keladi. García-Robles va hammualliflarning meta-tahlilida

XR texnologiyalaridan foydalangan sog‘liqni saqlash yo‘nalishi talabalarida bilim natijalari an’anaviy yondashuvlarga nisbatan yuqoriroq bo‘lgani, ayniqsa XR qo‘shimcha ta’lim resursi sifatida qo‘llanganda samaradorlik kuchaygani ko‘rsatilgan [1]. Biroq ushbu dalillarni aynan radiatsion fizika faniga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘chirish ehtiyotkorlikni talab qiladi.

Salimi va hammualliflarning 2024-yilgi meta-tahlilida VR anatomiya ta’limida bilim natijalariga o‘rtacha va statistik jihatdan sezilarli ijobiy ta’sir ko‘rsatgani, AR bo‘yicha esa umumlashtirilgan natija statistik jihatdan sezilarli bo‘lmagani qayd etilgan [3]. Bu natija VR va ARni bir xil pedagogik vosita sifatida emas, balki turli didaktik vazifalarni bajaruvchi texnologiyalar sifatida loyihalash kerakligini ko‘rsatadi. VR to‘liq immersiv tajriba va simulyatsiya uchun, AR esa real muhit ustiga raqamli obyektlarni joylashtirish va o‘quv mazmunini real obyekt bilan bog‘lash uchun qulay bo‘lishi mumkin.

Boshqa meta-tahlillarda VRning klinik ko‘nikmalar, bilim, o‘ziga ishonch va o‘quv qoniqishiga ijobiy ta’siri qayd etilgan bo‘lsa-da, ta’sir darajasi o‘quv dizayni, immersiya darajasi va baholash usullariga bog‘liq [4]. Shu sababli “Nurlanishlarning moddalar bilan o‘zaro ta’siri” fanida VR/ARdan foydalanish faqat texnik yangilik sifatida emas, balki aniq o‘quv natijasiga xizmat qiluvchi metodik komponent sifatida tashkil etilishi lozim.

Tadqiqotning cheklovi shundaki, mavjud tajriba-sinov ko‘rsatkichlari multimedia asosidagi umumiy metodikaga tegishli bo‘lib, faqat VR yoki faqat ARning mustaqil ta’sirini ajratib bermaydi. Shuning uchun kelgusidagi tajriba-sinovlarda VR, AR, an’anaviy multimedia va nazorat guruhlarini alohida ajratish, namuna hajmini oshirish, uzoq muddatli bilimni saqlash va amaliy kompetensiyalarni standartlashtirilgan mezonlar bilan baholash maqsadga muvofiq.

Xulosa.

VR/AR texnologiyalarini “Nurlanishlarning moddalar bilan o‘zaro ta’siri” fanini o‘qitishga integratsiyalash nazariy bilimlarni vizualizatsiya qilish, xavfsiz virtual tajribalarni tashkil etish va klinik-diagnostik vaziyatlarda bilimlarni qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi. Taklif etilgan metodik model kompetensiyaviy yondashuv, multimedia tamoyillari, virtual laboratoriyalar, simulyatsiya, interaktiv pedagogik texnologiyalar va raqamli baholashni yagona ta’lim muhitida birlashtiradi. Muallif tadqiqotidagi 4,72 ballik ekspert bahosi va tajriba guruhlaridagi 11,96 foizlik yuqori natija multimedia asosidagi metodikaning ijobiy samaradorligini ko‘rsatadi; biroq bu ko‘rsatkichlarni VR/ARning alohida mustaqil effekti sifatida talqin qilish mumkin emas. Kelgusida VR va ARning alohida hamda kombinatsiyalangan ta’sirini maxsus eksperimental dizayn asosida tekshirish mazkur yo‘nalishning ilmiy asoslanganligini yanada kuchaytiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. García-Robles P., Cortés-Pérez I., Nieto-Escámez F.A., García-López H., Obrero-Gaitán E., Osuna-Pérez M.C. Immersive virtual reality and augmented

reality in anatomy education: A systematic review and meta-analysis. Anatomical Sciences Education. 2024;17(3):514-528. DOI: 10.1002/ase.2397.

2. Tene T., Vique López D.F., Valverde Aguirre P.E., Orna Puente L.M., Vacacela Gomez C. Virtual reality and augmented reality in medical education: an umbrella review. Frontiers in Digital Health. 2024;6:1365345. DOI: 10.3389/fdgth.2024.1365345.

3. Salimi S., Asgari Z., Mohammadnejad A., Teimazi A., Bakhtiari M. Efficacy of virtual reality and augmented reality in anatomy education: A systematic review and meta-analysis. Anatomical Sciences Education. 2024;17(9):1668-1685. DOI: 10.1002/ase.2501.

4. Lin M.Y., Huang M.Z., Lai P.C. Effect of virtual reality training on clinical skills of nursing students: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Nurse Education in Practice. 2024;81:104182. DOI: 10.1016/j.nepr.2024.104182.

5. Polvonov B.Z. “Innovatsion ta’lim texnologiyalari asosida nurlanishlarni moddalar bilan o‘zaro ta’siri fanini multimedialar yordamida o‘qitish metodikasini takomillashtirish (Tibbiyot oliy ta’limi misolida)” mavzusidagi DSc dissertatsiyasi materiallari.

YADRO FIZIKASI BO‘LIMINING O‘QITISH SAMARADORLIGINI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA OSHIRISH METODIKASI

Qosimjonov Ro‘zali Voxidovich[1]

[1]Qo‘qon davlat universiteti fizika va astronomiya kafedrasi katta o‘qituvchisi, p.f.fd. (PhD)

Annotatsiya: Ushbu maqolada oliy ta’lim muassasalarida umumiy fizika kursining murakkab va abstrakt bo‘limlaridan biri bo‘lgan yadro fizikasini o‘qitish samaradorligini oshirish masalalari tadqiq etilgan. Yadro fizikasi sohasida erishilgan so‘nggi fundamental va amaliy yutuqlar (o‘ta og‘ir elementlar sintezi, yadro tibbiyoti, radiofarmatsevtika hamda boshqariladigan termoyadroviy sintez) asosida o‘quv fanining mazmuni takomillashtirilgan. An’anaviy ta’limdagi mavjud ziddiyatlar va cheklovlarni (radiatsion xavfsizlik, moddiy-texnik baza yetarsizligi, vizual kuzatishning imkonsizligi) bartaraf etish uchun dars jarayoniga raqamli texnologiyalar, kompyuter modellashtirish dasturlari (PhET, Geant4), virtual laboratoriya majmualari hamda 3D/VR vositalarini joriy etish metodikasi ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Yadro fizikasi, raqamli texnologiyalar, o‘qitish metodikasi, o‘ta og‘ir elementlar sintezi, yadro tibbiyoti, termoyadroviy sintez, virtual laboratoriya, PhET simulyatsiya, Geant4, LMS, o‘zlashtirish samaradorligi.

KIRISH

Mavzuning dolzarbligi va zaruriyati: Zamonaviy dunyoda ilmiy-texnik taraqqiyotning sur’ati to‘g‘ridan-to‘g‘ri oliy ta’lim tizimining sifati va unda aniq hamda tabiiy fanlarni o‘qitish darajasiga bog‘liq. Fizika fani, xususan uning eng

dinamik va yuqori texnologik sohasi bo‘lgan yadro fizikasi bugungi kunda tibbiyot, energetika, materialshunoslik va sanoatning drayveriga aylanib bormoqda.

So‘nggi yillarda jahon miqyosida yadro fizikasi sohasida erishilgan ulkan fundamental va amaliy yutuqlar - o‘ta og‘ir elementlar sintezi, yadro tibbiyotidagi, radiofarmatsevtik diagnostika hamda boshqariladigan termoyadroviy sintez (ITER loyihasi) kabi inqilobiy kashfiyotlar ushbu bo‘lim mazmunini zamonaviy talablar asosida tubdan takomillashtirishni taqozo etmoqda.

Biroq, oliy ta’lim muassasalarida yadro fizikasi bo‘limini an’anaviy o‘qitish metodikasida bir qancha jiddiy va tizimli ziddiyatlar mavjud:

1. **O‘quv materialining abstraktligi va tajriba o‘tkazish cheklovlari:** Yadro fizikasidagi jarayonlar mikrodunyo va subatom darajasida kechganligi sababli ularni bevosita vizual kuzatishning imkoni yo‘q. Shuningdek, radiatsion xavfsizlik va moddiy-texnik bazaning yetarli emasligi sababli talabalarga haqiqiy radioaktiv manbalar bilan tajribalar o‘tkazish imkoniyati cheklangan.
2. **Nazariya va amaliyot o‘rtasidagi uzilish:** Amaldagi o‘quv dasturlari asosan klassik va nazariy ma’lumotlar bilan chegaralangan bo‘lib, sohadagi so‘nggi fundamental kashfiyotlar hamda ularning zamonaviy texnologiyalardagi o‘rnini yetarlicha aks ettirmaydi.
3. **An’anaviy ta’lim usullarining samaradorligi pastligi:** Mikrodunyodagi murakkab kvant va yadroviy jarayonlarni an’anaviy “taxta va bo‘r” hamda statik 2D chizmalar orqali tushuntirish talabalarda tasavvur qilishi va mantiqiy fikrlashni shakllantirishda yetarli bo‘lmaydi.

Ushbu ziddiyatlarni hal etish va ta’lim sifatini oshirishning eng maqbul hamda zamonaviy yechimi - **raqamli texnologiyalar**, kompyuter modellashtirishi, interaktiv simulatorlar (PhET, Geant4), virtual laboratoriyalar hamda 3D/VR vositalarini o‘quv jarayoniga tizimli va metodik jihatdan to‘g‘ri joriy etishdir. Raqamli texnologiyalar talabalarga xavfsiz virtual muhitda yadroviy reaksiyalar va zarrachalarning ta’sirlashuvini vizual modellashtirish, tajribalar o‘tkazish va mustaqil tadqiqot olib borish imkonini beradi.

Shu sababli, yadro fizikasi bo‘limi mazmunini zamonaviy ilmiy yutuqlar bilan boyitish hamda uni raqamli texnologiyalar asosida o‘qitishning samarali metodikasini ishlab chiqish bugungi kun pedogogika fani va oliy ta’lim muassasalari uchun juda dolzarb va ustuvor vazifa hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi: Yadro fizikasi bo‘limining mazmunini zamonaviy ilmiy yutuqlar bilan boyitish hamda raqamli texnologiyalar asosida ushbu bo‘limni o‘qitish samaradorligini oshirish metodikasini ishlab chiqish va uning natijaviyligini pedagogik tajriba-sinov ishlari orqali asoslashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

1. Yadro fizikasi sohasidagi so‘nggi fundamental va amaliy tadqiqotlar hamda tendensiyalarni tahlil qilish;

2. Oliy ta’lim muassasalarida yadro fizikasining hozirgi o‘qitilish holati, ma’ruza, amaliy hamda laboratoriya mashg‘ulotlarining kamchiliklarini aniqlash;

3. Raqamli texnologiyalar va virtual modellarga tayanuvchi takomillashtirilgan ta’lim metodikasini hamda mustaqil ta’limni tashkil etish modelini ishlab chiqish;

4. Ishlab chiqilgan metodikani pedagogik tajriba-sinov ishlarida qo‘llash va matematik-statistik metodlar orqali uning samaradorligini isbotlash.

Yadro fizikasi XXI asrda nafaqat atom yadrosining ichki tuzilishini o‘rganuvchi nazariy fan, balki energetika, tibbiyot va materialshunoslikning drayveriga aylandi. Zamonaviy megascience qurilmalari (CERN’dagi Katta adron kollayderi, JINR’dagi NICA majmuasi, FAIR va boshqalar) orqali subatom zarrachalar va koinotning paydo bo‘lish evolyutsiyasiga oid chuqur tadqiqotlar olib borilmoqda. Bugungi kundagi asosiy tendensiyalar yadroning kvark-glyuon tuzilishini o‘rganish, neytrino fizikasidagi kashfiyotlar va yuqori energiyali ionlar toqnashuvini modellashtirishga qaratilgan.

Davriy sistemaning chegaralarini kengaytirish zamonaviy yadro fizikasining eng jozibador yo‘nalishlaridan biridir. So‘nggi yillarda Dubna (Rossiya)dagi Birlashgan yadro tadqiqotlari instituti hamda RIKEN (Yaponiya) ilmiy markazlarida $Z = 113 \div 118$ tartib raqamiga ega bo‘lgan o‘ta og‘ir elementlar (Og, Ts, Mc, Lv va boshqalar) sintez qilindi. Ushbu tadqiqotlar yadro fizikasida “barqarorlik oroli” (island of stability) gipotezasini amalda tasdiqlash uchun xizmat qilmoqda.

Yadro fizikasining amaliy natijalari tibbiyotda inqilobiy o‘zgarishlarni amalga oshirdi. Pozitron-emission tomografiya (PET), bir fotonli emission kompyuter tomografiyasi (SPECT) hamda maqsadli radioizotop terapiya saraton kasalliklarini barvaqt aniqlash va davolashda asosiy qurolga aylandi. Lutetsiy-177 (^{177}Lu), Aktiniy-225 (^{225}Ac) va Yod-131 (^{131}I) kabi radiofarmatsevtik preparatlarni olish va qo‘llash texnologiyalari jadal rivojlanmoqda.

Insoniyatni ekologik toza va bitmas-tuganmas energiya manbai bilan ta’minlash borasida termoyadroviy sintez (ITER loyihasi, NIF – National Ignition Facility) sohasida katta burilishlar yuz berdi. Deteriy va tritiy yadrolarining sintez reaksiyasidan ijobiy sof energiya balansi ($Q > 1$) olishga erishilganligi xalqaro ilmiy hamjamiyatning eng katta yutuqlaridan biridir.

Yadro fizikasi sohasi jadal sur’atlar bilan rivojlanib borayotgan fundamental va amaliy yo‘nalishdir. Biroq, ushbu zamonaviy ilmiy kashfiyotlar va yutuqlar oliy ta’lim darsliklarida hamon yetarlicha o‘z aksini topmagan.

Bugungi kunda oliy ta’lim muassasalarida fizika yo‘nalishi talabalariga yadro fizikasi bo‘limini o‘qitishda bir qator tizimli muammolar kuzatilmoqda:

- Ta’lim mazmunining klassik chegaralar bilan cheklanib qolganligi va so‘nggi ilmiy kashfiyotlar bilam kam boyitilganligi.
- Radiatsion xavfsizlik sababli talabalarning haqiqiy radioaktiv manbalar bilan ishlash imkoniyatining yo‘qligi yoki juda cheklanganligi.

- Abstrakt va murakkab mikrodunyo jarayonlarini an’anaviy taxta va bo‘r yordamida tushuntirishning past samaradorligi.

Ma’ruza darslarida asosan nazariy formulalar va tarixiy tajribalar bayon qilinadi, amaliy mashg‘ulotlar esa bir xil tipdagi hisoblash masalalarini yechish bilan cheklanadi. Laboratoriya mashg‘ulotlarida modellashtirish elementlarining yetishmasligi sababli talabalar yadroviy yemirilish, zarrachalarning modda bilan ta’sirlashuvi kabi jarayonlarni faqat sxematik tarzda tasavvur qiladilar.

Amaldagi mustaqil ta’lim asosan referat va konspekt yozish shaklida tashkil etilgan bo‘lib, u talabada ijodiy, mantiqiy hamda tadqiqotchilik ko‘nikmalarini shakllantirishga yetarli xizmat qilmaydi. Talabalarga raqamli resurslar, interaktiv topshiriqlar va simulatorlar bilan ishlash bo‘yicha aniq metodik ko‘rsatmalar yetarli emas.

OTMlarda yadro fizikasini o‘qitishning amaldagi holati va o‘quv-metodik ta’minoti modernizatsiyalashga hamda raqamli ta’lim texnologiyalarini tizimli ravishda joriy etishga zarur.

O‘quv dasturiga o‘ta og‘ir elementlar sintezi, yadro tibbiyotidagi radiofarmatsevtik diagnostika va radioterapiya hamda ITER termoyadroviy reaktorlariga oid zamonaviy mavzular va modul bloklari kiritilishi kerak. Nazariy bilimlar amaliy texnologiyalar bilan bog‘lab berilishi ta’minlandi.

Raqamli texnologiyalar asosida dars o‘tishda quyidagi raqamli vositalar va usullardan foydalaniladi:

1. **PhET va Geant4 Interactive Simulation Platformalari:** Alpha, beta va gamma nurlanishning modda bilan ta’sirlashuvi, Rezerford tajribasini 3D/2D formatda modellashtirish.
2. **Virtual Laboratoriya Majmualari:** Geyger-Muller counter simulyatsiyalari, yarim yemirilish davrini real vaqt rejimida aniqlash.
3. **VR/AR Texnologiyalari:** Atom yadrosi va termoyadroviy reaktor (Tokamak) ichki tuzilishini 3D tasvirlash.

Mashg‘ulot turi	**An’anaviy shakl**	**Raqamli texnologiyalar asosidagi takomillashtirilgan shakl**
Ma’ruza	Passiv tinglash, 2D statik chizmalar	Interaktiv 3D vizualizatsiya, animatsiyalar, LMS platformasi
Amaliy dars	Standart masalalar yechish	Kompyuterda yadroviy reaksiyalarni modellashtirish va hisoblash
Laboratoriya	Nazariy hisobot topshirish	Virtual laboratoriyada tajriba o‘tkazish, statistik tahlil

Mustaqil ta’lim LMS (Moodle/Google Classroom) va maxsus web-portallar orqali tashkil etiladi. Talabalar loyiha usuli (Project-based learning) va keys-stadi texnologiyalari orqali zamonaviy yadro tibbiyoti masalalariga oid interaktiv topsiriqlarni bajaradilar hamda virtual platformalarda tadqiqot o‘tkazadilar.

Raqamli texnologiyalar asosida boyitilgan va takomillashtirilgan metodika talabalarning abstrakt tushunchalarni oson va mustahkam o‘zlashtirishiga hamda ilmiy-tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

1. Yadro fizikasining o‘ta og‘ir elementlar sintezi, yadro tibbiyoti va termoyadroviy sintez kabi so‘nggi yutuqlarini o‘quv dasturlariga kiritish ta’lim mazmunining zamonaviyligini ta’minlaydi.

2. Virtual laboratoriyalar hamda kompyuter modellashtirish vositalaridan foydalanish radiatsion xavfsiz muhitda murakkab fizik jarayonlarni ko‘rgazmali va interaktiv o‘rganish imkonini beradi[1].

3. Raqamli platformalar orqali mustaqil ta’limni tashkil etish talabalarda o‘z ustida mustaqil ishlash va mantiqiy fikrlash ko‘nikmalarini shakllantiradi.

4. OTM fizika va astronomiya yo‘nalishlarida yadro fizikasi bo‘limini o‘qitishda ishlab chiqilgan interaktiv-raqamli metodik qo‘llanmalar va simulatorlardan keng foydalanish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 20-apreldagi PQ-2909-sonli “Oliy ta’lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori

2. Ishmuhamedov R., Abduqodirov A. Ta’limda innovatsion texnologiyalar. – T.: Iste’dod, 2018.

3. Krane K.S. Introductory Nuclear Physics. – John Wiley & Sons, 2018.

4. PhET Interactive Simulations (University of Colorado Boulder) – Interactive Physics Simulations.

5. IAEA (International Atomic Energy Agency) Educational Resources in Nuclear Physics, 2023.

SMARTFON DATCHIKLARI YORDAMIDA MEXANIK HARAKATLARNI EKSPERIMENTAL TADQIQ ETISH METODIKASI

Begzatova Shaxnoza Paxriddinovna[1],
Abdusattorova Ruxshona Abdukarim qizi[2]
[1] Chirchiq davlat pedagogika universiteti, katta o‘qituvchisi
[2] Chirchiq davlat pedagogika universiteti, 4-kurs talabasi

Annotatsiya

Ushbu tezisda zamonaviy smartfonlarda mavjud bo‘lgan datchiklardan foydalanib, mexanik harakatlarni eksperimental tadqiq etish metodikasi ko‘rib chiqiladi. Mazkur metodikaning fizika fanini o‘qitishda, laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishda va o‘quvchilarning amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirishdagi ahamiyati ko‘rsatib beriladi.

Kalit so‘zlar: raqamli texnologiyalar, smartfon, datchik, akselerometr, tajriba, fizik o‘lchash.

Hozirgi kunda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi ta’lim jarayoniga ham katta ta’sir ko‘rsatmoqda. Ayniqsa, smartfonlarning keng

tarqalishi ulardan nafaqat aloqa vositasi, balki turli fizik hodisalarni o‘rganishda eksperimental qurilma sifatida foydalanish imkonini bermoqda.

Zamonaviy smartfonlarning ko‘pchiligida turli xil datchiklar mavjud. Ular orasida akselerometr, giroskop, magnitometr, yaqinlik datchigi, yorug‘lik datchigi va boshqa sensorlarni ko‘rsatish mumkin. Ushbu datchiklar atrof-muhit yoki smartfonning harakat holati haqidagi ma’lumotlarni raqamli ko‘rinishda qayd etadi.

Fizika fanida mexanik harakatni o‘rganishda tajriba muhim ahamiyatga ega. An’anaviy laboratoriya ishlarida sekundomer, dinamometr, lineyka, fotoelement va boshqa o‘lchov asboblaridan foydalaniladi. Smartfon datchiklari esa ayrim hollarda ushbu o‘lchovlarni tez va qulay tarzda amalga oshirish imkonini beradi.

Smartfon yordamida mexanik harakatlarni tadqiq qilishning yana bir muhim jihati – tajriba natijalarini real vaqt rejimida kuzatish va raqamli ma’lumotlarni keyinchalik qayta ishlash imkoniyatidir. Bu esa o‘quvchilarda nafaqat fizik tushunchalarni, balki ma’lumotlarni tahlil qilish ko‘nikmalarini ham shakllantiradi.

Smartfon datchigi – fizik kattalik yoki tashqi ta’sirni aniqlab, uni elektron signal yoki raqamli ma’lumotga aylantiruvchi qurilmadir.

Mexanik harakatlarni o‘rganishda, ayniqsa, akselerometr, giroskop, magnitometr va GPS datchigidan foydalanish mumkin. Ularning har biri turli fizik kattaliklarni o‘lchash yoki aniqlashga xizmat qiladi.

Tajriba o‘tkazish metodikasi

Smartfon yordamida mexanik harakatni tadqiq qilish uchun quyidagi bosqichlarni bajarish tavsiya etiladi.

1-bosqich. Smartfonni tayyorlash. Avvalo smartfonga datchiklardan olingan ma’lumotlarni ko‘rsatadigan maxsus dastur o‘rnatiladi.

2-bosqich. Datchikni tekshirish. Smartfon harakatsiz holatga qo‘yiladi va akselerometr ko‘rsatkichlari kuzatiladi.

3-bosqich. Tajriba obyektini tayyorlash. Smartfon harakatlanadigan jismga mustahkam o‘rnatiladi.

4-bosqich. Harakatni boshlash. Jism ma’lum sharoitda harakatlantiriladi va datchik o‘lchashni amalga oshiradi.

5-bosqich. Ma’lumotlarni yozib olish. Vaqt, tezlanish va boshqa kattaliklar qayd etiladi.

6-bosqich. Natijalarni qayta ishlash. O‘rtacha qiymat, maksimal qiymat va xatoliklar aniqlanadi hamda zarur bo‘lsa grafiklar tuziladi.

Smartfon datchiklaridan foydalanish fizika darslarini zamonaviylashtirishga yordam beradi. Eksperimental metodikada o‘quvchi tajriba rejasini tuzadi, qurilmani tayyorlaydi, o‘lchashni amalga oshiradi, ma’lumotlarni qayd qiladi, formulalardan foydalanadi, grafik tuzadi, natijani tahlil qiladi va xulosa chiqaradi.

Bu jarayon o‘quvchining ilmiy-tadqiqot ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Shuningdek, smartfon datchiklari yordamida mexanikaning turli mavzulari bo‘yicha tajribalarni tashkil etish mumkin.

Smartfonlarda mavjud bo‘lgan zamonaviy datchiklar mexanik harakatlarni eksperimental tadqiq qilish uchun qulay vosita bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Ayniqsa, akselerometr yordamida tezlanishni, giroskop yordamida burchak tezligi va aylanish parametrlarini aniqlash imkoniyati mavjud.

Smartfon datchiklari asosida tashkil etilgan tajribalar o‘quvchilarga fizik qonunlarni faqat nazariy jihatdan emas, balki amaliy tajriba orqali o‘rganish imkonini beradi. Olingan raqamli ma’lumotlarni grafik va matematik usullar yordamida qayta ishlash o‘quvchilarning tahliliy fikrlash qobiliyatini rivojlantiradi.

Mazkur metodikadan umumta’lim maktablari, akademik litseylar, kasb-hunar ta’lim muassasalari va oliy ta’limda fizika fanining laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishda foydalanish mumkin. Shunday qilib, smartfon datchiklaridan foydalanish zamonaviy raqamli texnologiyalarni fizika ta’limiga integratsiya qilishning amaliy yo‘nalishlaridan biridir.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Перышкин А.В. Методика преподавания физики в средней школе. – М.: Просвещение, 2018.
2. Малафеев В.В. Методика обучения физике: учебное пособие. – М.: Академия, 2017.

ASTRONOMIK HODISALARNI KUZATISHLARNI TASHKIL ETISH

Rajapova Aziza Ibragimovna
Shahrisabz davlat pedagogika instituti, “Pedagogika” kafedrasi mustaqil tadqiqotchisi

Annotatsiya Jamiyatidagi demokratik o‘zgarishlar, vaqt o‘tishi bilan axborot texnologiyalarining rivojlanishi va hayotning barcha jabhalariga kirib borishidagi yutuq bilan bir vaqtga to‘g‘ri keldi, hayotning barcha sohalarida tub sifat o‘zgarishlariga olib keldi. Bunday ta’limni tashkil etishda esa bugungi kunda nashr adabiyotlarining takomillashtirilgan ko‘rinishlari multimediali ishlanmalar hamda virtual laboratoriya topshiriqlari, interaktiv ta’lim texnologiyalari qo‘llanib yaratilgan, fanning ma’ruza, amaliy, laboratoriya, mustaqil ta’lim shakillari to‘liq yoritilgan elektron darsliklarni qo‘llash zarur Maqsadimiz o‘quv-tarbiya jarayonida o‘quvchilarning iqtidorini rivojlantirish mazmuni, tashkiliy shakl, metod hamda vositalarini tavsiflashdan iborat.

Kalit so‘zlar. Vosita, shakl, metod, astronomik asboblar, kuzatishlar, astronomik hodisalar, raqamli texnologiya.

Umumta’lim maktablarida astronomik kuzatuvlarni tashkil etishlarning maqsadi: avvalambor o‘quvchilarga nazariy jihatdan bayon etilgan astronomik hodisa va jarayonlar bilan amalda tanishtirish va holatlami tabiiy ravishda

tushuntirishdan iborat. Tabiiy kuzatuvlarsiz astronomik jarayonlami nazariy jihatdan tushuntirish, astronomik ta’limni faqatgina formal holatda olib borish bilan bog‘liq bo‘lib qoladi.

Astronomik kuzatuvlardan o‘quvchilar osmon yoritqichlariga qarab orientir olish hamda astronomik o‘lchashlar olish ko‘nikmalariga ega bo‘lishlari kerak. Bunday ko‘nikmalar kursning amaliy astronomiya qismini xalq xo‘jaligida, aviatsiya hamda daryolarda suzishda qo‘llanilishini tushuntirib berish kerak. Shuningdek astronomik kuzatishlar o‘quvchilarda kuzatuvchanlik, xulosalar chiqarish qobiliyatlarini rivojlantiradi va tarbiyalaydi. Astronomik kuzatuvlar keyingi holatlarda amaliy ishlar deb ham nomlanadi. Amaliy kuzatuvlar o‘quvchilarda shuningdek bilimlami mustahkamlash va amaliy ko‘nikmalami shakllantirishda ham katta ahamiyat kasb etadi.

Asosiy qism. Amaliy kuzatuv ishlarini ikki guruhga bo‘lish mumkin:

1) kirish kuzatuvlari - unda o‘quvchilarga astronomik hodisalar haqida umumlashtirilgan, asosiy tushunchalar beriladi. Bu kabi tushunchalar o‘quvchilarga nazariy jihatdan olgan bilimlari haqida xulosalar chiqarish va umumiy tushunchalar hosil qilishga yordam beradi.

2) ko‘rgazmaviy kuzatishlar – kuzatilayotgan obyekt haqida qo‘shimcha va to‘laroq ma’lumotlar olish imkonini beradi. Kirish kuzatuvlari odatda, biror bolimni o‘tishdan avval o‘tkaziladi. Ko‘rgazmaviy kuzatuvlar esa odatda, bo‘lim yakunlanganidan keyin, olingan bilimlami mustahkamlash, umumlashtirish va xulosalar chiqarish maqsadida tashkil etiladi.

Astronomiya kursining sferik astronomiyani bo‘limini o‘rganishda kuzatuv ishlarini tashkil etish, ayniqsa ahamiyatlidir.

Kechki kuzatuvlarni tashkil etganda, aynan o‘tilayotgan mavzu yuzasidan masalalami o‘rganibgina qolmasdan, keyingi o‘tiladigan mavzular yuzasidan ham tahlillar olib borish ham tavsiya etiladi. O‘rganilgan tahlillar keyingi mavzularda batafsil tushuntirib o‘tilishi кераĸ bo‘ladi.

Kirish kuzatuvlarida quyidagi mazmundagi masalalami ko‘rish va tahlil qilish tavsiya etiladi: yulduzlar osmoni bilan umumiy holda tnnishtirish - yulduz turkumlari hamda yulduzlaming sutkaviy harakatini o‘rganish; Quyoshning ko‘rinma harakati; Sayyoralarning ko‘rinma harakati; Oyning ko‘rinma harakati va Oy fazalarini; Yupiter yo‘ldoshlari va ulaming harakati; Quyoshning aylanishi va dog‘larning siljishi; yulduzlar rangi va spektri; qo‘shaloq yulduzlar; o‘zgaravchi yulduzlar yorqinligining o‘zgarishi; yulduz to‘dalari va tumanliklar; Somon yo‘li.

Ushbu kuzatuvlarning barchasini ham bir kunda o‘tkazib bo‘lmaydi. Kuzutishlarning bir qismini kechki kuzatuv ko‘rinishida, bir qisiini kunduzgi kuzatuv, qolganlarini esa mustaqil ravishda kuzatish uchun vazifa berish ham mumkin bo‘ladi.

Zamonaviy, ma’lumotli inson insoniyat oldida turgan muammolami ko‘ra bilishi, ulaming yechimini topish yo‘llarini bilishi, kelgusida taraqqiyotning rivojlanish yo‘llarini topish masalalarini bilishi kerak. Ko‘pchilik olimlaming

tlkrlariga koʻra insoniyat oldida turgan eng katta muornmolardan biri bu ekologik krizis muammosining yechimini topish - bu astronomik bilimlami mukammal darajaga yetkazish hamda imkoniyat darajalarini jalb etish maqsadida kosmonavtika koinot va fazo imkoniyatlaridan foydalanish yoʻlarini izlash va uning yechimini topish orqali ekologik muammolami hal qilish mumkin deb hisoblaydilar.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Sinfdan tashqari ish shakllarini, shu jumladan oʻquvchilar bilan ishlashni quyidagi tadqiqotchilar amalga oshirdilar: Siegel F.Yu., Sarkisyan Ye.A., Pivovarov A.A., Levitan Ye.K. Popova A.P. va boshqalar.

Ye.P.Levitan sinfdan tashqari ishning bir qancha shakllarini belgilaydi [6, 52-b]:

- maktab toʻgaragi yoki bolalar ijodiyoti uylaridagi toʻgaraklar;
- individual ish, shu jumladan individual yoki guruh loyihalarini amalga oshirish va himoya qilishni boshqarish;
- darsdan tashqari mashgʻulotlar;
- maktab va ilmiy-havaskor astronomik kuzatishlar;
- oʻquvchilar guruhlarida oʻtkaziladigan mavzuli tadbirlar;
- astronomiyadan konferentsiya va forumlarda ma’ruzalar bilan qatnashish yoki observatoriyalarga, astronomik muzeylarga va hokazolarga ekskurtsiya qilish.

A.B.Narbayevning “Astronomiyani innovatsion yondashuvlar asosida oʻqitishda mediata’lim vosita sifatida” nomli tadqiqot ishida maktablarda astronomiya oʻqitilishida mediata’lim asosida oʻqitilishning ahamiyati berilgan. Maktab astronomiya kursini oʻqitish boʻyicha oʻrganishlar natijasi shuni koʻrsatmoqdaki, bugungi kunda umumta’lim maktablarda astronomiya oʻqitish bilan boʻgʻliq bir qator murakkabliklar mavjud.

Tadqiqot va natijalar. Yana boshqa vaziflardan biri kosmik sivilizatsiyaga erishishdir. Ta’lim berishda oʻquvchilar ongida ekologik muammolar yechimini izlash, yangi gʻoyalar ishlab chiqish masalalarini oʻquvchilarda shakllantirish uchun esa, sinfdan tashqari astronomik kechalar hamda tadbirlaniing ahamiyati kattadir. Astronomik kechalar hamda tadbirlar davomida oʻquvchilarda fanlar bilan aloqadorlik tushunchalari, Yerning zamonaviy ahvoli hamda uning kelajagi haqidagi tushunchalarning shakllanishini kuzatish mumkin.

Auditoriyadan tashqari kuzatishlar va tajribalar tabiatda, uyda, ishlab chiqarishda yoki ilmiy laboratoriyalarda, ilmiy kuzatish imuassasalarda oʻtkazish mumkin. Ular oʻqituvchilarning topshirigʻi boʻyicha, yoki mustaqil holda amalga oshiriladi. Bunday ishlarning turlarini oʻziga xos tarzda oʻquvchilarning qobiliyatiga, eksperiment oʻtkazishga, olgan bilimlarini mustahkamlashga ularning qiziqishlariga yarasha tanlab olinadi va ayrim oʻquvchilarga shaxsiy topshiriqlar berishi mumkin. Bunday ishlarni bajarish oʻquvchilarning kuzata

olish qobiliyatini, mustaqilligini va texnik madaniyatini oshirishga yordam beradi.

Fizika va astronomiyadan o‘tkaziluvchi auditoriyadan tashqari ishlarni mazmuniga ko‘ra ikki guruhga bo‘lish mumkin.

1. O‘quv materialiga bevosita bog‘liq bo‘lgan auditoriyadan tashqari ishlar. Ular darsning mazmuni bilan mustahkam bog‘langan bo‘lib, o‘quvchilarni muhim bo‘lgan dastur materiallarini o‘zlashtirib olishga hamda mustahkam bilim va ko‘nikmalarni egallashga xizmat qiladi.

2. Dars bilan bog‘liq, ammo o‘quvchilarning fizika va astronomiya to‘g‘risidagi bilimlarini, malaka va ko‘nikmalini chuqurlashtirish maqsadida dasturdan tashqari bajariluvchi ishlar. Bunday ishlarning asosiy maqsadi-o‘quvchilarning fikrlashini yanada kengaytirish, fanga oid bo‘lgan qiziqishini oshirishiga va ularning ijodkorlik qobiliyatlarini rivojlantirishdan iborat.

O‘qituvchi kuzatish darslari yakunida o‘quvchilarning bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar bilan murojaat qilishi darsni yanada samarali bo‘lishiga xizmat qiladi.

1. Agar matematik gorizontning janubiy nuqtasi va kuzatish joyining geografik kenglamasi ma’lum bo‘lsa, osmonda olamning shimoliy qutbini qanday topish mumkin?

2. Ekliptika qutbi (bir xil nomlari) orasidagi burchak masofani toping. Ular orqali o‘tgan katta aylana qanday holda kuzatuvchining zenitdan o‘tadi?

3.Osmon ekvatori, matematik gorizont va birinchi vertikal aylanalarning o‘zaro sharqiy va g‘arbiy nuqtalarida teng ikkiga bo‘linishlarini isbotlang.

4.Yer sharining qaysi nuqtasida olam o‘qi vertical chiziq bilan (yoki matematik gorizont osmon ekvatori bilan) ustma-ust tushadi?

5.Qaysi geografik kenglamada osmon ekvatori zenith va nadir orqali o‘tib, olam o‘qi matematik gorizont bo‘ylab yo‘naladi?

6. Osmon sferasining asosiy nuqtalari, chiziqlari va aylanalarning qaysilari Yer sharida turgan kuzatuvchi o‘rnining o‘zgarishiga bog‘liq ravishda o‘zgaradi. Nima uchun o‘zgarishini tushuntiring?

O‘qituvchining javoblari:

1. Dastlab matematik gorizontning janubiy nuqtasiga diametrial qarama-qarshi yotgan shimoliy nuqtasi topiladi. Bundan shimol, janub va zenitdan o‘tgan katta aylana-osmon meridian bo‘ylab shimoliy nuqtadan zenitga tomon geografik kenglama kattaligiga teng yoy masofada olamning shimoliy qutbi yotadi.

2. Ekleptika va olam qutblari orasidagi burchak (bir xil nomlangan qutblari orasidagi) ekleptika va osmon ekvatori tekisliklari orasidagi burchakka teng bo‘lib, $23^0 27^I$ ni tashkil qiladi.

3. Osmon meridian olam qutbi va zenith orqali o‘tib, matematik gorizont bilan shimoliy va janubiy nuqtalarida kesishadigan, osmon ekvatori matematik gorizontni bu nuqtalardan 90^0 yoy masofada yotuvchi sharqiy va g‘arbiy nuqtalarida kesib o‘tadi va ular kata aylanalar bo‘lganidan bir-birini teng ikkiga bo‘ladi. Birinchi vertikal tekisligi osmon meridian tekisligi bilan 90^0 burchak

hosil qilganidan, u ham gorizont bilan sharqiy va g‘arbiy nuqtalarida kesishadi va teng ikkiga bo‘linadi.

4. Yerning shimoliy va janubiy nuqtalarida.

5. $\varphi = 0$, ya’ni , Yer ekvatorida

6. Zenit, nadir, matematik gorizont, osmon meridian va almuqantaratlar. Chunki bu nuqta va aylanalar kuzatuvchiga nisbatan shartli ravishda qabul qilingan bo‘lib, Yerning asosiy nuqta va aylanalari bilan bog‘liq emas.

Xulosa va takliflar. Bugungi kunda astronomiya fanidan kuzatish ishlarini olib borishda bir qancha kamchiliklar uchraydi:

- umumta’lim maktablarda kuzatish asbolarining mavjud emasligi;
- o‘quv-uslubiy ta’minotining yetarli emasligi;

umumta’lim maktablarining astronomik kuzatish observatoriyalardan uzoqligi.

Darsdan tashqari ishlarni tashkil etishda hozirgi kunda raqamli texnologiyalardan foydalanish esa yuqridagi kamchiliklarni bartaraf etishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Mamadazimov M. Fizika va astronomiyani integrallab o‘qitishning metodik asoslari. Monografiya –T: Fan va texnologiya, 2007 -158 b.
2. Mizaxmedov B., G‘ofurov N., Ibragimov B., Sagatova G. Fizika o‘qitish metodikasi .-T.: O‘qituvchi, 2002.
3. Jalolova P.M. “O‘quv multimedia loyihalari” fanidan O‘quv qo‘llanma. –Namangan: Arjumand media, 2020 . – 138 b.
4. Karlibayeva G.E, Matjanov N.S. Fizika һәм astronomiya оқытыо‘ методикасы. O‘quv qo‘llanma. – T: Fan va texnologiya, 2017. – 164 бет.
5. Ro‘zieva D., Usmonbaeva Z. Interfaol metodlar: mohiyati va qo‘llanilishi (metodik qo‘llanma). –Toshkent: TDPU. 2013 -116b.
6. Safarova R.G. Istiqboldagi ta’lim mazmunini modernizatsiyalashning didaktik asoslari. –Toshkent: Fan, 2009. – 240 b.
7. Sharipov Sh.S., Aripov M., Begimqulov U.Sh. va boshqalar. Bilim olishning intelektual tizimini ishlab chiqish nazariyasi va amaliyoti. –Toshkent: Fan, 2011. –B.72.
8. Tojiev M., Alimov A.Ya., quchqarov D.U. Pedagogik texnologiya-ta’lim jarayoniga tatbig‘I (Boshlang‘ich ta’limda matematika o‘qitish metodikasi fani darslarining loyihasi). –Toshkent: “Tafakkur”, 2010. -148b.

RAQAMLI REFRAKTOMETRIYA VA INNOVATSION PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA OPTIKA TAJRIBALARINI O‘QITISH METODIKASI

Raxmanov Valijon Turdaliyevich[1], O‘razaliyev Alijon Xasan o‘g‘li[2]

[1]Guliston davlat universiteti, Axborot texnologiyalari va fizika-matematika fakulteti, fizika kafedrasi dotsenti, Guliston shahri.

[2]Guliston davlat universiteti, Axborot texnologiyalari va fizika-matematika fakulteti, fizika kafedrasi mustaqil izlanuvchi, Guliston shahri

valijonrahmanov4@gmail.com

alijonorazaliyev67@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada optika bo‘limini o‘qitishda raqamli refraktometriya, virtual laboratoriya va zamonaviy pedagogik texnologiyalarni integratsiyalash metodikasi yoritiladi. “Refraktometr yordamida suyuqlikning sindirish ko‘rsatkichini aniqlash” virtual laboratoriyasi misolida kritik burchak, Snell qonuni, suyuqlikning sindirish ko‘rsatkichi hamda nisbiy xatolikni aniqlash jarayonlari o‘quv faoliyatiga moslashtirildi. Metodik model tajribani “muammo–gipoteza–o‘lchash–hisoblash–tahlil–refleksiya” ketma-ketligida tashkil etishni nazarda tutadi. Raqamli vositalar o‘quvchining kuzatuvchanligi, eksperimental fikrlashi, mustaqil xulosa chiqarishi va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qilishi asoslandi [1–11].

Kalit so‘zlar. fizika o‘qitish metodikasi, virtual laboratoriya, refraktometr, sindirish ko‘rsatkichi, kritik burchak, Snell qonuni, raqamli ta’lim, innovatsion metod, tadqiqotchilik kompetensiyasi.

Abstract. The article presents a methodology for integrating digital refractometry, virtual laboratory activities, and innovative pedagogical technologies into optics instruction. Using a virtual refractometer, the learning sequence covers the critical angle, Snell’s law, refractive index determination, and relative error analysis. The proposed instructional model follows a problem–hypothesis–measurement–calculation–analysis–reflection cycle. The approach is intended to strengthen experimental reasoning, independent conclusions, digital competence, and research skills in physics learners [1–11].

Keywords. physics teaching methodology, virtual laboratory, refractometer, refractive index, critical angle, digital education, innovative pedagogy, research skills.

Kirish

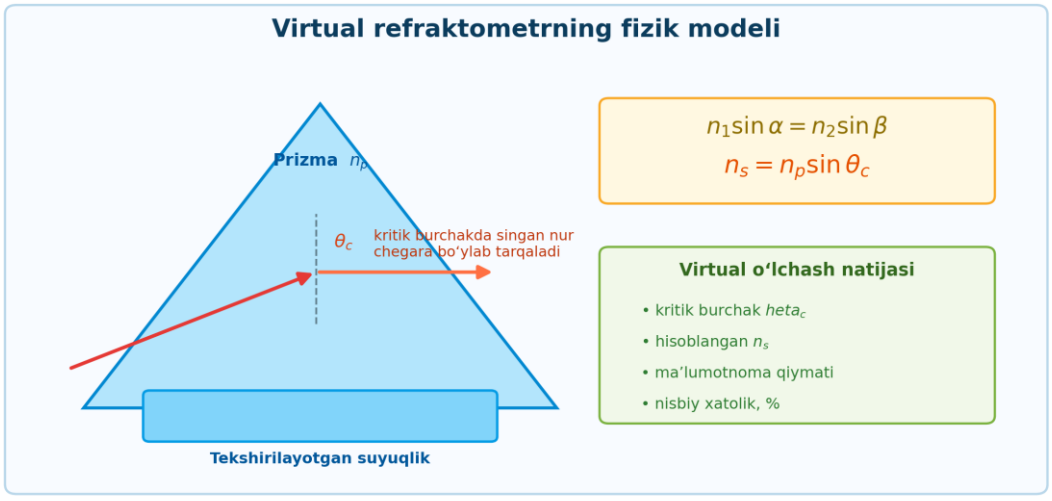
Fizika fanini o‘qitishda namoyish tajribalari va laboratoriya mashg‘ulotlari nazariy bilimni kuzatish, o‘lchash va amaliy dalillash bilan bog‘laydi. Raxmanovning tadqiqotlarida namoyish tajribalarini zamonaviy qurilmalar asosida tashkil etish, ularning vazifalari va tizimini metodik jihatdan takomillashtirish ta’lim samaradorligini oshirish omili sifatida ko‘rsatilgan [1–4]. Oliy ta’lim laboratoriya mashg‘ulotlarida innovatsion metodlardan foydalanish esa talabaning tanqidiy fikrlashi, muammoni hal qilish va eksperimental ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qilishi ta’kidlangan [5].

Raqamli ta’lim sharoitida ushbu yondashuv virtual laboratoriyalar, interfaol vizualizatsiya va axborot texnologiyalari bilan boyitilmoqda. Zamonaviy ta’lim texnologiyalari o‘quvchilarning intellektual faolligini kuchaytirishi [6], fizik praktikumning puxta metodik tashkil etilishi esa nazariy qonuniyatlarni amaliy faoliyat bilan birlashtirishi mumkin [7]. Shu nuqtai nazardan maqolaning maqsadi – virtual refraktometr yordamida optik tajribani tashkil etishning didaktik modelini ishlab chiqish va uni raqamli hamda innovatsion pedagogik yondashuvlar bilan uyg‘unlashtirishdir.

Materiallar va metodlar

Amaliy asos sifatida o‘zbek tilidagi “Refraktometr yordamida suyuqlikning sindirish ko‘rsatkichini aniqlash” virtual laboratoriyasi olindi. Unda suyuqlik turi tanlanadi, prizmaning sindirish ko‘rsatkichi belgilanadi, yorug‘–qorong‘i chegara orqali kritik burchak aniqlanadi, so‘ng suyuqlikning sindirish ko‘rsatkichi hisoblanib, ma’lumotnoma qiymati bilan solishtiriladi. Nazariy asos n=c/v va Snell qonuni $n_1\sin\alpha=n_2\sin\beta$ bilan ifodalanadi. Kritik burchakda $\beta=90°$ bo‘lgani uchun $n_s=n_p\sin\theta c$ munosabatidan foydalaniladi.

Metodik jihatdan laboratoriya mashg‘uloti olti bosqichga ajratildi: muammoli savol, gipoteza, virtual o‘lchash, hisoblash, xatolikni tahlil qilish va refleksiya. Oliy ta’limda ilg‘or pedagogik innovatsion texnologiyalarni qo‘llash talabaning amaliy, tanqidiy va ijodiy fikrlashini rivojlantirishi haqidagi xulosalar mazkur modelning didaktik asosini kuchaytiradi [8]. Fizika darslarida zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlarda ham interfaollik va raqamli resurslarning o‘quv faoliyatini faollashtirishi qayd etilgan [9], [10].



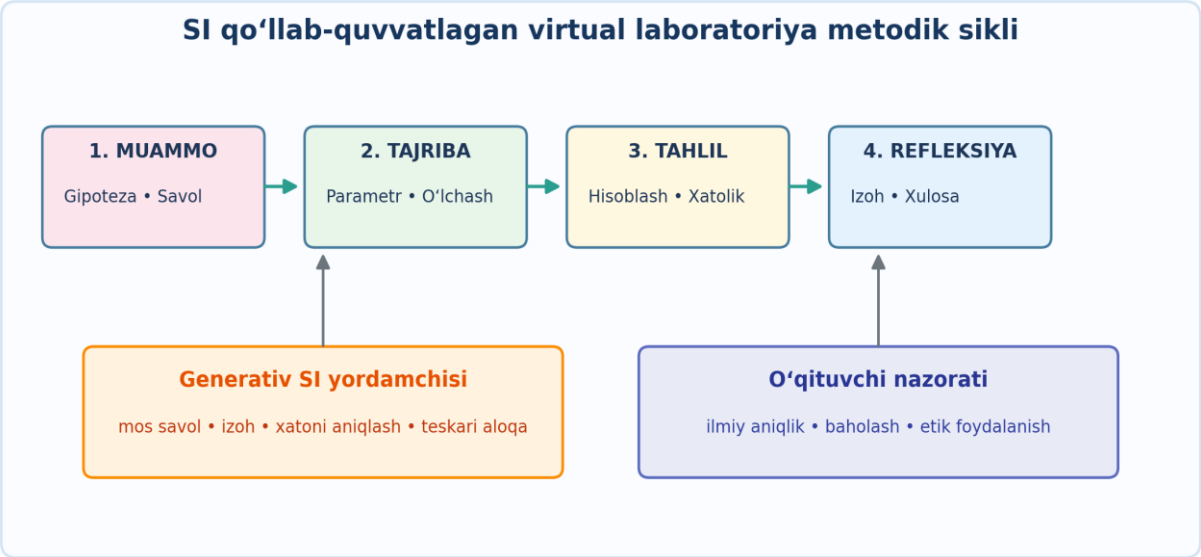
1-rasm. Virtual refraktometrda kritik burchak va sindirish ko‘rsatkichini aniqlashning fizik modeli.

Natijalar va muhokama

Virtual refraktometr o‘quvchiga turli suyuqliklar uchun kritik burchak va sindirish ko‘rsatkichi o‘rtasidagi bog‘lanishni tez takrorlash, natijalarni taqqoslash va nisbiy xatolikni tahlil qilish imkonini beradi. Bu jarayonda o‘quvchi tayyor qiymatni qabul qilmaydi, balki o‘lchash natijasi, formula va

ma’lumotnoma qiymati orasidagi munosabatni izohlaydi. Shu tariqa tajriba matematik hisoblash bilan cheklanmay, sababiy fikrlashga yo‘naltiriladi.

Tadqiqotchilik ko‘nikmalarini shakllantirishga qaratilgan STEM yondashuvida muammoni qo‘yish, tajriba rejasini tuzish, natijani tahlil qilish va xulosa chiqarish muhim o‘rin tutadi [11]. Virtual refraktometriya ham aynan shu kompetensiyalarni rivojlantirish imkonini beradi. Raqamli muhit real laboratoriyani to‘liq almashtirmaydi; aksincha, tajribaga tayyorgarlik, takroriy mashq va natijalarni tahlil qilish bosqichlarini kuchaytiruvchi vosita sifatida qo‘llanishi maqsadga muvofiq.



2-rasm. Virtual laboratoriya mashg‘ulotining innovatsion metodik sikli.

1-jadval. Virtual refraktometriya mashg‘ulotini tashkil etish modeli

Bosqich	O‘quvchi faoliyati	O‘qituvchi faoliyati	Natija
Muammo	Gipoteza bildiradi	Muammoli savol beradi	Motivatsiya
Tajriba	θc ni aniqlaydi	Yo‘naltiradi	O‘lchash
Hisob	n_s va xatolikni topadi	Tekshiradi	Tahlil
Refleksiya	Xulosa chiqaradi	Baholaydi	Dalillash

Amaliy metodik model

Mashg‘ulotni 25–30 daqiqalik modul shaklida tashkil etish mumkin. O‘qituvchi “Nima uchun turli suyuqliklarda yorug‘likning sinish darajasi bir xil emas?” savoli bilan muammoli vaziyat yaratadi. O‘quvchi suyuqlikni tanlaydi, prizma parametrini belgilaydi, kritik burchakni qayd etadi, n_s ni hisoblaydi va nisbiy xatolikni topadi. Kamida uch suyuqlik natijalari taqqoslanib, sindirish ko‘rsatkichining modda optik xossasi sifatidagi mazmuni izohlanadi.

Baholashda faqat yakuniy son emas, tajriba algoritmiga rioya qilish, fizik formulani to‘g‘ri qo‘llash, xatolikni sharhlash va dalillangan xulosa chiqarish hisobga olinadi. Bunday mezon o‘quvchining eksperimental fikrlash jarayonini

baholash imkonini beradi va innovatsion laboratoriya mashg‘ulotlarining metodik talablariga mos keladi [5–8].

Xulosa

Raqamli refraktometriya optika bo‘limidagi sinish, kritik burchak, to‘la ichki qaytish va sindirish ko‘rsatkichi tushunchalarini tajribaviy kontekstda o‘zlashtirishga yordam beradi. Virtual muhit parametrlarni boshqarish, tajribani takrorlash, xatolikni aniqlash va natijalarni qiyoslash imkonini yaratadi. Mazkur imkoniyatlar fizika ta’limida zamonaviy qurilmalar, innovatsion metodlar va axborot texnologiyalaridan foydalanishga bag‘ishlangan ilmiy-metodik qarashlar bilan uyg‘unlashadi [1–11].

Taklif etilgan model virtual laboratoriyani real tajribaga muqobil emas, balki uni tayyorlovchi va tahliliy jihatdan boyituvchi didaktik vosita sifatida ko‘radi. Shu asosda o‘quvchilarda ilmiy tafakkur, tadqiqotchilik ko‘nikmalari, raqamli savodxonlik va mustaqil qaror chiqarish kompetensiyalarini birgalikda rivojlantirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Rahmanov V.T. Umumiy o‘rta ta’lim maktablari o‘quv jarayonining samaradorligini oshirishda fizika fanining namoyish tajribalarini zamonaviy qurilmalar yordamida o‘qitish. Scientific Bulletin of NamSU – NamDU ilmiy axborotnomasi. 2022, 4-son, 725–728-b.

2. Rahmanov V.T. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizik namoyish tajribalari, uning vazifalari va tizimi. Scientific Bulletin of NamSU – NamDU ilmiy axborotnomasi. 2022, 1-son, 699–704-b.

3. Rahmanov V.T. Umumiy o‘rta ta’lim maktablari o‘quv jarayonining samaradorligini oshirishda fizika fanining namoyish tajribalarini zamonaviy qurilmalar yordamida o‘qitish. Scientific Bulletin of NamSU – NamDU ilmiy axborotnomasi. 2022, 4-son, 725–728-b.

4. Rahmanov V.T. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizik namoyish tajribalari, uning vazifalari va tizimi. Scientific Bulletin of NamSU – NamDU ilmiy axborotnomasi. 2022, 1-son, 699–704-b.

5. Raxmanov V.T. Oliy ta’limda, fizika fani laboratoriya mashg‘ulotlarini olib borishda innovatsion ta’lim metodlarini qo‘llash. Ta’lim, fan va innovatsiya. 2024, 1-son, 289–293-b.

6. Raxmanov V.T. Fizikadan namoyish tajribalarni ko‘rsatish jarayonida zamonaviy ta’lim texnologiyalari asosida o‘quvchilarning intellektual qobiliyatlarini rivojlantirish. Kasb-hunar ta’limi. 2024, 9-son.

7. Raxmanov V.T., Topiboldiyev J.A., Shukullayeva Z.M. Talabalarga fiziktaktikum fanini o‘qitish metodikasi (mexanika bo‘limi misolida). 7. BİLSEL International World Scientific and Research Congress, 30–31 March 2025, Istanbul/Türkiye.

8. Rakhmanov V.T. The Importance of Advanced Pedagogical Innovative Technologies in Teaching Physics in Higher Education. International Journal of

Pedagogics. 2025, Vol. 5, Issue 6, 65–67. DOI: 10.37547/ijp/Volume05Issue06-19.

9. Raxmanov V.T., O‘razaliyev A.X. Fizika darslarida zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanish. Maktabgacha va maktab ta’limi. 2025, noyabr, 11-son, 129-b.

10. Raxmanov V.T., O‘razaliyev A.X. Axborot texnologiyalarini fizika darslarida qo‘llash. Maktabgacha va maktab ta’limi. 2025, noyabr, 11-son.

11. Raxmanov V.T., Topiboldiyev J.A., Raxmatullayev M.M., Ortiqboyev S.M. Umumta’lim maktablarda “STEM”-ta’lim sharoitida o‘quvchilarda tadqiqotchilik ko‘nikmalarini shakllantirish (fizika fani misolida). Kasb-hunar ta’limi. 2025, 9-son.

GENERATIV SUN’IY INTELLEKT VA INTERFAOL VIRTUAL LABORATORIYALAR ASOSIDA FIZIKA TA’LIMINI MODERNIZATSIYA QILISH

Raxmanov Valijon Turdaliyevich[1], O‘razaliyev Alijon Xasan o‘g‘li[2]

[1]Guliston davlat universiteti, Axborot texnologiyalari va fizika-matematika fakulteti, fizika kafedrasi dotsenti, Guliston shahri.

[2]Guliston davlat universiteti, Axborot texnologiyalari va fizika-matematika fakulteti, fizika kafedrasi mustaqil izlanuvchi, Guliston shahri

valijonrahmanov4@gmail.com

alijonorazaliyev67@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada generativ sun’iy intellekt va interfaol virtual laboratoriyalar asosida fizika ta’limini modernizatsiya qilish masalasi tahlil qilinadi. Tadqiqotning nazariy bazasi sifatida “Axborot texnologiyalarini fizika darslarida qo‘llash” maqolasida yoritilgan interfaollik, vizuallashtirish va mustaqil faoliyatni qo‘llab-quvvatlash g‘oyalari olindi [1]. Amaliy misol sifatida “Psychrometer Wet Bulb Bench” simulyatsiyasi tanlanib, quruq va ho‘l termometr ko‘rsatkichlari orqali nisbiy namlikni o‘rganish bo‘yicha dars modeli ishlab chiqildi [2]. Generativ SI o‘quvchiga moslashtirilgan ko‘rsatma, savol, tahlil va refleksiv teskari aloqa beruvchi yordamchi vosita sifatida talqin qilindi. Natijada real, virtual va SI-komponentlari o‘zaro uyg‘unlashgan uch darajali metodik model taklif etildi.

Kalit so‘zlar. generativ sun’iy intellekt, fizika ta’limi, virtual laboratoriya, psixrometr, namlik, interfaol simulyatsiya, individuallashtirish, refleksiya.

Abstract. This paper explores the modernization of physics education through the combined use of generative artificial intelligence and interactive virtual laboratories. The conceptual basis of the study draws on the provided article about information technologies in physics teaching, especially its emphasis

on interactivity, visualization, and learner autonomy [1]. As a practical case, the “Psychrometer Wet Bulb Bench” simulation is used to design a lesson model for studying relative humidity through dry-bulb and wet-bulb temperature readings [2]. Generative AI is interpreted as an instructional assistant that offers adaptive guidance, targeted questions, analytical support, and reflective feedback. As a result, a three-layer methodological model integrating real, virtual, and AI-supported experimentation is proposed.

Keywords. generative AI, physics education, virtual laboratory, psychrometer, relative humidity, adaptive feedback, simulation.

Kirish

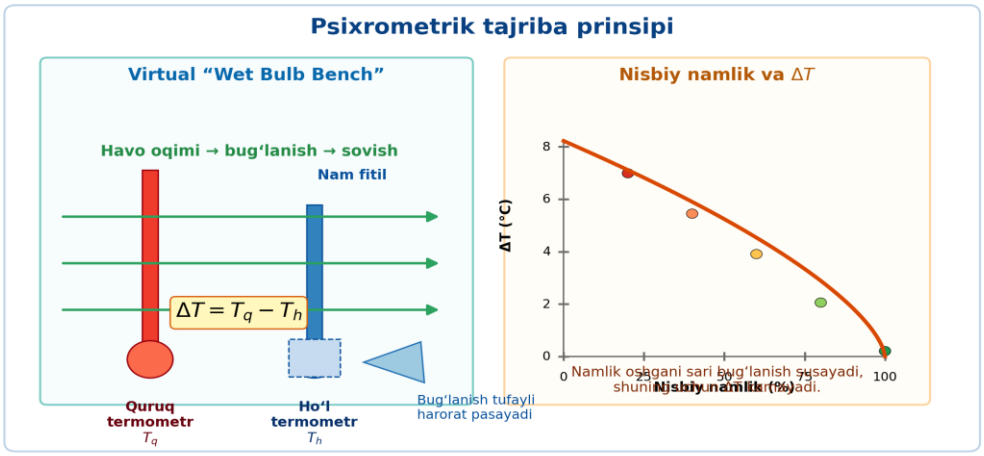
Raqamli transformatsiya sharoitida fizika ta’limi nafaqat yangi qurilmalarni, balki yangi didaktik yondashuvlarni ham talab etadi. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish darsni vizuallashtirish, interfaol mashg‘ulotlar tashkil etish, virtual laboratoriyalarni qo‘llash va bilim monitoringini takomillashtirishning samarali vositasi sifatida qaraladi [1]. Elektron ta’lim resurslari o‘quvchiga obyektni “sinab ko‘rish”, boshlang‘ich shartlarni o‘zgartirish va jarayonni modellashtirish imkonini berishi bilan ahamiyatlidir [1].

Bugungi kunda ushbu yondashuv generativ sun’iy intellekt texnologiyalari bilan boyimoqda. SI fizik hodisani o‘rniga o‘ta olmaydi, biroq tajribani tushuntirish, topshiriqlarni moslashtirish, xatolarni tahlil qilish va refleksiya tashkil etishda samarali yordamchi bo‘la oladi. Shu bois maqolaning maqsadi – interfaol virtual laboratoriya va generativ SI integratsiyasi asosida zamonaviy fizika darsining metodik modelini ishlab chiqishdir.

Materiallar va metodlar

Amaliy baza sifatida “Psychrometer Wet Bulb Bench” simulyatsiyasi tanlandi. Mazkur virtual laboratoriyada quruq termometr (Tq) va nam fitil bilan o‘ralgan ho‘l termometr (Th) ko‘rsatkichlari taqqoslanadi. Suv bug‘lanishi issiqlik yutishi sababli ho‘l termometr harorati pasayadi; bu hodisa nisbiy namlik bilan bog‘liq [2], [3]. Ushbu simulyatsiya parametrlarni o‘zgartirish, kuzatish va natijani jadval asosida sharhlash imkonini beradi [2].

Tajribaning matematik yadrosi psixrometrik harorat farqi bilan ifodalanadi: $\Delta T = Tq - Th$. ΔT qiymati qancha katta bo‘lsa, odatda havo shunchalik quruq bo‘ladi; namlik ortgan sari bug‘lanish sekinlashadi va ΔT kamayadi [3], [4]. Dars modeli 6–12-sinf uchun mos bo‘lib, kirish, tajriba, tahlil, refleksiya va yakuniy baholash bosqichlaridan tashkil topadi. SI vositasi o‘quvchiga bosqichma-bosqich ko‘rsatma berishi, turli tayyorgarlik darajasiga mos savollar yaratishi va yozma xulosalardagi mantiqiy kamchiliklarni ko‘rsatishi mumkin.

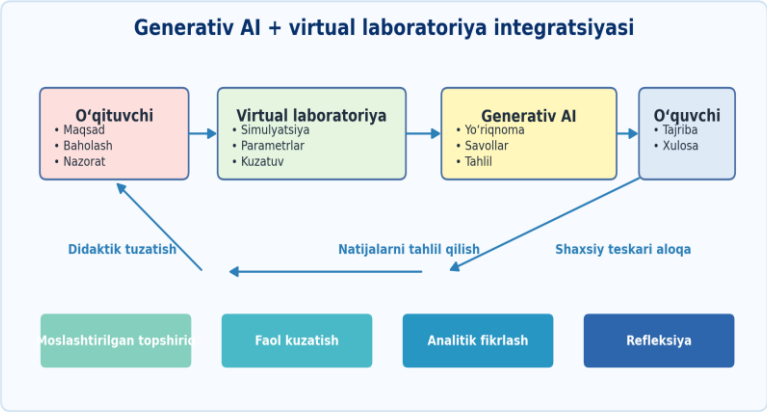


1-rasm. Psixrometrik tajriba prinsipi: quruq/ho‘l termometr, havo oqimi va ΔT ning namlikka bog‘liqligi (rangli muallif chizmasi).

Natijalar va muhokama

Tajriba natijalari shuni ko‘rsatadiki, virtual laboratoriya o‘quvchiga sabab-oqibat munosabatlarini xavfsiz va takrorlanuvchi muhitda kuzatish imkonini beradi. Masalan, 25 °C da nisbiy namlik 40 % bo‘lganda ho‘l termometr bilan quruq termometr o‘rtasidagi farq yaqqol kuzatiladi; 100 % namlikda esa bug‘lanish deyarli to‘xtab, ko‘rsatkichlar yaqinlashadi [2]. Havo oqimini “still”, “breeze” va “aspirated” rejimlarida solishtirish o‘lchash sharoitining fizik natijaga ta’sirini tushuntirishda ayniqsa muhimdir [2], [4].

Generativ SI qo‘shilganda laboratoriya ishining sifati uch yo‘nalishda oshadi. Birinchidan, individual topshiriqlar differensiallashadi: ba’zi o‘quvchilar jadvalni to‘ldirishga, boshqalar esa sababiy izoh berishga yo‘naltiriladi. Ikkinchidan, SI teskari aloqa mexanizmini tezlashtiradi: noto‘g‘ri tushunchalar, masalan, “namlik oshsa bug‘lanish tezlashadi” kabi xatolar darhol aniqlanadi. Uchinchidan, refleksiya chuqurlashadi: o‘quvchi natijani shunchaki yozib qo‘ymasdan, uni izohlash va umumlashtirishga undaladi. Biroq yakuniy ilmiy baholash va pedagogik nazorat o‘qituvchi zimmasida qolishi zarur.



2-rasm. Generativ SI va virtual laboratoriya integratsiyasining didaktik ish jarayoni (rangli muallif chizmasi).

1-jadval. SI yordamida virtual laboratoriya faoliyatini tashkil etish modeli

Bosqich	O‘quvchi faoliyati	SI vazifasi	Kutilayotgan natija
Muammo qo‘yish	Gipoteza bildiradi	Muammoli savol yaratadi	Faol motivatsiya
Tajriba	Parametrlarni o‘zgartiradi	Bosqichma-bosqich yo‘riqnoma beradi	Kuzatish va qayd etish
Tahlil	ΔT va namlikni taqqoslaydi	Xatoni ko‘rsatadi, savol beradi	Sababiy izoh
Refleksiya	Xulosa yozadi	Teskari aloqa va tavsiya beradi	Mustaqil umumlashtirish

Amaliy qo‘llash va baholash

Taklif etilayotgan modelga ko‘ra, dars avval muammoli savol bilan boshlanadi: “Nima uchun nam mato teginganda sovuqroq tuyuladi?” Keyin o‘quvchi simulyatsiyada Tq, Th va havo oqimini kuzatadi, natijalarni qayd etadi va ΔT ni tahlil qiladi. SI yordamchisi har bir bosqichda tayyor javob bermagan holda yo‘naltiruvchi savollar beradi. Yakuniy bosqichda o‘quvchi qisqa xulosa yozadi; SI matndagi semantik va mantiqiy kamchiliklarni ko‘rsatadi, o‘qituvchi esa yakuniy bahoni qo‘yadi.

Baholash mezonlari sifatida tajriba protokolining to‘g‘riligi, jadval va formula bilan ishlash, fizik izohning aniqligi hamda xulosaning dalilliligi olinadi. Shu tariqa virtual laboratoriya, generativ SI va o‘qituvchi nazorati bir tizimga birlashtiriladi. Bu yondashuv nafaqat mavzuni tushunishni osonlashtiradi, balki mustaqil fikrlash, analitik tahlil va raqamli kompetensiyalarni ham rivojlantiradi.

Xulosa

Generativ sun’iy intellekt va interfaol virtual laboratoriyalar integratsiyasi fizika ta’limini modernizatsiya qilishning istiqbolli yo‘nalishidir. “Psychrometer Wet Bulb Bench” misolida ko‘rish mumkinki, virtual tajriba o‘quvchiga namlik, bug‘lanish va issiqlik almashinuvi o‘rtasidagi bog‘lanishni bevosita kuzatish imkonini beradi [2]. Generativ SI esa individual yo‘riqnoma, tahliliy savollar va refleksiv teskari aloqa orqali o‘quvchining fikrlash jarayonini chuqurlashtiradi.

Demak, real tajriba, virtual simulyatsiya va SI yordamchisini uyg‘unlashtirgan gibrid model zamonaviy fizika darsi uchun samarali yechim bo‘la oladi. Bu modelni boshqa fizik mavzularga – mayatnik, elektr zanjiri, optika yoki termodinamika bo‘yicha laboratoriya ishlariga ham moslashtirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Raxmanov, V. T., O‘razaliyev, A. X. Axborot texnologiyalarini fizika darslarida qo‘llash. Foydalanuvchi taqdim etgan matnli maqola.

2. Hank, R. Psychrometer Wet Bulb Bench. Raspberry Pi Environmental Monitoring MicroSim. URL: https://iowerx.github.io/pi-env-monitor/sims/psychrometer-wet-bulb-bench/ (murojaat sanasi: 30.09.2026).

3. Stull, R. Wet-Bulb Temperature from Relative Humidity and Air Temperature. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 2011, 50(11), 2267–2269. DOI: https://doi.org/10.1175/JAMC-D-11-0143.1 (murojaat sanasi: 30.09.2026).

4. World Meteorological Organization. Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8). Geneva: WMO. URL: https://library.wmo.int/idurl/4/68695 (murojaat sanasi: 30.09.2026).

5. Raxmanov, V. T. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizik namoyish tajribalari, uning vazifalari va tizimi. NamDU ilmiy axborotnomasi, 2022, №1.

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA INNOVATSIYALAR

Safarov Abdimurot Shakarovich

Toshkent iqtisodiyot va pedagogika universiteti “Axborot texnologiyalari va aniq fanlar kafedrasi” mudiri, p.f.f.d. (PhD), dotsent.

Annotatsiya. *Mazkur maqolada umumiy o‘rta ta'lim maktablari va oliy o‘quv yurtlarida fizika fanini o‘qitish jarayonida raqamli texnologiyalar hamda innovatsion yondashuvlardan foydalanishning nazariy va amaliy asoslari chuqur yoritilgan. Shuningdek, virtual laboratoriyalar, interaktiv simulyatsiyalar (PhET, Algodoo, Falstad va boshqalar) hamda raqamli resurslar orqali o‘quvchilarning fanga bo‘lgan qiziqishini oshirish, ularning mustaqil va mantiqiy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirish yo‘llari ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Ta'lim sifatini oshirishda "Teskari sinf" (Flipped Classroom) va aralash ta'lim (Blended Learning) texnologiyalarining samaradorligi ochib berilgan.*

Kalit so‘zlar: *Fizika, raqamli texnologiyalar, innovatsion yondashuv, virtual laboratoriya, interaktiv simulyatsiya, pedagogik texnologiya, ta'lim sifati, raqamli kompetensiya.*

Globallashuv va jadal texnologik taraqqiyot davri ta’lim tizimi oldiga har qachongidan ham mas’uliyatli vazifalarni qo‘ymoqda. Bugungi kunda zamonaviy ta'lim tizimi oldida turgan eng muhim va ustuvor vazifalardan biri – o‘quv jarayoniga raqamli texnologiyalarni keng joriy etish, ta'lim sifatini tubdan oshirish hamda yosh avlodning mustaqil ishlash, tanqidiy va mantiqiy fikrlash ko‘nikmalarini yuqori darajada rivojlantirishdan iboratdir. Jahon miqyosida olib borilayotgan keng ko‘lamli pedagogik tadqiqotlar shuni yaqqol ko‘rsatmoqdaki, ta'lim jarayonini raqamlashtirish o‘quvchilarning bilim o‘zlashtirish ko‘rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilaydi, ularning fanlarni chuqur tushunishiga va amaliyotda qo‘llay olishiga zamin yaratadi.

Xususan, fizika fani tabiatan eksperimental, fundamental va aniq fan bo‘lib, uning murakkab qonuniyatlarini o‘quvchilar ongli ravishda chuqur o‘zlashtirishi ko‘p hollarda amaliy tajribalar, fizik modellashtirish hamda zamonaviy

ko‘rgazmali vositalarga tayanadi. Klassik ta'lim metodlarida kuzatish va tajriba o‘tkazish fanni tushunishning asosiy kaliti hisoblanadi. Biroq, har doim ham har bir ta'lim muassasasida murakkab fizik qurilmalar, noyob asbob-uskunalar, qimmatbaho laboratoriya jihozlari va yuqori aniqlikdagi o‘lchash vositalari bilan to‘liq ta'minlangan bazani tashkil etish yoki ularni doimiy ravishda yangilab borish imkoniyati mavjud emas. Moddiy-texnik bazaning yetishmasligi yoki cheklangani ko‘p hollarda o‘quvchilarning tajriba o‘tkazish imkoniyatlarini pasaytiradi.

Aynan shunday obyektiv sharoitda raqamli texnologiyalar, virtual laboratoriyalar va innovatsion pedagogik yondashuvlar an'anaviy ta'lim uchun muhim hamda muqobil yechim sifatida namoyon bo‘lmoqda. Ular mavjud moddiy yetishmovchiliklar va cheklovlarni bartaraf etib, har bir o‘quvchiga istalgan vaqtda va istalgan joyda mustaqil ravishda ilmiy tajribalar o‘tkazish, fizik hodisalarni modellashtirish hamda nazariy bilimlarni amaliyotda sinab ko‘rish imkonini yaratib beradi.

1. Fizika fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalar va ularning didaktik imkoniyatlari.

Raqamli texnologiyalar ta'lim jarayoniga tatbiq etilar ekan, ular o‘ziga xos didaktik funksiyalarni bajaradi. Fizika fanini o‘qitishda axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) quyidagi yo‘nalishlarda keng qo‘llanilmoqda:

Ko‘rgazmalilikni oshirish va mavhum tushunchalarni vizuallashtirish;

Virtual laboratoriyalar orqali xavfli yoki murakkab tajribalarni xavfsiz bajarish;

O‘quvchilarning bilish faolligini oshirish va ularni mustaqil izlanishga yo‘naltirish;

O‘quv jarayonini tabaqalashtirish va individualashtirish.

Bugungi kunda fizika darslarida PhET Interactive Simulations**,** Algodoo**,** Falstad va boshqa interaktiv dasturiy muhitlardan foydalanish o‘quvchilarga ko‘z bilan ko‘rib bo‘lmaydigan yoki laboratoriya sharoitida kuzatish qiyin bo‘lgan jarayonlarni (masalan, elektromagnit maydon harakati, kvant hodisalari, atom yadrosi tuzilishi, nisbiylik nazariyasining elementlari va boshqalarni) kompyuter ekranida yaqqol kuzatish imkonini bermoqda. Bu esa o‘quvchilarning fanni chuqur anglashiga va mavzuni tez o‘zlashtirib olishiga xizmat qiladi.

«Ta'lim jarayoniga raqamli ta'lim resurslarini joriy etish fizika fanini o‘zlashtirish samaradorligini oshirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Xususan, Algodoo va Falstad kabi virtual laboratoriyalar o‘quvchilarga murakkab mexanik hamda fizik jarayonlarni kompyuter muhitida bevosita modellashtirish imkonini bersa, interaktiv simulyatsiyalar (jumladan, PhET Simulations) ko‘z bilan ko‘rib bo‘lmaydigan hodisalarni (molekulyar harakat, elektr zanjirlari, elektromagnit maydonlar va hokazolarni) yaqqol namoyish etadi. Bu esa o‘quvchilarning fanga bo‘lgan qiziqishini kuchaytirib, nazariy bilimlarni amaliyotda mustahkamlash va fizika fanini yanada chuqur, ongli hamda yuqori samaradorlik bilan o‘zlashtirishlarini ta’minlaydi.

2. Innovatsion yondashuvlar: "Teskari sinf" va aralash ta'lim texnologiyalari.

Ta'lim jarayonida qo‘llaniladigan zamonaviy pedagogik innovatsiyalardan yana biri bu "Teskari sinf" (Flipped Classroom) va aralash ta'lim (Blended Learning) texnologiyalaridir. An'anaviy ta'lim tizimida o‘qituvchi dars vaqtida yangi mavzuni tushuntiradi, uy vazifasi sifatida esa mustaqil ishlash topshiriladi. "Teskari sinf" yondashuvida esa bu jarayon teskarisiga o‘zgaradi:

1. Darsdan oldingi bosqich: O‘quvchi mavzuga oid raqamli ma'lumotlar, video darslar, elektron darsliklar va taqdimotlar bilan mustaqil tanishib chiqadi.

2. Dars paytidagi bosqich: Sinf xonasida o‘qituvchi ma'ruza o‘qimaydi, balki o‘quvchilar bilan birgalikda murakkab masalalar yechiladi, laboratoriya tajribalari bajariladi va amaliy munozaralar tashkil etiladi.

Bu yondashuv o‘quvchining faolligini keskin oshirib, uni passiv tinglovchidan faol tadqiqotchiga va tahlilchiga aylantiradi. O‘qituvchi esa yo‘naltiruvchi va maslahatchi (facilitator) vazifasini bajaradi.

Shuningdek, aralash ta'lim modeli an'anaviy sinf xonasidagi ta'limni onlayn ta'lim platformalari bilan uyg‘unlashtiradi. Bu o‘quvchilarga o‘zlariga qulay tezlikda (self-paced learning) o‘qish imkonini beradi.

3. Fizika masalalarini yechishda raqamli ilovalar va AKT savodxonligining o‘rni.

Fizika fanidan muammoli va murakkab masalalarni yechish o‘quvchidan nafaqat chuqur mantiqiy fikrlash va aniq matematik hisob-kitoblarni, balki nazariy bilimlar amaliyotda qanday qo‘llanilishini tushunishni talab qiladi. Bugungi jadal rivojlanayotgan raqamli asrda fizika masalalarini yechish jarayoni faqat qalam va qog‘oz bilan cheklanib qolmayapti. Zamonaviy sharoitda o‘quvchilar elektron jadval muhitlari (Microsoft Excel, Google Sheets), maxsus simulyatsiya dasturlari va onlayn kalkulyatorlardan unumli foydalanishi ularning axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) savodxonligini yangi bosqichga ko‘taradi.

Amaliy jarayonlar va ma'lumotlar bilan ishlash (Data Literacy)

Xususan, fizikaning fundamental bo‘limlari bo‘lgan mexanika yoki termodinamika yo‘nalishlarida laboratoriya tajribalari o‘tkazilganda quyidagi imkoniyatlar ochiladi:

Tezkor natija kiritish: Olingan tajriba natijalarini raqamli jadvallarga tizimli ravishda kiritish;

Avtomatlashtirilgan grafiklar: Fizik kattaliklar orasidagi bog‘liqlikni ko‘rsatuvchi grafiklarni avtomatik tarzda qurish va ularning egri chiziqlarini tahlil qilish;

Kognitiv ko‘nikmalar: Ushbu jarayonlar o‘quvchilarning nafaqat fizik qonuniyatlarni chuqur o‘zlashtirishiga, balki zamonaviy mehnat bozori talab qiladigan ma'lumotlar bilan ishlash (data literacy) kompetensiyalarini ham mukammal shakllantirishiga xizmat qiladi.

Pedagogik yondashuv va ta'lim samaradorligi

Agar o‘qituvchi dars jarayonida an'anaviy muammoli ta'lim metodlarini zamonaviy raqamli vositalar va interaktiv texnologiyalar bilan oqilona uyg‘unlashtirsa, ta'lim sifati sezilarli darajada oshadi. Bu yondashuv o‘quvchilarning fanga bo‘lgan qiziqishini kuchaytirib, olingan bilimlarning uzoq muddatli va mustahkam bo‘lishini ta'minlaydi hamda kutilganidan ham yuqori natijalarni beradi.

4. Olingan natijalar va tahlil.

O‘tkazilgan pedagogik kuzatishlar, amaliy tajribalar va qiyosiy tahlillar shuni yaqqol ko‘rsatdiki, fizika darslarida zamonaviy raqamli texnologiyalar hamda innovatsion yondashuvlarni keng joriy etish o‘quv jarayoni samaradorligini tubdan oshirib, bir qator muhim ijobiy natijalarni beradi:

Ichki motivatsiya va qiziqishning ortishi: Darslarda interaktiv vositalar va virtual laboratoriyalarning qo‘llanilishi o‘quvchilarning fanga bo‘lgan ichki qiziqishini, bilish faolligini 30–40% ga oshirishga xizmat qildi. An'anaviy darslardan farqli o‘laroq, raqamli muhit o‘quvchilarni faol ishtirokchiga aylantiradi.

Mavhum tushunchalarni tez va sifatli o‘zlashtirish: Ilgari tasavvur qilish qiyin bo‘lgan murakkab fizik qonuniyatlar va mavhum tushunchalarni o‘zlashtirish uchun sarflanadigan vaqt sezilarli darajada qisqardi. Shu bilan birga, olingan bilimlarning uzoq muddatli mustahkamligi va amaliyotda qo‘llana olish qobiliyati ta'minlandi.

Ijodiy va loyihaviy ko‘nikmalarning rivojlanishi: O‘quvchilarning faqat tayyor bilimlarni yodlab olishi emas, balki mustaqil ravishda tadqiqot olib borishi, loyiha asosida fikrlashi, muammoli vaziyatlarga ijodiy yondashishi hamda axborotni tahlil qilish ko‘nikmalari yuqori darajada shaklandi.

Mavjud muammolar va ularni hal etish yo‘llari

Biroq, bu ilg‘or jarayonni ta'lim muassasalariga to‘laqonli va uzluksiz joriy etishda ayrim qiyinchiliklar ham uchramoqda. Jumladan, pedagog kadrlarning raqamli savodxonligini zamon talablariga mos ravishda yanada oshirish zarurati, ayrim ta'lim muassasalarining so‘nggi avlod texnik vositalari va tezkor internet bilan yetarli darajada ta'minlanmaganligi, shuningdek, raqamli resurslardan foydalanish bo‘yicha uslubiy qo‘llanmalarning yetishmasligi sezilmoqda.

Ko‘rsatilgan muammolarni samarali hal etish va ta'lim sifatini kafolatlash uchun o‘qituvchilarning malakasini oshirish kurslarini zamonaviy AKT yutuqlari va amaliy keyslar asosida muntazam ravishda yangilab borish, shuningdek, pedagoglarga doimiy metodik yordam ko‘rsatish talab etiladi.

Xulosa qilib aytganda, fizikani o‘qitishda raqamli texnologiyalar va innovatsion yondashuvlardan foydalanish ta'lim jarayonini modernizatsiya qilishning asosiy va muhim omillaridan biridir. Bu o‘qituvchining kasbiy salohiyatini yanada yuksaltirish bilan bir qatorda, yosh avlodda zamonaviy dunyo talablariga to‘la javob beradigan raqamli ko‘nikmalar, tanqidiy fikrlash va chuqur ilmiy dunyoqarashni shakllantirishga xizmat qiladi. Kelgusida fizika fanini o‘qitish metodikasiga sun'iy intellekt elementlari va kengaytirilgan reallik

(AR/VR) texnologiyalarini tatbiq etish bo‘yicha ilmiy izlanishlarni davom ettirish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Mavlonov R., va boshqalar. *Zamonaviy pedagogik texnologiyalar*. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.

2. Safarov A.Sh. Fizika o‘quv fanidan mashg‘ulotlarning samaradorligini oshirishda axborot va elektron multimedia texnologiyalarining roli. Fan, ta’lim va amaliyot integratsiyasi ISSN: 2181-1776 . – Samarqand, 2021. - № 4. – B. 8-18.

3. Safarov A.Sh. Oliy harbiy ta’lim muassasalarida fizika fanini o‘qitishning o‘ziga xos jihatlari. O‘zbekiston Respublikasi Milliy Gvardiyasi Harbiy Texnik Instituti. Harbiy o‘quv yurtlarida Fizika va matematika fanlarini o‘qitishning o‘rni. Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami.- Toshkent, 2020.

4. To‘xtayev B. va boshq. *Fizika o‘qitish metodikasidan praktikum*. – Toshkent: O‘qituvchi, 2022.

INKLYUZIV FIZIKA TA’LIMIDA KOGNITIV KOMPETENSIYALARNI SHAKLLANTIRISH MODELINING TUZILMASI VA MAZMUNI

Sattorov Komronbek Samadjon o‘g‘li
Chirchiq davlat pedagogika universiteti magistranti
https://orcid.org/0009-0002-9581-0913
kamronbeksattorov@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada inklyuziv fizika ta’limi sharoitida o‘quvchilarning kognitiv kompetensiyalarini shakllantirish modelining tuzilmasi va mazmuni yoritilgan. Unda o‘quvchilarning individual ta’lim ehtiyojlarini aniqlash, o‘quv jarayonini differensiallashtirish, universal dizayn tamoyillaridan foydalanish, zamonaviy pedagogik va raqamli texnologiyalarni ta’lim jarayoniga integratsiya qilish masalalari tahlil etilgan.

Kalit so‘zlar: Inklyuziv ta’lim, kognitiv kompetentsiyalar, diferensatsiyalash, universial dizayn, pedagogik kompetensiya, pedagogik strategiyalar.

Kognitiv kompetentsiyalar atamasi insonning bilim olish va uni ishlatish qobiliyatlarini ifodalaydi. Bu tushuncha “bilish” jarayoniga bevosita bog‘liq bo‘lib, insonning atrof-muhitni anglash, muammolarni hal etish va fikrlashidir. Fizika fanida kognitiv kompetentsiyalar – bu fan kontseptsiyalarini tushunish, fizikaga oid muammolarni analiz qilish, matematik model va eksperimentdan foydalanish qobiliyatidir. Masalan, tortishish kuchi yoki elektr toki kabi mavzularni o‘rganishda o‘quvchilar ularga doir nazariy bilimlarni mustahkamlab, masalalar yechishni o‘rganadilar – bular hammasi kognitiv ko‘nikmalarga kiradi.

Inklyuzivlik tamoyiliga koʻra, nogironligi boʻlsin yoki boʻlmasin, har bir bola ta’lim muhitida oʻqishi kerak; oʻqituvchilar darsni diferensatsiyalash hamda universial dizayn prinsiplari asosida olib boradi. UNICEF fikricha, “bolalarning qobiliyatlari va holatidan qat’i nazar, ularning barchasiga sifatli ta’lim taqdim etilishi kerak”. Yana bir iqtibosda aytilishicha, UNICEF Oʻzbekistondagi eng muhim yoʻnalishlardan biri norasmiy sharoitlarda qolgan bolalarni inklyuziv ta’limga jalb etilishiga qaratilgan.

Inkluziv muhitda ta’lim berishda maxsus ehtiyojli pedagogika yondashuvlari markaziy ahamiyat kasb etadi. Bu yondashuvlarda oʻquvchilarning individual xususiyatlari hisobga olinib, ularga mos metodlar qoʻllanadi. Jumladan, Vygotskiyning proksimal rivojlanish zonasi konsepsiyasi asosida oʻquvchilarga atrofdoshlar yoki yordamchi oʻqituvchi bilan hamkorlikda murakkab topshiriqlar berilib, bosqichma-bosqich mustaqil ishlashga oʻrgatiladi. Shuningdek, universal dizayn prinsiplariga muvofiq, oʻqituvchilar vizual ma’lumotni tinglovchilarga matn bilan ta’minlab, eshittirishlar, raqamli resurslar va qoʻlda ishlaydigan qurilmalar orqali tushunishni osonlashtiradi.

Quyidagi komponentlardan iborat inklyuziv fizika ta’limida kognitiv kompetensiyalarni shakllantirish modelini taklif etishimiz mumkin:

Modellarning maqsadlari: kognitiv kompetensiyalarni rivojlantirish; inklyuziv ta’lim muhitini yaratish; oʻquvchilarning oʻzini ishonchi va oʻrganishga motivatsiyasini oshirish. Ushbu maqsadlar mustahkam huquqiy hamda etik asosga ega boʻlishi lozim.

Model bir necha asosiy boʻlimdan iborat boʻladi:

Oʻquvchilarning individual kognitiv va ta’lim ehtiyojlarini aniqlash. Oʻquv jarayonini loyihalash. Kognitiv kompetentsiyalarni rivojlantiruvchi mashgʻulotlar yondashuvi, dars dasturi va materiallarini differensatsiyalash va moslashtirish, didaktik vositalar tanlovi. Oʻqitish metodlari inklyuziv prinsiplarga muvofiq tanlanadi va qoʻllanadi. Resurslar va yordamchi texnologiyalar. Fizika darslari uchun zarur laboratoriya jihozlari, maxsus dasturiy ta’minot, aksessuarlar jamlanadi. Oʻqituvchi malakasi. Oʻqituvchilarga maxsus tayyorgarlik oʻtkaziladi, bu borada oʻzaro tajriba almashish va mentorlik tizimi yoʻlga qoʻyiladi. Oʻquvchilarning kognitiv kompetentsiyalari progresini baholash tizimi, ochiq savollar, loyihalar, didaktik oʻyinlar yordamida tekshirish. Shu bilan birga, dars jarayonining sifatini inklyuziv standartlarga mos kelishini kuzatib borish.

Taklif etilayotgan model doirasida oʻquvchilarda quyidagi kognitiv kompetentsiyalar shakllanishi maqsad qilinadi: fizik konseptsiyalarni toʻgʻri tushunish, ilmiy fikrlash, eksperimental natijalarni tahlil qila olish, matematik metodlardan foydalangan holda fizik masalalarni yechish, muammoga ijodiy yondashish. Bular mustaqil va hamkorlikdagi oʻrganish orqali rivojlanadi. Natijada, oʻquvchilar fanlarni oʻzlashtirayotganda oʻz bilimlariga tayanib yangi ma’lumotlarni topa oladi va ularni turli kontekstlarda qoʻllay oladigan darajaga etadi.

Model quyidagi strategiyalarni oʻz ichiga oladi:

Differentsial o‘qitish. Har bir o‘quvchining qobiliyati va ehtiyojiga qarab topshiriq darajasini sozlash. Masalan, murakkab mavzuni uch bosqichda o‘rgatish: oddiy tushuncha, o‘rta darajadagi misollar, ilg‘or muammolar. Bu yondashuvda o‘qituvchi yordamchi o‘quvchilar va ilg‘or guruhni alohida ko‘rsatmalar bilan ta’minlashi mumkin.

Aktiv o‘qitish. Fizikada laboratoriya ishlari, eksperimentlar, real hayot misollari kiritilgan masalalar orqali o‘qish. O‘qituvchi “mukammal echim”ni ko‘rsatib o‘tirmasdan, o‘quvchilarga imkon qadar mustaqil tajriba qilishga imkoni berishi zarur. Bu ko‘pchilik uchun qiyin jarayon bo‘lishi mumkin, lekin inkluziv muhitda qo‘shimcha yordam va vaqt berib, har bir o‘quvchining qatnashuvi ta’minlanadi. Tadqiqotlarga ko‘ra, fizika darsida mana shunday faol, interaktiv yondashuv o‘quvchilarni o‘z bilimlariga bo‘lgan ishonchini oshiradi.

Vizual va noan’anaviy vositalardan foydalanish. Maxsus ehtiyojli bolalar uchun ta’lim materiallarini turlicha yetkazish – bular kognitiv yuklamani kamaytirib, tushunishni osonlashtiradi.

Qo‘shimcha resurs va repetitorlik. Zarurat bo‘lganda maxsus yordamchi o‘qituvchilar yoki repetitorlar jalb etiladi. Faqat nazariy emas, balki tushunchalarni mustahkamlash uchun qo‘shimcha masalalar, darsdan tashqari mashg‘ulotlar tashkil etiladi. Konteksual tayyorgarlik sinov tariqasida o‘tkazilib, moslashtirilgan metodika tavsiya qilinadi.

Baholash usullari. Modellashgan o‘qitish jarayonida o‘quvchilarning kognitiv kompetentsiyalari ochiq va aniq baholanadi. Bu uchun so‘zsiz baholash, bahoriy yoki yakuniy loyiha, kollektiv rolli o‘yin, testlar va portfoliolar ishlatiladi. Muhimi, inklyuziv baholashda o‘quvchining hissasi va rivojlanish sur’ati asosiy mezon bo‘ladi, faqatgina raqamli baho emas. Masalan, jamoaviy yoki individual lab mashg‘ulotlari natijalarini taqdim etish, konsept-sxemalar chizish yoki ta’rifli savollarga beriladigan javoblar orqali baholash mumkin. Talabalar orasida norasmiy so‘rov, o‘z-o‘zini baholash va tengdoshlarning bahosi ham kiritilishi tavsiya etiladi. Ushbu baholash natijalari o‘qituvchiga individual jarayonni tuzatish va o‘quvchilarga qo‘shimcha yordam zarur ekani haqida ma’lumot beradi.

Taklif etilgan modelda praktik mashg‘ulotlar va interaktiv darslarga alohida e’tibor qaratilgan. Misol uchun:

Eksperimental loyihalar: O‘quvchilar bir necha kishidan iborat guruhlarga bo‘linib, fizik tajribalar o‘rganadilar. Har bir guruhda turli rol: kuzatuvchi, natija yozuvchi, nazariy izoh beruvchi bo‘lib, guruh a’zolari bir-biridan o‘rganishadi.

Vizual vositalar bilan ishlash: Darsda piramida massa markazini aniqlash yoki nurning optik xususiyatlarini ko‘rsatish uchun grafik, modellash, kompyuter simulyatsiyalari qo‘llanadi. AR/VR vositalari fizik hodisalarni yaqinlashtirilgan ko‘rinishda ko‘rsatishi mumkin.

Loyiha asosida ta’lim: “Men o‘zim issiqlik izolyatorini yarataman” kabi loyiha berilib, bolalar jamoaviy tarzda loyiha bajaradi. Har bir o‘quvchi yoki guruh loyiha doirasida maqsadlarni belgilaydi, nazariyalarni tadqiq qiladi,

eksperiment qiladi va prezentatsiya qiladi. Bu jarayon ularning ilmiy-tadqiqot va ijodiy fikrlash koʻnikmalarini mustahkamlaydi.

Interaktiv viktorinalar va qiziqarli oʻyinlar: Tayyorlangan viktorinalar guruhlararo bellashuv koʻrinishida ham boʻlishi mumkin. Bu oʻyin samarali ta’limni ragʻbatlantiradi va hamma bolalar uchun moslashgan shaklda tayyorlanadi.

Yuqori sifatli inklyuziv darslarni ta’minlash uchun oʻqituvchilarda quyidagi malakalar boʻlishi lozim:

Pedagogik kompetensiya. Pedagogika va metodikaga oid chuqur bilim; fizika fanini yaxshi tushunish; didaktik materiallarni qurish, dars rejasini differensatsiyalash koʻnikmalari.

Inklyuziv kompetentsiya. Maxsus ehtiyojli bolalarning psixologik va pedagoji xususiyatlarini bilish; diverslikni qadrlash va har bir oʻquvchiga individual yondashish qobiliyati. Buning uchun oʻqituvchini oldindan maxsus treninglar orqali tayyorlash muhimdir. Qarorda ham belgilanganidek, 2026-yildan boshlab maxsus pedagoglar uchun amaliy seminar va stajirovkalar tashkil etiladi.

Texnologik koʻnikmalar. Multimediali va yordamchi texnologiyalarni ta’lim jarayoniga integratsiya qilish malakasi. Masalan, Slayder group imtihonlari texnik qurilmalar va onlayn platformalardan foydalangan holda tashkil qilinishi mumkin.

Kengaytirish va joriy etish. Model tajribasi muvaffaqiyatli boʻlsa, modelga asoslangan darslar umumtalim maktablarida tobora keng tatbiq qilinadi. Zarur boʻlsa, texnik va metodik bazani kuchaytirish uchun qoʻshimcha mablagʻ ajratiladi.

Monitoring va baholash. Har bir bosqichda oʻquvchilarning kognitiv va ijtimoiy kompetentsiyalari, dars sifatini monitoring qilish. Pilot oʻqish natijalari asosida, agar kerak boʻlsa, tuzatishlar kiritilib, loyiha doimiy yangilanib boradi.

Axloqiy jihatidan, inklyuziv dars oʻtkazishda har bir oʻquvchi shaxsiyati va qadr-qimmatiga hurmat bilan yondashish muhim. Farzandlarning sogʻligʻi haqidagi ma’lumotlar maxfiyligi, sinovlardan oldin ota-onaning roziligini olish kabi masalalar ham e’tibordan chetda qolmasligi kerak. Shuningdek, stigma muammosi mavjudki, sinfdagi sogʻlom bolalardan farq qiladigan oʻquvchilarni ajratib qoʻymaslik kerak. Inkluziv darslarda har bir oʻquvchining yutugʻi ta’kidlanishi va yuksaltirilishi lozim. Oʻqituvchi guruh ichida tenglik, hamkorlik muhitini yaratishi shart.

Texnologik cheklovlar ham bor. Masalan, maxsus texnika yuqori narxda boʻlishi yoki mutaxassis tayyorlash ancha vaqt talab etishi mumkin. Zamonaviy raqamli darsliklar ishlab chiqilishi kerak, lekin internet va kompyuter ommaviy boʻlib ketmagan hududlarda bu qiyinchilik tugʻdiradi. Shu bois, model qiyin sharoitda bosqichma-bosqich, qabul qilinadigan qismlar asosida tatbiq qilinishi muhim.

Yakunda aytish mumkinki, inklyuziv fizika ta’limi modeli barcha oʻquvchilarga teng bilim olish imkonini kengaytiradi. Biroq u uzluksiz

monitoring, tahlil va moslashtirishni talab qiladi. Amalda model muvaffaqiyatini ta’minlash uchun maktab va jamiyat darajasida doimiy qo‘llab-quvvatlash zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Vygotsky L.S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. – Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978. – 159 p.
2. UNESCO. A Guide for Ensuring Inclusion and Equity in Education. – Paris: UNESCO, 2017. – 48 p.
3. UNICEF. Inclusive Education: Every Child Has the Right to Learn. – New York: United Nations Children’s Fund, 2017. – 24 p.
4. CAST. Universal Design for Learning Guidelines. – Wakefield, MA: CAST, 2018. – 32 p.
5. Tomlinson C.A. The Differentiated Classroom: Responding to the Needs of All Learners. – 2nd ed. – Alexandria, VA: ASCD, 2014. – 208 p.

FIZIKA TA’LIMIDA SUN’IY INTELLEKT ASOSIDA VIRTUAL LABORATORIYA, BAHOLASH VA INDIVIDUAL TA’LIM TRAYEKTORIYASINI TASHKIL ETISH

Shermatova Sadoqatxon Abdulhakim qizi
Nizomiy nomidagi O‘zbekiston milliy pedagogika universiteti,
70530510 - Aniq va tabiiy fanlarni o‘qitish metodikasi
(fizika va astronomiya) magistranti
E-mail: sadoqatxon.shermatova@mail.ru

Annotatsiya: Maqolada umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika ta’limini raqamli transformatsiya qilish sharoitida sun’iy intellekt asosidagi virtual laboratoriyalar, simulyatsiyalar va individual baholash mexanizmlarining metodik imkoniyatlari tahlil qilinadi. Ushbu tadqiqot ishida ishlab chiqilgan yondashuv asosida virtual tajriba nazariy tushuncha, simulyatsiya, mustaqil tajriba, natijani qayd etish va tahlil bosqichlari orqali tashkil etiladi. Shuningdek, SI yordamida o‘quvchi natijalarini tahlil qilish, tezkor feedback berish va individual ta’lim trayektoriyasini shakllantirish modeli asoslanadi.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, fizika ta’limi, virtual laboratoriya, simulyatsiya, raqamli transformatsiya, baholash, feedback, individual ta’lim trayektoriyasi.

Kirish

Oliy va umumiy o‘rta ta’limda raqamli texnologiyalarning kengayishi ta’lim jarayonini tashkil etishning an’anaviy shakllarini qayta ko‘rib chiqishni talab etmoqda. Ayniqsa, fizika fanida nazariy tushunchalarni tajriba bilan bog‘lash, laboratoriya mashg‘ulotlarini xavfsiz tashkil etish va har bir o‘quvchining o‘zlashtirish sur’atini hisobga olish muhimdir. Sun’iy intellekt texnologiyalari ushbu vazifalarni yagona raqamli muhitda qo‘llab-quvvatlash imkonini beradi [1; 2].

Zamonaviy pedagogik yondashuvda virtual laboratoriya real laboratoriyaning to‘liq o‘rnini bosuvchi vosita sifatida emas, balki tajribani modellashtirish, takrorlash va tahlil qilishni kuchaytiruvchi didaktik vosita sifatida qaralishi kerak. Shu bilan birga, SI yordamida o‘quvchining tajriba natijalarini tahlil qilish, xatolarini aniqlash va keyingi topshiriqlarni individuallashtirish mumkin. Natijada laboratoriya, baholash va individual ta’lim jarayonlari o‘zaro bog‘langan tizimga aylanadi.

Virtual laboratoriya va simulyatsiyalarni tashkil etish modeli

Ushbu tadqiqot ishida taklif etilgan virtual laboratoriya modeli besh ketma-ket bosqichni o‘z ichiga oladi: nazariy tushuncha berish, simulyatsiya orqali jarayonni vizuallashtirish, o‘quvchining mustaqil tajriba bajarishi, natijani qayd etish va tahlil qilish. Bunday tuzilma tajribani faqat “ko‘rish” darajasida qoldirmasdan, o‘quvchini o‘lchash, taqqoslash va xulosa chiqarishga yo‘naltiradi. Birinchi bosqichda tajribaning fizik mohiyati tushuntiriladi. O‘quvchi tajribada kuzatiladigan hodisa, asosiy kattaliklar va ularning o‘zaro bog‘lanishi bilan tanishadi. Ikkinchi bosqichda simulyatsiya yordamida parametrlarning o‘zgarishi ko‘rsatiladi. Masalan, mexanika yoki optika bo‘limlarida parametrlarni o‘zgartirish orqali natijaning qanday o‘zgarishi kuzatiladi. Uchinchi bosqichda o‘quvchi tajribani mustaqil bajaradi va olingan ma’lumotlarni qayd etadi. To‘rtinchi va beshinchi bosqichlarda natijalar qayta ishlanadi, nazariy qiymat bilan solishtiriladi va xatolik sabablari izohlanadi.

NAZARIY TUSHUNCHA	**Tajribaning fizik mohiyati**
SIMULYATSIYA	**Jarayonni vizuallashtirish**
MUSTAQIL TAJRIBA	**Tajribani bajarish va ma’lumotlarni olish**
NATIJANI QAYD ETISH	**O‘lchov natijalarini yozib olish**
NATIJANI TAHLIL QILISH	**Nazariy qiymat bilan solishtirish va xatoliklarni izohlash**

1-rasm. Fizika ta’limida virtual laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishning besh bosqichli modeli

Virtual laboratoriyaning muhim afzalligi – tajribani takrorlash imkoniyatidir. Real jihozlar cheklangan sharoitda bir xil tajribani qayta bajarish vaqt va resurs talab qiladi. Raqamli muhitda esa parametrlarni o‘zgartirish, tajribani qayta ishga tushirish va turli holatlarni solishtirish nisbatan oson. Biroq virtual tajriba real tajribaning barcha xususiyatlarini bera olmaydi; shu sababli imkon qadar virtual va real laboratoriya faoliyatini uyg‘unlashtirish maqsadga muvofiq [5; 9].

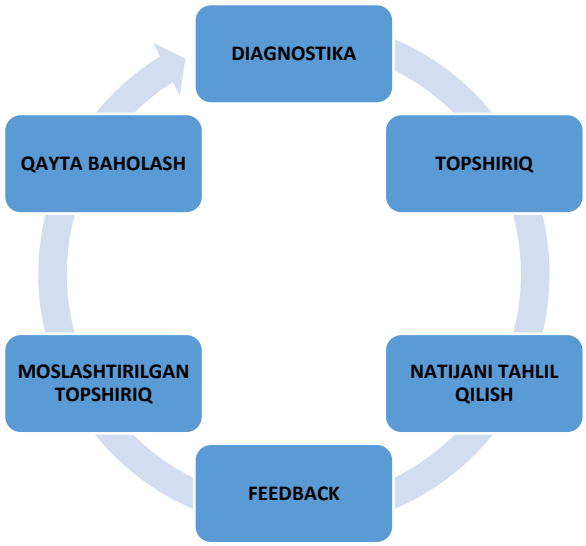
SI asosida baholash va tezkor feedback

Baholashni raqamli transformatsiyaning faqat texnik komponenti sifatida emas, balki o‘quvchining rivojlanishini boshqaruvchi pedagogik mexanizm

sifatida qarash zarur. Tadqiqot ishida SI asosidagi baholash uzluksizlik, individuallashtirish, obyektivlik, tezkorlik va diagnostik yo‘naltirilganlik tamoyillari asosida tashkil etilishi ko‘rsatilgan. Bunda baholash jarayoni testni avtomatik tekshirish bilan cheklanmaydi. O‘quvchining nazariy bilimlari, masala yechish ko‘nikmasi, bilimni amaliy vaziyatda qo‘llashi va darsdagi faolligi birgalikda tahlil qilinadi. Masalan, o‘quvchi fizik formulani to‘g‘ri tanlashi, biroq birliklarni almashtirishda xato qilishi mumkin. SI bunday xatoni aniqlab, keyingi topshiriqda aynan o‘lchov birliklari bo‘yicha qisqa mashqlarni tavsiya qilishi mumkin. Shu tariqa baholash natijasi keyingi o‘qitish mazmuniga ta’sir etadi. Tezkor feedback ham mazkur modelning muhim qismidir. O‘quvchi javobidan keyin darhol natija va tushuntirish olishi xatoni kechiktirmasdan anglash imkonini beradi. Biroq feedbackning sifati uning avtomatik berilishidan ko‘ra, pedagogik jihatdan to‘g‘ri tuzilganligiga bog‘liq. Shuning uchun SIga beriladigan ko‘rsatmalarda xatoni shunchaki ko‘rsatish emas, balki o‘quvchini to‘g‘ri yechimga mustaqil olib borish talabi qo‘yilishi lozim [6; 10].

Individual ta’lim trayektoriyasini shakllantirish

Individual ta’lim trayektoriyasi o‘quvchining bilim darajasi, o‘rganish sur’ati, qiziqishi va aniqlangan qiyinchiliklariga mos ravishda shakllantiriladigan o‘quv yo‘lidir. SI asosidagi tizimda ushbu trayektoriya baholash natijalarini muntazam tahlil qilish orqali yangilanib boradi. Masalan, nazariy bilimlari yuqori, ammo masala yechish ko‘nikmasi sust bo‘lgan o‘quvchiga amaliy mashqlar ulushi oshiriladi. Aksincha, hisoblash ko‘nikmasi yaxshi, lekin fizik tushunchalarni izohlashda qiyinchilik sezayotgan o‘quvchiga tushuntiruvchi va konseptual topshiriqlar tavsiya etiladi. Bunday yondashuv “barcha o‘quvchilar uchun bitta topshiriq” modelidan “umumiy o‘quv maqsadi – individual yo‘l” modeliga o‘tish imkonini beradi. O‘qituvchi esa har bir o‘quvchi uchun topshiriqlarni qo‘lda qayta tuzishga sarflanadigan vaqtning bir qismini metodik tahlil va individual pedagogik qo‘llab-quvvatlashga yo‘naltirishi mumkin. Individual trayektoriya shakllanishining siklik modeli quyidagicha 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. O‘quvchining individual ta’lim trayektoriyasini shakllantirishning siklik modeli

Ushbu sikl o‘quvchining rivojlanish dinamikasini doimiy kuzatish imkonini beradi. Natijada baholash yakuniy nazorat emas, o‘qitishning tarkibiy qismiga aylanadi.

Raqamli transformatsiya nuqtayi nazaridan muhokama

Fizika ta’limida SI asosidagi virtual laboratoriya va individual baholashni joriy etish avvalo pedagogik dizayn masalasidir. Texnologiyaning mavjudligi o‘z-o‘zidan ta’lim sifatini oshirmaydi. Natija o‘quv maqsadining aniqligi, topshiriqning metodik asoslanganligi, o‘qituvchi nazorati va o‘quvchining faol ishtirokiga bog‘liq.

Mazkur yondashuv oliy ta’limni strategik rivojlantirishda avangard pedagogikaning “raqamli vosita + pedagogik dizayn + individual rivojlanish” tamoyiliga mos keladi. Virtual laboratoriya amaliy tajribani raqamli muhitga olib kirsa, SI baholash natijalarini tahlil qilib, keyingi o‘quv faoliyatini moslashtiradi. Shu jihatdan, raqamli transformatsiya alohida texnologiyalarni qo‘shish emas, balki o‘quv jarayonining ichki mantiqini qayta tashkil etish sifatida namoyon bo‘ladi.

Shu bilan birga, SI tomonidan berilgan javoblarning ilmiy to‘g‘riligi, ma’lumotlar xavfsizligi, o‘quvchining mustaqil fikrlashiga salbiy ta’sir ko‘rsatmaslik va akademik halollik masalalariga e’tibor berish zarur. SI tayyor javob beruvchi vositaga aylantirilsa, uning pedagogik qiymati pasayadi. Aksincha, u savol berish, dalillash, taqqoslash va refleksiyani qo‘llab-quvvatlovchi vosita sifatida ishlatilganda ta’lim samaradorligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin [6; 8].

Xulosa

Fizika ta’limining raqamli transformatsiyasi doirasida sun’iy intellekt asosidagi virtual laboratoriyalar, simulyatsiyalar va individual baholash vositalarini yagona metodik tizimga birlashtirish muhim istiqbolga ega. Ushbu tadqiqot ishida ishlab chiqilgan model virtual tajribani nazariya, simulyatsiya, mustaqil faoliyat, natijani qayd etish va tahlil bosqichlari bilan bog‘laydi. SI asosidagi baholash esa o‘quvchi natijalarini tezkor tahlil qilish va unga mos feedback berish imkonini yaratadi. Natijada individual ta’lim trayektoriyasi diagnostika va qayta baholash asosida muntazam yangilanib boradigan siklik tizim sifatida shakllanadi. Mazkur yondashuvning pedagogik qiymati texnologiyaning o‘zida emas, balki undan o‘quvchining mustaqil fikrlashi, amaliy kompetensiyasi va individual rivojlanishini qo‘llab-quvvatlash maqsadida foydalanilishidadir. Shu sababli SI vositalarini fizika ta’limiga joriy etishda o‘qituvchining metodik nazorati va pedagogik dizayn markaziy o‘rinda qolishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 14.10.2024-yildagi PQ-358-son “Sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi qarori.

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 22.10.2025-yildagi PF-189-son “Sun’iy intellekt texnologiyalarini yanada rivojlantirishga oid qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Farmoni.

3. Aliboyev A. Sun’iy intellekt yordamida fizika fanini o‘qitishda integrativ yondashuvni qo‘llash // Yangi renessansda ilm-fan taraqqiyoti. 2025. №1. B. 348.

4. Baxtiyorovna S.G. Fizika darslarida sun’iy intellekt va simulyatsiya texnologiyalarining qo‘llanilishi // In Conference of Modern Science & Pedagogy. 2025. №1. B. 162.

5. Abdulvaxitovna Z.G. Raqamli laboratoriyalar va virtual tajribalar yordamida fizika fanini o‘qitish // Modern Education and Development. 2025. №2. B. 319–323.

6. Verawati N.N.S.P., Nisrina N. The role of artificial intelligence (AI) in transforming physics education: A narrative review // Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika. 2024. №2. B. 212.

7. Ukoh E.E., Nicholas J. AI adoption for teaching and learning of physics // International Journal for Infonomics. 2022. №1. B. 2121.

8. Mahligawati F., Allanas E., Butarbutar M.H., Nordin N.A.N. Artificial intelligence in Physics Education: a comprehensive literature review // Journal of Physics: Conference Series. 2023. №1. 012080.

9. Kotsis K.T. ChatGPT in teaching physics hands-on experiments in primary school // European Journal of Education Studies. 2023. №10. B. 564.

10. Mustofa H.A., Bilad M.R., Grendis N.W.B. Utilizing AI for physics problem solving: a literature review and ChatGPT experience // Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika. 2024. №1. B. 78.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЧЕБНОЙ ИНФОГРАФИКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СИЛЫ ТРЕНИЯ В КУРСЕ ФИЗИКИ

Талипов Фархад Магруфович, Чинибеков Рахматилла Равшан углы,

1 Профессор кафедры физики Национального педагогического университета Узбекистана имени Низами, доктор физико-математических наук

2 Студент Национального педагогического университета Узбекистана имени Низами

Аннотация. В тезисах доклада обосновывается целесообразность применения учебной инфографики при изучении раздела «Сила трения» в курсе физики. Рассматривается методический потенциал визуального сжатия информации, моделирования микропроцессов и дидактической адаптации фундаментальных законов механики для современных студентов.

Ключевые слова: учебная инфографика, методика обучения физике, сила трения, визуализация знаний, дидактика, электронные образовательные ресурсы.

Современный образовательный процесс характеризуется изменением восприятия информации обучающимися: преобладание клипового и визуально-ориентированного мышления требует от преподавателя поиска новых форм подачи материала(1-4) . При изучении механики традиционные текстово-формульные методы часто сталкиваются с трудностями восприятия физической сути процессов. Раздел «Сила трения» содержит ряд одических сложностей: необходимость одновременного учета макро- и микроскопических факторов(шероховатость, межмолекулярные связи);разграничение условий проявления различных видов трения (покоя, скольжения, качения);

Учебная инфографика в данном контексте выступает как когнитивно-графическая модель, переводящая абстрактные смыслы в наглядные визуальные образы. Применение дидактической инфографики при изучении силы трения выполняет следующие функции:



Рис. 1



Рис. 2

1. Интегративная: объединение формульного аппарата векторного анализа, графиков и текстовых комментариев в единый смысловой блок.

2. Экстраполяционная: возможность продемонстрировать переход от идеализированных моделей к реальным инженерно-техническим задачам (сравнение коэффициентов трения, оптимизация узлов трения в механизмах).

3. Моделирующая: детализация микроструктуры зоны контакта двух тел, **объясняющая природу внешнего и внутреннего трения на атомарно-**молекулярном уровне.

4. Свертывающая: структурирование материала для быстрого повторения, самопроверки и систематизации знаний перед выполнением лабораторных или контрольных работ.

В данной работе в качестве примера приведены инфографики на тему «Сила трения», созданные студентами физического факультета совместно с преподавателем. Материал доклада иллюстрируется двумя полноформатными страницами дидактической инфографики:

Внедрение учебной инфографики по теме «Сила трения» позволяет не только повысить наглядность обучения, но и сформировать у учащихся системное физическое мышление. Использование подобного визуального комплекса в электронной образовательной среде активизирует самостоятельную работу студентов, стимулирует графическую грамотность и способствует более глубокому освоению физических дисциплин.

Список использованной литературы:

1. Jaleniauskienė E., Kasperiunienė J. Infographics in Higher Education: A Scoping Review // E-Learning and Digital Media. 2023. Vol. 20. No. 2. Pp. 191–206.

2. Талипов Ф. М., Серебрякова М. Х. Внедрение инфографики в процесс обучения физике и подготовка педагогов к её использованию на уроках // Fizika, matematika va informatika. Ilmiy-uslubiy jurnal. Ташкент, 2024. № 3. С. 53–59.

3. Serebryakova M. Kh., Talipov F. M. Using Infographic Resources in Physics Lessons // Science and Innovation. 2024. Vol. 3. Issue 2. Pp. 178–180.

4. Talipov F. M. On the Cooperation between Teacher and Student with Artificial Intelligence in Creating Infographics on the Topic of Vector and Scalar Quantities // American Journal of Education and Learning. 2025. Vol. 3. Issue 7. Pp. 499–503.

SUN’IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA TALABALARNING ASTRONOMIK TADQIQOTCHILIK KOMPETENSIYASINI RIVOJLANTIRISH

Tillaboyev Azlarxon Magbarxonovich[1]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika kafedrasi dotsenti, p.f.f.d. (PhD), dotsent. E-mail: azlarxontillaboyev@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tezisda astronomiya ta’limida sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish orqali talabalarning astronomik tadqiqotchilik kompetensiyasini rivojlantirish masalasi yoritilgan. Sun’iy intellekt vositalari yordamida astronomik ma’lumotlarni izlash, qayta ishlash, tahlil qilish, tasniflash va vizuallashtirish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: astronomiya ta’limi, sun’iy intellekt, tadqiqotchilik kompetensiyasi, raqamli ta’lim, astronomik ma’lumotlar, generativ AI.

Kirish

Raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi astronomiya ta’limida yangi pedagogik imkoniyatlarni yuzaga keltirmoqda. Ayniqsa, sun’iy intellekt texnologiyalari katta hajmdagi astronomik ma’lumotlarni tahlil qilish, obyektlarni tasniflash va ilmiy tadqiqotlarni tashkil etishda muhim vositaga aylanmoqda. Shu sababli talabalarda zamonaviy astronomik tadqiqotlarni amalga oshirish uchun zarur bo‘lgan raqamli va tadqiqotchilik kompetensiyalarini shakllantirish dolzarb vazifalardan biridir.

Astronomik tadqiqotchilik kompetensiyasi talabaning ilmiy muammoni aniqlashi, tadqiqot savolini shakllantirishi, astronomik ma’lumotlarni izlash va tahlil qilishi, gipoteza ilgari surishi hamda olingan natijalar asosida ilmiy xulosa chiqarishini ifodalaydi.

Sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish ushbu jarayonning turli bosqichlarini qo‘llab-quvvatlashi mumkin. Jumladan:

- astronomik ma’lumotlarni izlash va saralash;
- astronomik tasvirlarni tahlil qilish;
- yulduz va galaktikalarni tasniflash;
- vaqt qatorlarini qayta ishlash;

- grafik va modellar yaratish;
- tadqiqot gipotezalarini shakllantirish;
- tadqiqot natijalarini taqqoslash va tahlil qilish.

Bunda talaba AI tomonidan taqdim etilgan ma’lumotni tayyor javob sifatida qabul qilmasdan, uning ilmiy manbalarga muvofiqligini tekshirishi muhim. Shu orqali talabalarda tanqidiy fikrlash, ilmiy dalillar bilan ishlash va natijalarni verifikatsiya qilish ko‘nikmalari shakllanadi.

Astronomiya ta’limida AI asosidagi tadqiqot faoliyatini quyidagi ketma-ketlikda tashkil etish mumkin:

Muammo → tadqiqot savoli → gipoteza → astronomik ma’lumotlarni yig‘ish → AI yordamida tahlil qilish → natijalarni tekshirish → ilmiy xulosa.

Masalan, talabalar yulduzlarning yorqinligi o‘zgarishini real astronomik ma’lumotlar asosida o‘rganishi, AI vositalari yordamida ma’lumotlarni tahlil qilishi va olingan natijalarni astronomik qonuniyatlar asosida izohlashi mumkin.

Xulosa

Sun’iy intellekt texnologiyalaridan maqsadli foydalanish talabalarning astronomik tadqiqotchilik kompetensiyasini rivojlantirish uchun samarali pedagogik imkoniyat yaratadi. AI yordamida real astronomik ma’lumotlar bilan ishlash, ularni tahlil qilish va natijalarni verifikatsiya qilish talabalarning ilmiy-tadqiqot faoliyatini faollashtiradi. Bunda sun’iy intellekt talabaning o‘rnini bosuvchi vosita emas, balki uning mustaqil ilmiy izlanishini qo‘llab-quvvatlovchi texnologik vosita sifatida qo‘llanilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. Paris: UNESCO, 2023.
2. NASA. Artificial Intelligence and Machine Learning in Astronomy. 2026.
3. Okulu H.Z. Creating and evaluating instructional materials with generative artificial intelligence: visual representations in astronomy education. Education and Information Technologies, 2025.

ASTRONOMIYA KURSINI O‘QITISHDA RAQAMLI TA’LIM RESURSLARIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGI

Tillaboyev Azlarxon Magbarxonovich[1]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika kafedrasi dotsenti, p.f.f.d. (PhD), dotsent. E-mail: azlarxontillaboyev@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada astronomiya kursini o‘qitishda raqamli ta’lim resurslaridan foydalanishning pedagogik samaradorligi nazariy va metodik jihatdan tahlil qilingan. Astronomiya kursining mazmunini o‘zlashtirishda talabalarning fazoviy tasavvuri, abstrakt fikrlashi, kuzatish va tahlil qilish ko‘nikmalariga qo‘yiladigan talablar raqamli vositalardan foydalanish zaruratini kuchaytirishi asoslangan.

Kalit so‘zlar: raqamli ta’lim resurslari, raqamli ta’lim, interaktiv simulyatsiya, virtual planetariy, 3D model, virtual laboratoriya, astronomik xarita, raqamli kompetensiya, fazoviy tafakkur, ta’lim samaradorligi.

Kirish

Zamonaviy ta’lim jarayonida raqamli texnologiyalarning rivojlanishi o‘quv fanlarini o‘qitishning mazmuni va metodik vositalarini takomillashtirish uchun yangi imkoniyatlarni yuzaga keltirmoqda. Ushbu jarayon tabiiy fanlar, xususan, astronomiyani o‘qitishda ham alohida ahamiyatga ega. Astronomik bilimlar talabadan ko‘pincha kundalik tajriba orqali bevosita kuzatib bo‘lmaydigan obyekt va jarayonlarni tasavvur qilishni talab etadi.

Astronomiya kursida Quyosh tizimining fazoviy tuzilishi, Yerning o‘z o‘qi va Quyosh atrofidagi harakati, fasllarning almashinuvi, Oy fazalari, Quyosh va Oy tutilishlari, yulduzlarning rivojlanishi, galaktikalar va koinotning tuzilishi kabi tushunchalar muhim o‘rin tutadi. Mazkur tushunchalarning aksariyati katta fazoviy yoki vaqt masshtabiga ega bo‘lgani sababli ularni faqat matn, jadval yoki statik tasvir yordamida tushuntirish har doim ham yetarli bo‘lavermaydi.

Shu nuqtayi nazardan raqamli ta’lim resurslari astronomik obyekt va hodisalarni dinamik, interaktiv va ko‘p o‘lchamli shaklda ifodalash imkonini beradi. Xususan, 3D modellar va virtual simulyatsiyalar astronomik masshtab va fazoviy munosabatlarni tushunishga yordam berishi, hatto qisqa muddatli foydalanish ham ayrim noto‘g‘ri tasavvurlarni kamaytirishi mumkinligi tadqiqotlarda ko‘rsatilgan.

Raqamli ta’lim resurslaridan foydalanishning samaradorligi faqat texnik vositalarning mavjudligi bilan belgilanmaydi. Muhim jihat – ushbu vositalarning o‘quv maqsadi, o‘quv materiali, metodik faoliyat va baholash jarayoni bilan qanchalik to‘g‘ri uyg‘unlashtirilishidir. Shu sababli umumiy astronomiya kursini o‘qitishda raqamli resurslardan foydalanishning pedagogik samaradorligini ilmiy jihatdan o‘rganish dolzarb metodik masalalardan biridir.

Astronomiya kursini o‘qitishda uchraydigan asosiy metodik muammolardan biri – talabalarning fazoviy tasavvurini shakllantirishdir. Masalan, Yerning Quyosh atrofidagi harakati, osmon jismlarining ko‘rinma harakati yoki galaktikalar tuzilishini o‘rganishda obyektlarning uch o‘lchamli fazodagi joylashuvini tasavvur qilish talab etiladi.

An’anaviy rasmlar va sxemalar ushbu jarayonlarni ma’lum darajada tushuntirsa-da, ular dinamik o‘zgarishlarni to‘liq aks ettira olmaydi. Raqamli modellar esa obyektlarni turli yo‘nalishlardan kuzatish, ularning harakatini tezlashtirish yoki sekinlashtirish, masshtabni o‘zgartirish va ayrim parametrlarni boshqarish imkonini beradi.

Masalan, Quyosh tizimini o‘rganishda raqamli model orqali:

- sayyoralarning orbital harakatini kuzatish;
- sayyoralar o‘rtasidagi masofalarni taqqoslash;
- aylanish va orbital harakatni farqlash;
- Yer o‘qining og‘maligini modellashtirish;

- fasllar almashinuvi sabablarini tekshirish;
- Oy fazalarining shakllanishini kuzatish mumkin.

Bunday imkoniyatlar astronomiya kursidagi mavhum tushunchalarni kuzatiladigan va boshqariladigan o‘quv obyektiga aylantiradi.

Astronomiya kursini o‘qitishda qo‘llaniladigan raqamli resurslarni didaktik vazifalariga ko‘ra bir necha guruhga ajratish mumkin.

Birinchi guruh – raqamli astronomik xaritalar. Ular osmon jismlarining ma’lum vaqt va joydagi ko‘rinishini aniqlash, yulduz turkumlarini topish va osmon sferasini o‘rganishda foydalaniladi.

Ikkinchi guruh – interaktiv simulyatsiyalar. Ular astronomik hodisalarni modellashtirish, o‘zgaruvchilarni boshqarish va sabab-oqibat munosabatlarini aniqlash imkonini beradi.

Uchinchi guruh – 3D modellar va virtual planetariylar. Ular astronomik obyektlarning fazoviy tuzilishini o‘rganish va uch o‘lchamli tasavvurni shakllantirishga xizmat qiladi.

To‘rtinchi guruh – virtual laboratoriyalar. Ular astronomik kuzatuv va tajriba elementlarini raqamli muhitda bajarish imkonini beradi.

Beshinchi guruh – raqamli astronomik ma’lumotlar bazalari. Ular real ilmiy ma’lumotlarni izlash, saralash, taqqoslash va tahlil qilish imkonini yaratadi.

Oltinchi guruh – multimedia ta’lim resurslari. Video, animatsiya, audio va interaktiv materiallar astronomik jarayonlarni turli axborot kanallari orqali tushuntirish imkonini beradi.

1-jadval

Astronomiya kursini o‘qitishda raqamli ta’lim resurslarining didaktik imkoniyatlari

Raqamli resurs turi	**Asosiy didaktik vazifa**	**Astronomiya fanida qo‘llanilishi**
Raqamli astronomik xaritalar	Kuzatish va yo‘nalishni aniqlash	Yulduzlar va yulduz turkumlarini aniqlash
Interaktiv simulyatsiyalar	Hodisalarni modellashtirish	Sayyoralar harakati, tutilishlar, fasllar
3D modellar	Fazoviy tasavvurni shakllantirish	Quyosh tizimi, galaktikalar, kosmik obyektlar
Virtual planetariy	Osmon sferasini vizual o‘rganish	Sutkalik va yillik ko‘rinma harakat
Virtual laboratoriya	Amaliy faoliyatni tashkil etish	Astronomik kuzatuv va hisoblashlar
Multimedia resurslari	Vizual va audiovizual tushuntirish	Kosmik hodisalar va jarayonlar
Astronomik ma’lumotlar bazasi	Tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirish	Real kuzatuv ma’lumotlarini tahlil qilish
Onlayn baholash vositalari	Bilimlarni diagnostika qilish	Test, topshiriq va tezkor qayta aloqa

Astronomiya kursida raqamli ta’lim resurslaridan foydalanish samaradorligini quyidagi asosiy mezonlar orqali baholash mumkin:

1. Bilimlarni o‘zlashtirish mezoni. Talabaning astronomik tushunchalar, qonunlar va hodisalarni o‘zlashtirish darajasi aniqlanadi.

2. Fazoviy tafakkur mezoni. Talabaning astronomik obyektlarning fazodagi o‘zaro joylashuvi va harakatini tasavvur qila olish qobiliyati baholanadi.

3. Amaliy faoliyat mezoni. Talabaning raqamli xaritalar, simulyatsiyalar va virtual laboratoriyalardan foydalanib amaliy topshiriqlarni bajara olish darajasi aniqlanadi.

4. Tadqiqotchilik mezoni. Talabaning astronomik ma’lumotlarni izlash, saralash, tahlil qilish va ular asosida xulosa chiqarish qobiliyati baholanadi.

5. Mustaqil ta’lim mezoni. Talabaning raqamli resurslardan foydalangan holda mustaqil ravishda yangi bilimlarni egallashi va o‘z faoliyatini nazorat qilishi aniqlanadi.

6. Motivatsion mezon. Umumiy astronomiya faniga qiziqish, o‘quv faoliyatidagi ishtirok va raqamli topshiriqlarni bajarishga bo‘lgan faollik baholanadi.

2-jadval

Astronomiya ta’limida raqamli resurslardan foydalanish samaradorligini baholash mezonlari

Mezon	**Ko‘rsatkichlar**
Bilim	Tushunchalarni o‘zlashtirish, hodisalarni tushuntirish
Fazoviy tafakkur	Obyektlarning fazoviy joylashuvi va harakatini tasavvur qilish
Amaliy faoliyat	Simulyatsiya, xarita va virtual laboratoriya bilan ishlash
Tadqiqotchilik	Ma’lumot izlash, qayta ishlash va xulosa chiqarish
Mustaqil ta’lim	Resurslardan mustaqil foydalanish va o‘zini nazorat qilish
Motivatsiya	Qiziqish, faollik va o‘quv jarayonida ishtirok

Raqamli ta’lim resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish uchun bir qator pedagogik shartlarga amal qilish zarur.

Birinchidan, raqamli resurs aniq o‘quv maqsadiga xizmat qilishi kerak. Masalan, 3D modeldan foydalanishning maqsadi faqat chiroyli vizual namoyish qilish emas, balki talabaning fazoviy tasavvurini rivojlantirish yoki muayyan astronomik bog‘lanishni aniqlashdan iborat bo‘lishi kerak.

Ikkinchidan, talaba raqamli resurs bilan faol ishlashi kerak. Buning uchun “kuzatish – o‘zgartirish – taqqoslash – tahlil qilish – xulosa chiqarish” kabi faoliyat ketma-ketligini tashkil etish mumkin.

Uchinchidan, raqamli resursdan foydalanish professor-o‘qituvchi metodik rahbarligi bilan amalga oshirilishi zarur. Professor-o‘qituvchi talabaga faqat texnik vositadan foydalanishni emas, balki olingan ma’lumotni ilmiy jihatdan izohlashni ham o‘rgatadi.

To‘rtinchidan, raqamli resurslar an’anaviy o‘qitish vositalarini to‘liq almashtirish emas, balki ularni to‘ldirish vazifasini bajarishi mumkin. Ayniqsa, real astronomik kuzatuv, nazariy tushuntirish va raqamli modellashtirishni o‘zaro uyg‘unlashtirish samarali metodik yechim hisoblanadi.

Beshinchidan, raqamli resurslardan foydalanishda talabalarning raqamli tayyorgarligi va texnik imkoniyatlari hisobga olinishi kerak. Ilmiy tadqiqotlarda ham texnologik imkoniyat va o‘qitish dizayni raqamli vositalarning natijasiga ta’sir qiluvchi omillar sifatida ko‘rsatiladi.

Xulosa

Astronomiya kursini o‘qitishda raqamli ta’lim resurslaridan foydalanish ta’lim jarayonining mazmuni va metodik imkoniyatlarini kengaytiradi. Ayniqsa, astronomik obyektlarning katta fazoviy va vaqt masshtablarini, murakkab harakatlarini hamda bevosita kuzatish qiyin bo‘lgan jarayonlarni modellashtirishda raqamli vositalar muhim didaktik ahamiyatga ega. Tahlil qilingan ilmiy tadqiqotlar raqamli simulyatsiyalar, virtual reallik, 3D vizualizatsiyalar va raqamli planetariylarning astronomik tushunchalarni o‘zlashtirish, fazoviy tasavvurni rivojlantirish va ayrim noto‘g‘ri tasavvurlarni kamaytirishda ijobiy imkoniyatlarga ega ekanini ko‘rsatadi.

Biroq raqamli resurslarning samaradorligini texnologiyaning mavjudligi bilan tenglashtirib bo‘lmaydi. Samaradorlik o‘quv maqsadining to‘g‘ri belgilanishi, raqamli vositaning mazmunga mosligi, talabaning faol ishtiroki, professor-o‘qituvchining metodik rahbarligi va baholash tizimining mavjudligi bilan belgilanadi. Shu sababli astronomiya ta’limida raqamli resurslardan foydalanishning eng maqbul modeli raqamli vositalarni real kuzatuv, nazariy tushuntirish, muammoli topshiriqlar, mustaqil tadqiqot va baholash bilan integratsiyalashdan iborat bo‘lishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Rutten N., van Joolingen W.R., van der Veen J.T. The learning effects of computer simulations in science education // Computers & Education. 2012. Vol. 58, Issue 1. P. 136–153.
2. Almeqbaali M., Ouhbi S., Fares R. Empirically Evaluated Digital Solutions in Astronomy Education for Children and Adolescents: Systematic Literature Review. 2023.
3. Aktamış H., Arıcı V. Sanal Gerçeklik Programlarının Astronomi Konularının Öğretiminde Kullanılmasının Akademik Başarı ve Kalıcılığa Etkisi // Mersin University Journal of the Faculty of Education. 2013. Vol. 9, No. 2.
4. Yu K.C., Sahami K., Sahami V., Sessions L.C. Using A Digital Planetarium For Teaching Seasons To Undergraduates // Journal of Astronomy & Earth Sciences Education. 2015. Vol. 2, No. 1.
5. Koç A., Kanadlı S. Effect of Interactive Learning Environments on Learning Outcomes in Science Education: A Network Meta-Analysis // Journal of Science Education and Technology. 2025. Vol. 34. P. 681–703.

6. Barba M.B., Castilla-Cebrián G. Virtual Reality in astronomy research and space-related education: a systematic review // Frontiers in Virtual Reality. 2026.

7. UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. Paris: UNESCO, 2023.

ASTRONOMIYA TA’LIMINING RAQAMLI TRANSFORMATSIYASI: ZAMONAVIY TENDENSIYALAR VA PEDAGOGIK IMKONIYATLAR

Tillaboyev Azlarxon Magbarxonovich[1]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika kafedrasi dotsenti, p.f.f.d.

(PhD), dotsent. E-mail: azlarxontillaboyev@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada astronomiya ta’limining raqamli transformatsiyasi, zamonaviy raqamli texnologiyalarning astronomiya kursini o‘qitish jarayoniga integratsiyalashuvi hamda ularning pedagogik imkoniyatlari tahlil qilinadi. Astronomiya fanining obyektlari, jarayonlari va hodisalarini o‘rganishda raqamli simulyatsiyalar, interaktiv vizualizatsiyalar, virtual laboratoriyalar, raqamli astronomik ma’lumotlar bazalari va ta’lim platformalaridan foydalanishning didaktik imkoniyatlari yoritiladi.

Kalit so‘zlar: astronomiya ta’limi, raqamli transformatsiya, raqamli pedagogika, raqamli ta’lim muhiti, interaktiv vizualizatsiya, virtual laboratoriya, astronomik ma’lumotlar bazasi, ta’lim platformasi, adaptiv ta’lim, raqamli kompetensiya.

Kirish

Raqamli texnologiyalarning ta’lim jarayoniga jadal kirib kelishi fanlarni o‘qitish mazmuni, shakllari va metodlarini qayta ko‘rib chiqishni taqozo etmoqda. Ayniqsa, astronomiya fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish alohida ahamiyatga ega. Chunki astronomik obyektlar va jarayonlarning aksariyati bevosita kuzatish uchun murakkab, uzoq masofada joylashgan yoki katta vaqt oralig‘ida sodir bo‘ladigan hodisalardan iborat.

An’anaviy ta’lim vositalari orqali Quyosh tizimidagi jismlarning fazoviy joylashuvi, sayyoralar harakati, yulduzlar evolyutsiyasi, galaktikalar tuzilishi va koinotning rivojlanishi kabi jarayonlarni to‘liq tasavvur qilish qiyin. Shu sababli astronomiya ta’limida raqamli modellashtirish, 2D va 3D vizualizatsiya, virtual tajribalar, interaktiv xaritalar hamda raqamli astronomik ma’lumotlar bazalaridan foydalanish o‘quvchilarning ilmiy tasavvurlarini shakllantirish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Raqamli transformatsiya faqat mavjud o‘quv materiallarini elektron shaklga o‘tkazish bilan chegaralanmaydi. U ta’lim maqsadlari, mazmuni, metodlari, o‘qituvchi va talaba faoliyati, baholash hamda monitoring jarayonlarining yagona raqamli muhitda qayta tashkil etilishini nazarda tutadi.

Shu nuqtayi nazardan astronomiya ta’limini raqamlashtirish pedagogik va texnologik komponentlarning o‘zaro integratsiyasiga asoslangan tizimli jarayon sifatida qaralishi lozim.

Astronomiya ta’limining raqamli transformatsiyasi o‘quv jarayoniga zamonaviy raqamli vositalarni mexanik tarzda kiritish emas, balki ta’lim mazmuni va pedagogik faoliyatni yangi texnologik imkoniyatlar asosida qayta loyihalashni anglatadi. Raqamli transformatsiya jarayonida astronomiya kursining mazmuni modullarga ajratilib, har bir mavzu uchun nazariy material, vizual model, interaktiv topshiriq, virtual tajriba, amaliy mashq va baholash vositalarini yagona didaktik tizimga birlashtirish mumkin. Masalan, “Quyosh tizimi” mavzusini o‘rganishda oddiy matn va statik rasmlar bilan chegaralanmasdan, sayyoralarning o‘lchamlari va orbital harakatlarini modellashtiruvchi interaktiv muhitdan foydalanish mumkin. Talaba sayyora massasini, orbital parametrlarini yoki harakat tezligini o‘zgartirib, natijalarni kuzatishi va fizik-astronomik qonuniyatlarni mustaqil aniqlashi mumkin. Bunday yondashuv astronomiya ta’limida “axborotni qabul qilish” modelidan “axborot bilan faol ishlash” modeliga o‘tishni ta’minlaydi.

Astronomiya ta’limining raqamli transformatsiyasida bir nechta texnologik yo‘nalishlar muhim ahamiyatga ega.

Birinchidan, raqamli simulyatsiyalar murakkab astronomik jarayonlarni modellashtirish imkonini beradi. Sayyoralar harakati, gravitatsion o‘zaro ta’sir, yulduzlarning rivojlanishi va osmon jismlarining fazodagi joylashuvini simulyatsiya qilish orqali talabalar nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog‘laydi.

Ikkinchidan, interaktiv 2D va 3D vizualizatsiyalar astronomik obyektlarning fazoviy tuzilishini tushunishga yordam beradi. Astronomiya kursida fazoviy tasavvur muhim o‘rin tutgani sababli uch o‘lchamli modellar murakkab obyekt va jarayonlarni tushuntirishning samarali vositasiga aylanishi mumkin.

Uchinchidan, virtual laboratoriyalar real sharoitda bajarish imkoniyati cheklangan astronomik tajriba va kuzatuvlarni raqamli muhitda tashkil etish imkonini beradi. Bunda talaba tajriba parametrlarini o‘zgartirish, natijalarni qayd etish, grafiklar tuzish va olingan ma’lumotlarni tahlil qilish imkoniyatiga ega bo‘ladi.

To‘rtinchidan, raqamli astronomik ma’lumotlar bazalari talabalarni real ilmiy ma’lumotlar bilan ishlashga o‘rgatadi. Kuzatuv natijalarini izlash, saralash, taqqoslash va tahlil qilish jarayonlari tadqiqotchilik kompetensiyasini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Beshinchidan, ta’lim platformalari o‘quv materiallarini, topshiriqlarni, testlarni, virtual laboratoriyalarni va baholash natijalarini yagona raqamli muhitda birlashtirish imkonini beradi.

1-jadval

Astronomiya ta’limida raqamli texnologiyalarning pedagogik imkoniyatlari

Raqamli texnologiya	Pedagogik vazifa	Astronomiya ta’limidagi qo‘llanilishi
Raqamli simulyatsiya	Murakkab jarayonlarni modellashtirish	Sayyoralar harakati, gravitatsiya, yulduzlar evolyutsiyasi
2D/3D vizualizatsiya	Fazoviy tasavvurni rivojlantirish	Quyosh tizimi, galaktikalar, osmon sferasi
Virtual laboratoriya	Amaliy faoliyatni tashkil etish	Astronomik kuzatuv va hisoblash tajribalari
Raqamli ma’lumotlar bazasi	Tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirish	Astronomik kuzatuv ma’lumotlarini tahlil qilish
Adaptiv ta’lim vositalari	Individual ta’lim trayektoriyasini shakllantirish	Talabaning bilim darajasiga mos topshiriqlar
Analitik monitoring	O‘quv natijalarini kuzatish	O‘zlashtirish va faollik dinamikasini tahlil qilish

Astronomiya ta’limini raqamlashtirishda texnologiyaning o‘zi emas, balki uning qanday pedagogik maqsadga xizmat qilishi muhim hisoblanadi. Shu sababli raqamli ta’lim muhitini loyihalashda tizimlilik, ilmiylik, ko‘rgazmalilik, interfaollik, individuallashtirish va adaptivlik tamoyillariga amal qilish zarur.

Tizimlilik tamoyili astronomiya kursining nazariy, amaliy va tadqiqotchilik komponentlarini yagona raqamli muhitda bog‘lashni nazarda tutadi.

Ko‘rgazmalilik tamoyili astronomik obyekt va jarayonlarni interaktiv grafikalar, animatsiyalar va 3D modellar orqali ifodalash imkonini beradi.

Interfaollik tamoyili talabani tayyor axborotni qabul qiluvchi emas, balki raqamli muhitda faol harakat qiluvchi ta’lim subyekti sifatida shakllantiradi.

Individuallashtirish tamoyili talabaning tayyorgarlik darajasi, qiziqishi va o‘zlashtirish sur’atiga mos ta’lim topshiriqlarini shakllantirish imkonini beradi.

Adaptivlik tamoyili o‘quv jarayonining natijalarga qarab o‘zgarishini ta’minlaydi. Masalan, talaba ma’lum mavzu bo‘yicha qiyinchilikka duch kelganda, tizim qo‘shimcha tushuntirish, mashq yoki nazorat topshirig‘ini tavsiya qilishi mumkin.

Raqamli transformatsiya natijasida astronomiya kursini o‘qitish jarayonida talabalarning nafaqat predmetga oid bilimlari, balki raqamli va tadqiqotchilik kompetensiyalarini ham rivojlantirish imkoniyati yuzaga keladi. Talabalar astronomik ma’lumotlarni izlash, raqamli vositalar yordamida ularni qayta ishlash, grafik va modellar yaratish, natijalarni tahlil qilish hamda ilmiy xulosalar chiqarish ko‘nikmalarini egallaydilar. Shuningdek, raqamli muhitda topshiriqlarni mustaqil bajarish, natijalarni qayta ko‘rib chiqish va xatolar asosida o‘z faoliyatini takomillashtirish imkoniyati ta’limning refleksiv komponentini

kuchaytiradi. Raqamli platformalarda talabaning faoliyati to‘g‘risidagi ma’lumotlarni yig‘ish orqali o‘zlashtirish dinamikasi, faollik darajasi, amaliy topshiriqlarni bajarish sifati va tadqiqotchilik faoliyati monitoring qilinishi mumkin.

Xulosa

Astronomiya ta’limining raqamli transformatsiyasi ta’lim mazmuni, metodlari va vositalarini zamonaviy texnologiyalar asosida qayta tashkil etishning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Raqamli simulyatsiyalar, interaktiv 2D/3D vizualizatsiyalar, virtual laboratoriyalar, astronomik ma’lumotlar bazalari va ta’lim platformalaridan foydalanish astronomik hodisa va jarayonlarni chuqurroq tushunish uchun yangi pedagogik imkoniyatlar yaratadi.

Raqamli transformatsiyaning samaradorligi texnologiyalarning mavjudligi bilan emas, balki ularning pedagogik maqsad, o‘quv mazmuni, talaba faoliyati va baholash mexanizmlari bilan uzviy integratsiyalashuvi bilan belgilanadi. Shu jihatdan astronomiya ta’limining raqamli transformatsiyasi talabalarning astronomik bilimlarini rivojlantirish bilan bir qatorda, ularning raqamli savodxonligi, mustaqil ta’lim olish, ma’lumotlarni tahlil qilish va ilmiy-tadqiqotchilik kompetensiyalarini shakllantirish uchun ham muhim pedagogik imkoniyat yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Siemens G. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age // International Journal of Instructional Technology and Distance Learning. 2005.
2. Mayer R.E. Multimedia Learning. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
3. UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. Paris: UNESCO, 2023.
4. Tillaboyev A.M. Raqamli ta’lim muhitida astronomiya ta’limining transformatsiyasi: global tendensiyalar va nazariy paradigmalar. Fizika, matematika va informatika jurnali, 2026, №2, 191 –201– betlar.

Ta’lim klasteri sharoitida fizika ta’limida kasbiy kompetentlikni rivojlantirishning raqamli-didaktik modeli

Kurbonov Mizaaxmad[1], To‘raxonov Fozil Bobonazarovich[2]
[1]O‘zbekiston milliy universiteti Umumiy fizika kafedrasi professor p.f.d.
[2]Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti Umumiy fizika va qurilish muhandisligi kafedrasi dotsenti, p.f.f.d., (PhD).

Annotatsiya. Tezisda ta’lim klasteri sharoitida ixtisoslashtirilgan maktab o‘quvchilarining kasbiy kompetentligini rivojlantirishga yo‘naltirilgan raqamli-didaktik model yoritilgan. Model sun’iy intellekt asosidagi adaptiv ta’lim, virtual va fizik laboratoriyalar, raqamli simulyatsiya, loyiha va muhandislik topshiriqlari, STEAM hamda ta’lim analitikasi vositalarini yagona didaktik tizimga

integratsiyalaydi. 851 nafar 10–11-sinf o‘quvchilari ishtirokidagi tajriba-sinov natijalari model qo‘llanilgan guruhda kasbiy kompetentlik ko‘rsatkichlarining an’anaviy ta’limga nisbatan yuqoriroq o‘sishini ko‘rsatgan.

Kalit so‘zlar: ta’lim klasteri, fizika ta’limi, kasbiy kompetentlik, raqamli-didaktik model, sun’iy intellekt, virtual laboratoriya, raqamli simulyatsiya, STEAM, ta’lim analitikasi.

Kirish. Ta’lim tizimining raqamli transformatsiyasi o‘quvchilardan nafaqat fan bo‘yicha nazariy bilimlarni egallash, balki ularni amaliy muammolarni hal qilishda qo‘llash, raqamli vositalardan foydalanish, tajriba va loyihalarni amalga oshirish hamda hamkorlikda faoliyat yuritishni talab qilmoqda. Bu vazifa fizika va boshqa STEM fanlari chuqurlashtirib o‘qitiladigan ixtisoslashtirilgan maktablar uchun ayniqsa dolzarbdir.

Mazkur muammoni hal etishda ta’lim klasteri maktab, oliy ta’lim muassasasi, ilmiy-tadqiqot tashkilotlari va ishlab chiqarish korxonalarining pedagogik, ilmiy va moddiy-texnik imkoniyatlarini birlashtirishga xizmat qiladi. Mavjud tadqiqotlarda ta’lim klasteri, kompetensiyaviy yondashuv va raqamli pedagogika ko‘pincha alohida yo‘nalishlarda tadqiq etilgan. Ularni ixtisoslashtirilgan maktablarda fizika ta’limiga mo‘ljallangan yagona didaktik model doirasida integratsiyalash ilmiy-metodik ehtiyojni yuzaga keltiradi.

Tadqiqotning maqsadi – ta’lim klasteri sharoitida raqamli ta’lim texnologiyalarini integratsiyalash asosida ixtisoslashtirilgan maktab o‘quvchilarining kasbiy kompetentligini rivojlantirishga yo‘naltirilgan raqamli-didaktik modelni ishlab chiqish va uning samaradorligini tajriba-sinov orqali aniqlash.

Raqamli-didaktik model

Taklif etilgan model metodologik, tashkiliy, texnologik va natijaviy-baholash qatlamlaridan iborat. Metodologik qatlam tizimli, kompetensiyaviy, faoliyatga yo‘naltirilgan, integrativ va o‘quvchiga yo‘naltirilgan yondashuvlarni qamrab oladi. Tashkiliy qatlam ixtisoslashtirilgan maktab, OTM, ilmiy tashkilot va ishlab chiqarish korxonalari hamkorligiga asoslanadi. Texnologik qatlamda sun’iy intellekt, virtual laboratoriyalar, raqamli simulyatsiyalar, LMS va ta’lim analitikasi integratsiyalanadi. Natijaviy qatlam monitoring, mezonli baholash va refleksiyani ta’minlaydi.

1-jadval.
Raqamli-didaktik modelni amalga oshirish bosqichlari

№	Bosqich	Asosiy vosita va faoliyat	Kompetentlik komponenti
1	Muammoli vaziyat	Video, AI-vizualizatsiya	Motivatsion
2	Nazariy tayyorgarlik	AI-diagnostika, LMS	Kognitiv
3	Virtual laboratoriya	Virtual tajriba, simulyatsiya	Eksperimental
4	Fizik laboratoriya	Sensor va o‘lchov asboblari	Eksperimental

5	Raqamli simulyatsiya	Matematik va grafik modellashtirish	Analitik
6	Loyiha topshirig‘i	LMS, hamkorlik vositalari	Amaliy
7	Muhandislik topshirig‘i	Loyihalash va prototiplash	Muhandislik
8	STEAM integratsiyasi	Fanlararo topshiriqlar	Fanlararo
9	Refleksiya va baholash	Ta’lim analitikasi, e-portfolio	Refleksiv

Mazkur ketma-ketlikda virtual va fizik laboratoriya o‘zaro to‘ldiruvchi vositalar sifatida qo‘llaniladi. Virtual tajribalar kuzatish yoki boshqarish qiyin bo‘lgan fizik jarayonlarni modellashtirish imkonini bersa, fizik laboratoriya o‘lchash, asbob-uskunalardan foydalanish va tajribani amalda tashkil etish ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Loyiha va muhandislik topshiriqlari esa o‘zlashtirilgan bilimlarni amaliy muammolarga tatbiq etishga yo‘naltiriladi.

Tadqiqot metodikasi va natijalari

Modelning samaradorligini aniqlash uchun kvazi-eksperimental pretest–posttest tadqiqot dizaynidan foydalanilgan. Tajriba 2023–2026-yillarda O‘zbekistonning beshta hududidagi o‘nta ixtisoslashtirilgan maktabda o‘tkazilib, jami 851 nafar 10–11-sinf o‘quvchisi qatnashgan. Tajriba guruhiga 424 nafar, nazorat guruhiga 427 nafar o‘quvchi jalb etilgan. Tajriba guruhida “Mexanik tebranishlar va to‘lqinlar” bo‘limi to‘qqiz bosqichli raqamli-didaktik model asosida, nazorat guruhida esa an’anaviy metodika asosida o‘qitilgan.

O‘quvchilarning kasbiy kompetentligi nazariy bilim, eksperimental va raqamli ko‘nikma, amaliy-muhandislik faoliyati, hamkorlik hamda refleksiya komponentlarini qamrab oluvchi mezonlar asosida yuqori, yaxshi va qoniqarli darajalarda baholangan.

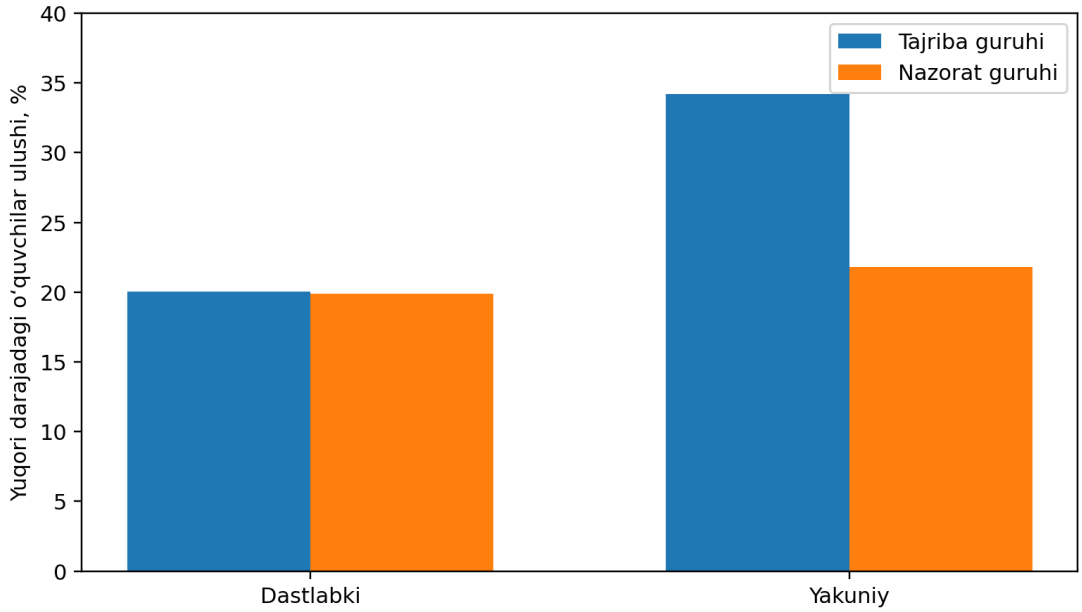
2-jadval.

Kasbiy kompetentlik darajalarining tajriba davomida o‘zgarishi

Guruh	Bosqich	Yuqori, %	Yaxshi, %	Qoniqarli, %
Tajriba	Dastlabki	20,05	50,00	29,95
Tajriba	Yakuniy	34,20	49,06	16,74
Nazorat	Dastlabki	19,91	49,88	29,98
Nazorat	Yakuniy	21,78	51,29	26,93

Dastlabki diagnostikada tajriba va nazorat guruhlarining kompetentlik darajalari o‘rtasida statistik jihatdan ahamiyatli farq aniqlanmagan (χ^2=0,0016; p>0,05). Tajriba yakunida tajriba guruhida yuqori darajadagi o‘quvchilar ulushi 20,05% dan 34,20% gacha, ya’ni 14,15 foiz punktga oshgan. Nazorat guruhida mazkur ko‘rsatkich 19,91% dan 21,78% gacha, ya’ni 1,87 foiz punktga oshgan.

Yakuniy natijalarning Pearson χ^2 mezoni yordamida statistik tahlili $\chi^2=21,83$; $p<0,05$ qiymatini ko‘rsatgan. Cramér’s V=0,16 ni tashkil etgan. Tajriba guruhidagi o‘quvchilarning yuqori kompetentlik darajasiga erishish imkoniyati nazorat guruhiga nisbatan yuqori bo‘lgan (OR=1,87; 95% CI [1,38; 2,53]).



1-rasm. Tajriba va nazorat guruhlarida yuqori darajadagi kasbiy kompetentlik dinamikasi

Xulosa. Tadqiqot natijalari ta’lim klasteri, kompetensiyaviy yondashuv va raqamli pedagogikani yagona didaktik tizimga integratsiyalash ixtisoslashtirilgan maktablarda fizika ta’limini takomillashtirish uchun muhim metodik imkoniyat yaratishini ko‘rsatdi. Taklif etilgan modelning asosiy xususiyati raqamli vositalarni alohida qo‘llash emas, balki muammoli vaziyat, nazariy tayyorgarlik, virtual tajriba, fizik tajriba, modellashtirish, loyiha, muhandislik faoliyati, STEAM, refleksiya va baholash ketma-ketligida yaxlit pedagogik tizimga birlashtirishdan iborat. Tajriba-sinov natijalarida yuqori kompetentlik darajasining tajriba guruhida sezilarli oshishi ishlab chiqilgan modeldan fizika o‘qitish amaliyotida foydalanish istiqbolini ko‘rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mishra P., Koehler M.J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record. 2006. Vol. 108(6). P. 1017–1054.

2. Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017.

3. Ferguson R. Learning analytics: Drivers, developments and challenges. International Journal of Technology Enhanced Learning. 2012. Vol. 4(5–6). P. 304–317.

4. Wieman C.E., Adams W.K., Perkins K.K. PhET: Simulations that enhance learning. Science. 2008. Vol. 322. P. 682–683.

5. Zacharia Z.C., Olympiou G. Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. Learning and Instruction. 2011. Vol. 21(3). P. 317–331.

6. de Jong T., Linn M.C., Zacharia Z.C. Physical and virtual laboratories in science and engineering education. Science. 2013. Vol. 340. P. 305–308.

7. Brinson J.R. Learning outcome achievement in non-traditional versus traditional laboratories: A review of the empirical research. Computers & Education. 2015. Vol. 87. P. 218–237.

8. Freeman S. et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2014. Vol. 111(23). P. 8410–8415.

FIZIKA FANINI O`QITISHDA ZAMONAVIY PEDAGOGIK TEXNOLOGIYA VA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH

To‘xtayev G‘aybulla Mangliyevich
“Tabiiy va aniq fanlar”ga ixtisoslashtirilgan S.H.Sirojiddinov nomidagi Respublika akademik litseyi (toxtayevgaybulla68@gmail.com)

Annotatsiya: Ushbu maqolada integratsiyalashgan ta’lim jarayonida fizika fanini o‘qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qo‘llash,fanlararo yondashuv, raqamli texnologiyalar, interfaol usullar orqali o‘quvchilarning bilim olish, amaliyotga tatbiq etish va muammolarni hal qilish ko‘nikmalarini rivojlantirish imkoniyatlari ko‘rsatib beriladi. Shuningdek, kompetensiyaviy yondashuv asosida fizika ta’limining samaradorligini oshirishning nazariy va amaliy asoslari yoritiladi, fizika fanini akademik litseylarda o‘quvchilarga o‘rgatishda zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanish haqida tahliliy, qiyosiy ma`lumotlar keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Integratsiyalashgan ta’lim, pedagogik texnologiyalar, fanlararo yondashuv, kompetensiya, metodika, innovatsiya,kompyuter texnologiyalari, virtual laboratoriya, multimediya vositalar, Pyusics at school, Crocodile, Physics, Electronics Workbench, ko‘rgazmalilik, zamonaviy axborot texnologiyalari, animatsiya.

Hozirgi kunda axborot va kommunikatsion texnologiyalarning rivojlanishi barcha sohalarda bo‘lgani kabi ta’lim tizimida, xususan “Fizika” fanini o‘qitishda ham zamonaviy talablar asosida ta’lim sifatini yanada oshirish dolzarb masalalardan biri bo‘lib kelmoqda.Zamon talablaridan kelib chiqib, kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi bilan bog‘liq holda dars mashg‘ulotlarni tashkil etishning yangi shakllari paydo bo`lmoqda. Milliy o‘quv dasturlari asosida o‘qitish jarayonida axborot texnologiyalaridan samarali foydalanish, raqamli texnologiyalar vositasida o‘quvchilarning kreativ kompetentligini rivojlantirishning metodik tizimini takomillashtirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Bu esa, raqamli texnologiyalar asosida “Fizika” fani darslarini tashkil etish va o‘tkazishga doir o‘quv materiallarini strukturalashtirish, “Fizika” fani darslarida raqamli texnologiyalardan foydalanishning tashkiliy-metodik modeli hamda uni amaliyotga joriy etishning didaktik ta’minotini takomillashtirishni taqozo etadi. Ulardan, keng foydalanayotgan amaliy ishlardan biri kompyuterda maxsus dasturlar yordamida kuzatilishi qiyin bo‘lgan fizik jarayonlarni elektron darsliklar, animatsiyalar, virtual tajribalar va taqdimotlar vositasida ko‘rgazmali tushuntirishdir. Bunday ko‘rinishdagi ishlangan fizika kursiga tegishli elektron vositalar ko‘plab mavjud bo‘lib, ular asosan maktab, akademik lisey va kollejlar uchun qo‘llanilishi ko‘rsatilgan. Ta’lim sohasida ro‘y berayotgan jadal o‘zgarishlar, ayniqsa, raqamli texnologiyalar, fanlararo aloqadorlik, kasbiy ko‘nikmalarni rivojlantirishga qaratilgan kompetensiyaviy yondashuvlar fizika kabi an’anaviy fanlarni o‘qitish usullariga yangicha qarashni talab qilmoqda. Fizika fani o‘zining nazariy asoslari, eksperimental uslublari va ilmiy tafakkurni shakllantirishdagi o‘rni bilan ta’limning fundamental komponenti bo‘lib xizmat qiladi. Shu sababli, uni integratsiyalashgan holda o‘qitish nafaqat fanlararo bog‘liqlikni kuchaytiradi, balki talabalarning muayyan hodisalarni chuqur tahlil qilish, izchil mantiqiy fikrlash, amaliy bilimlarni real hayotga tatbiq etish ko‘nikmalarini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Integratsiyalashgan ta’lim modelida fizika boshqa tabiiy fanlar – matematika, kimyo, biologiya va axborot texnologiyalari bilan o‘zaro uzviy bog‘liq tarzda o‘rgatiladi. Bu esa o‘quvchilarga biror hodisani turli fanlar prizmasidan tahlil qilish imkonini beradi. Masalan, fizikaviy jarayonlarni matematik modellashtirish, kimyoviy reaksiyalar bilan bog‘liqligi, biologik tizimlarda namoyon bo‘lishi yoki raqamli simulyatsiyalar orqali vizuallashtirish orqali bilimlarni mustahkamlash mumkin. Bunday yondashuv, o‘z navbatida, o‘quvchilarning bilimga bo‘lgan qiziqishini oshiradi, ularning tadqiqot olibborish va muammo yechish salohiyatini kuchaytiradi. Shu bilan birga, bu jarayonda o‘qituvchining roli ham o‘zgaradi – u endilikda bilim beruvchidan ko‘ra ko‘proq yo‘naltiruvchi, maslahat beruvchi, fasilitator sifatida faoliyat yuritadi. Bu esa o‘qituvchilardan yangicha metodik yondashuvlar, kreativ fikrlash va zamonaviy texnologiyalarni egallashni talab qiladi. Pedagogik texnologiyalar esa bu jarayonning asosiy tayanchidir. Ular ta’limning maqsadli, mazmuniy, faoliyat va nazorat bosqichlarini izchil uyg‘unlashtirishga xizmat qiladi. Interaktiv dars metodlari, loyihalash texnologiyasi, klaster usuli, “akva metod”, STEAM yondashuvi va boshqa ilg‘or Intellektual fanlar va axborot texnologiyalari kafedrasi pedagogik vositalar fizika fanini tushunarli, qiziqarli va amaliy jihatdan foydali qilish imkonini beradi. Ayniqsa, laboratoriya ishlarini raqamli qurilmalar yordamida integratsiyalashgan tarzda tashkil etish, zamonaviy virtual laboratoriyalardan foydalanish orqali ta’lim sifatini sezilarli darajada oshirish mumkin. Shu bilan birga, baholash tizimining ham o‘zgarishi lozim – natijaga yo‘naltirilgan baholash, o‘z-o‘zini baholash, o‘zaro baholash, diagnostik tahlillar orqali o‘quvchi faoliyati yanada puxta nazorat qilinadi. Shuningdek, integratsiyalashgan ta’limda fizika fanining

hayot bilan bevosita bog‘liq jihatlari ham ochib beriladi. Bugungi kunda texnologik jarayonlarning aksariyati fizik qonuniyatlarga asoslanadi.

“Fizika” fanini texnologiyalar yordamida o‘qitish kundan-kun rivojlanmoqda va foaoliyat doirasi kengayib bormoqda. Yillar sari yangi vositalar, usullar va materiallar o‘qitish jarayoniga integratsiya qilinmoqda. “Fizika” fanini o‘qitishda nazariya va amaliyotga asoslanib o‘qitiladi. Bu jarayonda texnologiyadan foydalanish dars sifatini oshiradi va qisqa vaqt ichida mavzuni keng tushuntira olish uchun o‘qituvchining turli xil usullardan foydalanishini ta’minlaydi. Shuningdek, umumta’lim maktablarida raqamli texnologiyalarning tarkibiga kiruvchi media mahsulotlardan, kompyuterlardan foydalanib “Fizika” fani darslarni tashkil etish orqali o‘quvchilarda texnologiyalardan doydalanish kompetentsiyalarini shakllantirish mumkin. Bu orqali o‘qituvchiga yangi kreativ yondashuv va uslublarni namoyish etish imkoni yuzaga keladi. “Fizika” fani darslarida kompyuter texnologiyalarining mavjudligi o‘qituvchilarga darslarni rejalashtirishda va odatda o‘quvchilarga sinf sharoitida ko‘rsatib bo‘lmaydigan yangi metodlarni joriy etishda yordam berishi mumkin. Texnologiyalar bilan hamnafas yurish yoshlarni maktablarda an’anaviy ravishda taklif qilinadigan modellarga jarayoniga faolroq jalb qiladigan metodlarni loyihalashtirish o‘quvchilardagi kreativ, tanqidiy fikrlashni rag‘batlantiradi. Shuningdek, raqamli texnologiyalar darslardagi interfaollikni ham oshirishga xizmat qiladi. Interfaollik tushunchasi bu yangi muhitda o‘rganish haqida fikr yuritganimizda asosiy xususiyatga aylanadi. Ta’lim nazariyotchilari o‘tmishda sinf sharoitida interaktivlikka katta e’tibor berishgan, lekin asosan guruhda muammolarini hal qilish, guruhli muhokama, qisqa namoyishlarni kiritish yoki qisqa, asossiz yozish kabi ta’lim strategiyalariga e’tibor berishgan, mashqlar, so‘ngra munozara va fikr-mulohazalar, bahs-munozaralar, muammolarni hal qilish modellariga e`tibor berishmagan.

Fizika kursini o‘qitish jarayoniga kompyuter texnologiyalarini qo‘llash va ular asosidagi multimediya vositalardan foydalanish pedagogik va psixologik nuqtai nazardan katta ahamiyatga ega bo‘lib, quyidagi muhim natijalarga olib keladi;

-O‘quv-tarbiya jarayoni faollashadi, dars samaradorligi oshadi;

-O‘quv materiallarining turli shaklda (ovoz, matn, video, grafika, animatsiya yordamida) uzatilishi o‘quvchilarning diqqatini o‘ziga tortadi;

-Yuqori darajadagi ko‘rgazmalilik o‘quvchida, tinglovchida o‘rganilayotgan fanga nisbatan katta qiziqish uyg‘otadi;

-O‘rganilgan o‘quv materialining uzoq muddatga xotirada saqlanishini ta’minlaydi;

- O‘quvchilarning mustaqil ta’lim olish imkoniyatlari ko‘payadi va vaqt tanqisligi muammosi kamayadi.

Ta’limda informatsion hamda pedagogik texnologiyalarni qo‘llaganda tinglovchi, o‘quvchi eshitish, ko‘rish, ko‘rganlari asosida mustaqil fikrlash imkoniyatlariga ega bo‘ladilar. Ta’lim jarayonida zamonaviy axborot

texnologiyalardan foydalangan holda darslarni tashkillashtirish uchun quyidagi ma’lum bir shart- sharoitlar va texnik vositalar mavjud bo‘lishi kerak;

- Shaxsiy kompyuter; (O`qituvchida zaruriy, o`quvchilarda ixtiyoriy)
- Proyektor;
-Multimediya vositalar;
- Skaner (murakkab sxemalar va chizma, tasvirlarni kompyuterga o‘tkazish uchun);
-Video kamera (video anjumanlar o‘tkazish uchun va yana boshqa maqsadlarda);
- Printer, nusxa ko‘chiruvchi qurilma (tarqatma materiallarni qog‘ozga tushirish va ko‘paytirish, yana boshqa maqsadlar uchun) va boshqa resurslar.

-Maxsus dasturiy ta’minotlar;

Maxsus dasturiy ta`minotlar- ta’lim tizimida multimediali elektron o‘quv adabiyotlar, ma’ruzalar virtual laboratoriya ishlari, har hil animasion dasturlar va elektron versiya, slaydlar yaratishda kerak bo‘ladi.Ta’lim jarayonida multimediya texnologiyalaridan “Открытая физика” umumiy o‘rta ta’lim tinglovchilari uchun mo‘ljallangan multimediya – fizika kursidir.Bu dasturda maktab fizika kursining hamma bo‘limlariga oid mingtaga yaqin masalalar berilgan. “Repetitor po fizike” o‘quvchilarni tezkor metod usulida oliy o‘quv yurtlariga fizika fanidan interfaol uslubda tayyorlashga imkon beradi. “Pyusics at school” dasturiy vositasi esa, maktab fizika kursining hamma bo‘limlariga oid 300 ga yaqin masalalar berilgan. Ta’lim tizimida yuqorida keltirilgan dasturlarda tayyor modellar mavjud bo‘lib, bunda foydalanuvchi boshlang‘ich parametrlarni kiritib bir necha turkum ishlarni (laboratoriya, masalalarni tahlil qilishda, taqdimot ma’ruzalarida animatsiyalar) dan keng foydalanishi mumkin.

Fizik jarayonlarini modellashtirish imkoniyatini beradigan dasturlarga: MatCad, MatLab, Maple, Matematika tizimlari, Crocodile, Physics, Electronics Workbench va boshqa dastur paketlarini misol keltirish mumkin.Bundan tashqari yutubdagi fizika fanini o`qitishda yordam beradigan “ Dastur baroi muallim”, “Multimeter Guide I”, “Until the end, how does he do it’’,“Fizikadan audandiq olimpiada ecepter” kabi kanallar ham mavjud.

Interaktiv o‘quv platformalari;

-PhyLearn platformasi elektr va magnetizm kabi kurslarni AI yordamida interaktiv tarzda o‘rganish imkonini beradi, shuningdek, shaxsiy sertifikatlar bilan bilimlarni mustahkamlash imkoniyatini yaratadi. Bu platforma murakkab fizik tushunchalarni sodda va tushunarli qilishga qaratilgan.

-Simulyatsion dasturlar;Akademik litseyning birinchi kursida va oliy ta’limda PhET, Algodoo, Crocodile Physics kabi simulyatsion dasturlar keng qo‘llaniladi. Ular o‘quvchilarga mavzularni vizual tarzda tushunishga, nazariy bilimlarni amaliy tajribalar bilan bog‘lashga va ilmiy tafakkurini rivojlantirishga yordam beradi. Simulyatsiyalar orqali murakkab jarayonlar xavfsiz va interaktiv tarzda o‘rganiladi.

-Mobil va virtual laboratoriyalar; Physics-mobile.uz kabi tizimlar mobil texnologiyalar asosida fizika fanini o‘qitishga mo‘ljallangan bo‘lib, unda ma’ruza, laboratoriya mashg‘ulotlari va testlar innovatsion usulda taqdim etiladi. Virtual laboratoriyalar orqali o‘quvchilar topshiriqlarni bajarib, natijalarni onlayn olishi mumkin, bu esa amaliy ko‘nikmalarni mustahkamlashga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 29 apreldagi “O‘zbekiston Respublikasi Xalq ta’limi tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konseptsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5712-son farmoni. - Elektron resurs https://lex.uz/docs/4312785

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” gi Farmoni. 2022 yil 28 yanvardagi PF60-son.

3. Kakhkharov S.K, Juraev K.O, JamilovY.Y., Xudoyberdiyev S.B. // Journal of Contemporary Issues in Business and Government (2021) 27 PP 744-751.

4. Arabov J.O ,Yodgorova G.T. Fizika fanidan masalalar yechishda kompyuter texnologiyalaridan foydalanish. // Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities , Tom 11 № 3. 78-81 bet

FIZIKANING ZAMONAVIY TADQIQOT USULLARI FANINI RAQAMLI TRANSFORMATSIYA ASOSIDA O‘QITISH METODIKASI

Turayev Ergash Yuldashevich

Termiz davlat universiteti Umumiy fizika kafedrasi professori, fizika-matematika fanlari doktori

Annotatsiya. Tezisda “Fizikaning zamonaviy tadqiqot usullari” fanini sun’iy intellekt, kompyuter modellashtirish va tadqiqotga yo‘naltirilgan ta’lim asosida o‘qitish metodikasi yoritiladi. Fizik eksperiment, hisoblash va natijalarni tekshirishni birlashtiruvchi besh bosqichli model taklif etiladi. Issiqlik diffuzivligini aniqlash loyihasi, baholash mezonlari va pedagogik sinov yo‘nalishlari bayon qilinadi.

Kalit so‘zlar: raqamli transformatsiya, sun’iy intellekt, matematik modellashtirish, tadqiqotchilik kompetensiyasi, loyiha asosidagi ta’lim.

Kirish. Fizikaning zamonaviy tadqiqot usullarini o‘qitish magistrantni mustaqil ilmiy izlanishga tayyorlashi kerak. Spektroskopiya, mikroskopiya, difraksion tahlil hamda elektr va issiqlik o‘lchashlarining nazariy asoslarini o‘zlashtirish usul tanlash, tajribani rejalashtirish va natijani fizik jihatdan talqin qilish bilan birlashadi. Raqamli transformatsiya ma’lumot yig‘ish, hisoblash va ilmiy xulosani tekshirish imkoniyatlarini kengaytiradi. Shu sababli kurs mazmunida fizik bilim, raqamli vosita va ilmiy qaror o‘rtasidagi bog‘lanish ochilishi lozim.

I. V. Robert ta’limni axborotlashtirishning nazariy-metodik asoslari, mutaxassislarni axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan kasbiy faoliyatda foydalanishga tayyorlash va raqamli pedagogik mahsulot sifatini baholash masalalarini yoritadi [1]. Ushbu yo‘nalishdan kelib chiqib, magistratura kursida texnologiya o‘quv natijasiga xizmat qilishi, uning didaktik vazifasi va tekshirish mezoni oldindan belgilanishi taklif etiladi.

E. S. Polat va M. Yu. Buxarkina zamonaviy pedagogik hamda axborot texnologiyalari asosida o‘quv jarayonini tashkil etish masalalarini ko‘rib chiqadilar [2]. Ularning yondashuvlari o‘quv faoliyatini rejalashtirish va mustaqil ishni tashkil etish uchun metodik tayanch bo‘la oladi. Matematik modellashtirishda esa A. A. Samarskiy va A. P. Mixaylovning “model–algoritm–dastur” birligi haqidagi qarashi muhim [3]. Ushbu birlik magistrantning fizik farazdan sonli yechimga o‘tishini hamda dastur natijasini boshlang‘ich fizik masala bilan qiyoslashini tashkil etishga asos beradi.

Fizikada mashinaviy o‘rganishning qo‘llanishlari G. Carleo va hammualliflar tomonidan umumlashtirilgan [4]; fizik qonunlarni hisobga oluvchi modellar G. E. Karniadakis va hammualliflar, M. Raissi va hammualliflar ishlarida yoritilgan [5, 6]. Faol ta’lim va laboratoriyada tanqidiy fikrlash tadqiqotlari [7, 8] magistrantni dalil asosida qaror qabul qilishga jalb etish uchun qo‘shimcha tayanchdir. Tezisning maqsadi – ushbu g‘oyalarni fizik eksperiment, modellashtirish va sun’iy intellektni birlashtiruvchi o‘qitish metodikasiga aylantirish.

Metodologik asoslar. Tadqiqot nazariy-metodik loyihalash asosida bajarildi. Fizika ta’limi, ta’limni axborotlashtirish va matematik modellashtirishga oid rus hamda boshqa xorijiy olimlarning ishlari tahlil qilindi. Manbalar mavzuga aloqadorligi hamda bibliografik tekshiriluvchanligi bo‘yicha maqsadli tanlandi. Mazmuniy tahlil, qiyoslash va didaktik loyihalash usullari qo‘llandi. Ish tizimli sharh yoki pedagogik eksperiment sifatida taqdim etilmaydi; magistrantlardan yangi empirik ma’lumot yig‘ilmadi.

Kompetensiyaviy yondashuv kutiladigan natijani mustaqil tadqiqot amallari orqali belgilaydi; faoliyatga yo‘naltirilgan yondashuv magistrantni savol qo‘yish, model tanlash va dalillarni tekshirishga jalb etadi. Samarskiy va Mixaylovning modellashtirish asoslari [3] hisoblash faoliyatini fizik mazmun bilan bog‘lashga, Robertning qarashlari [1] raqamli vositaning didaktik vazifasini aniqlashga xizmat qiladi. Polat va Buxarkinaning ishlari [2] esa o‘quv jarayonini pedagogik hamda axborot texnologiyalari uyg‘unligida loyihalash uchun tayanch sifatida olinadi.

O‘qitishning metodik modeli. Taklif etilgan modelning boshlang‘ich nuqtasi fizik tadqiqot savoli, yakuniy mahsuloti tekshiriladigan ilmiy xulosadir. Model besh bosqichda amalga oshiriladi: diagnostika va muammo qo‘yish; gipoteza hamda tajriba rejasini tuzish; eksperiment va hisoblash; natijalarni mustaqil tekshirish; hisobot va individual himoya. Tekshiruvda aniqlangan nomuvofiqlik model yoki o‘lchash rejasini qayta ko‘rib chiqishga sabab bo‘ladi.

O‘qituvchi ilmiy maslahatchi sifatida yo‘naltiradi, magistrant esa qarorlarini asoslaydi.

1-jadval.

Raqamli o‘quv tadqiqotining bosqichlari

Bosqich	Asosiy faoliyat	Natijani tasdiqlovchi dalil
Diagnostika va muammo	Fizik savol va tayyorgarlik darajasini aniqlash	Diagnostik topshiriq va savol
Tadqiqotni loyihalash	Gipoteza, usul va shartlarni asoslash	Tajriba protokoli va model
Eksperiment va hisoblash	Ma’lumot olish va modelni amalga oshirish	Xom ma’lumot, kod va jurnal
Tekshiruv va talqin	Modellarni qiyoslash, noaniqlikni baholash	Mustaqil sinov va xatolik tahlili
Himoya va transfer	Xulosani asoslash va yangi sharoitga qo‘llash	Hisobot va individual himoya

Ta’limning yangi paradigmalari modelda aniq faoliyatlar orqali ifodalanadi. Tadqiqotga yo‘naltirilgan ta’limda magistrant savol va gipotezani ishlab chiqadi; loyiha asosidagi ta’limda yagona ilmiy mahsulot yaratadi; aralash ta’limda nazariy tayyorgarlik auditoriyadan oldin, tahlil va muhokama esa mashg‘ulotda bajariladi. Ochiq ilm tamoyili ma’lumot kelib chiqishi, kod va hisoblash shartlarini hujjatlashtirishni talab qiladi. Guruh loyihasida vazifalar almashishi va individual himoya har bir magistrantning hissasini aniqlashga yordam beradi.

Raqamli topshiriqlar fan mazmuniga mos tanlanadi: spektroskopiyada signal va cho‘qqilar tahlili, difraksiyada parametrlarni moslashtirish, mexanikada videodan trayektoriyani aniqlash, issiqlik jarayonlarida teskari masalani yechish. Laboratoriya bazasi cheklanganda ochiq ma’lumot qo‘llanadi, biroq ma’lumot bilan ishlash asbobdan foydalanish ko‘nikmasini to‘liq baholamasligi hisobga olinadi. Har bir topshiriqda usul tanlovi, fizik faraz, noaniqlik va natijaning qo‘llanish chegarasi yozma asoslanadi.

Sun’iy intellekt va modellashtirish integratsiyasi. Generativ sun’iy intellektning kod yoki izoh taklif qilishi mashinaviy o‘rganish modelining fizik parametrni aniqlashidan farqlanadi. Birinchi holatda magistrant taklifning fizik va dasturiy to‘g‘riligini tekshiradi; ikkinchisida ma’lumot sifati, tayanch model, mustaqil sinov va umumlashtirish qobiliyatini baholaydi. Generativ vosita ishlatilganda so‘rov, olingan taklif, tekshiruv va tuzatish qayd etiladi.

Modellashtirishda verifikatsiya matematik masalaning dasturda to‘g‘ri yechilganini, validatsiya esa modelning real obyektga mosligini tekshiradi. Analitik yechimga moslik, vaqt qadami va to‘rni maydalash tahlili verifikatsiyaga xizmat qiladi; real o‘lchash bilan qiyoslash validatsiya uchun zarur. Mashinaviy o‘rganishda ma’lumotni tayyorlash amallari o‘rgatish qismidan o‘rganiladi, sinov qismi yakuniy baholashgacha ajratiladi. Bog‘liq kuzatuvlarda ma’lumot tajriba

seriyasi yoki vaqt bloki bo‘yicha bo‘linadi. Ushbu talablar hisoblashning ishonchliligini baholashga xizmat qiladi.

Issiqlik diffuzivligini aniqlash loyihasi. Amaliy namuna sifatida sterjen haroratining vaqt bo‘yicha o‘zgarishidan issiqlik diffuzivligini aniqlash taklif etiladi. Magistrant klassik sonli model va fizikaga asoslangan neyron tarmoqni bir xil ma’lumotda qiyoslaydi. Yon issiqlik yo‘qotishlari e’tiborsiz bo‘lganda bir o‘lchamli bazaviy model quyidagicha yoziladi:

$$\partial T/\partial t = \alpha\, \partial^2 T/\partial x^2, \qquad \alpha = k/(\rho c).$$

Bu yerda T – harorat, α – issiqlik diffuzivligi, k – issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, ρ – zichlik, c – solishtirma issiqlik sig‘imi. Boshlang‘ich va chegaraviy shartlar tajribadan olinadi; yon yo‘qotishlar sezilarli bo‘lsa, model kengaytiriladi. Sensorlar kalibrlanib, koordinata va vaqt tamg‘alari qayd etiladi. α chekli ayirmalar yechimi orqali moslashtiriladi. Klassik ochiq sxemada $\alpha\Delta t/(\Delta x)^2 \le 1/2$ barqarorlik sharti va to‘r maydalanishiga sezgirlik tekshiriladi.

Kengaytirilgan topshiriqda Tθ(x,t) neyron tarmog‘i uchun ma’lumotga moslik, tenglama qoldig‘i, boshlang‘ich va chegaraviy shartlar yo‘qotish funksiyasiga kiritiladi [5, 6]. Ushbu hadlar normallashtiriladi, α ning musbatligi saqlanadi. Modellar mustaqil tajriba seriyasidagi harorat xatosi, parametr barqarorligi, hisoblash vaqti va shovqinga sezgirlik orqali qiyoslanadi. Fizik cheklov kiritilishi aniqlikni avtomatik kafolatlamaydi. Yakuniy himoyada magistrant yangi chegaraviy sharoitda natijani bashorat qilib, o‘z modelining yaroqliligini tekshiradi.

Baholash va muhokama. Baholash ilmiy qarorning asoslanganligiga yo‘naltiriladi. Tavsiya etiladigan ulushlar: muammo va usul – 15%; eksperiment hamda ma’lumot sifati – 20%; model va hisoblash – 20%; sun’iy intellekt natijasini tekshirish – 15%; fizik talqin va transfer – 20%; takrorlanuvchanlik hamda ilmiy halollik – 10%. Har bir mezon 0–3 ball bilan baholanadi: dalil yo‘qligi, yordam bilan bajarish, qisman mustaqil bajarish va to‘liq asoslangan mustaqil yechim. Umumiy ball $B = \Sigma\, w_i(s_i/3)$ shaklida hisoblanadi; w_i – mezon ulushi, s_i – olingan ball.

Modelni tekshirish uchun aniqlovchi, shakllantiruvchi va yakuniy pedagogik sinov rejalashtiriladi. Boshlang‘ich diagnostikada fizik usul tanlash, ma’lumot talqini va hisoblash tayyorgarligi aniqlanadi. Guruhlar qiyoslanganda mazmun, yuklama va topshiriq murakkabligi tenglashtiriladi; yakunda yangi kontekstli topshiriq beriladi. Natijalar boshlang‘ich daraja, effekt o‘lchami va ishonch oralig‘i bilan tahlil qilinadi. Rubrika ekspertizadan o‘tkazilib, ikki baholovchining muvofiqligi vaznli kappa yoki mos ICC orqali tekshirilishi mumkin.

Xulosa. Raqamli transformatsiya asosida o‘qitish fizik savol, eksperiment, model va tekshirilgan xulosaning uzviyligini talab qiladi. Taklif etilgan besh bosqichli metodika magistrantning raqamli vositadan foydalanishi bilan birga mustaqil ilmiy hukmini rivojlantirishga yo‘naltirilgan. Amaliy joriy etishda diagnostika, klassik modellashtirish, tekshiriladigan sun’iy intellekt topshirig‘i va

individual himoya ketma-ketligi tavsiya etiladi. Modelning samaradorligi keyingi pedagogik tajribada aniqlanishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Роберт И. В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. ISBN 978-5-9963-0897-2.

2. Полат Е. С., Бухаркина М. Ю. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования. 3-е изд. М.: Академия, 2010. ISBN 978-5-7695-7057-5.

3. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2-е изд., испр. М.: Физматлит, 2001. 320 с. ISBN 5-9221-0120-X.

4. Carleo G. et al. Machine learning and the physical sciences. Reviews of Modern Physics. 2019. 91:045002. DOI: 10.1103/RevModPhys.91.045002.

5. Karniadakis G. E. et al. Physics-informed machine learning. Nature Reviews Physics. 2021. 3:422–440. DOI: 10.1038/s42254-021-00314-5.

6. Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G. E. Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations. Journal of Computational Physics. 2019. 378:686–707. DOI: 10.1016/j.jcp.2018.10.045.

7. Freeman S. et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. PNAS. 2014. 111(23):8410–8415. DOI: 10.1073/pnas.1319030111.

8. Holmes N. G., Wieman C. E., Bonn D. A. Teaching critical thinking. PNAS. 2015. 112(36):11199–11204. DOI: 10.1073/pnas.1505329112.

KIMYO YO‘NALISHI TALABALARIGA FIZIKA O‘QITISHDA LOYIHAVIY TA’LIM VA FANLARARO YONDASHUVDAN FOYDALANISH

Tursunboyeva Nigoraxon
Namangan davlat universiteti 1-kurs tayanch doktoranti
+998952192796

Anotatsiya: Ushbu maqolada kimyo yo‘nalishi talabalariga fizika fanini o‘qitishda loyihaviy ta’lim va fanlararo yondashuvdan foydalanish masalalari yoritilgan. Fizika kursini profillashtirish, fizik bilimlarni kimyoviy jarayonlar bilan bog‘lash hamda loyiha ishlarini tashkil etish imkoniyatlari ko‘rsatilgan. Shuningdek, virtual laboratoriyalar va axborot texnologiyalaridan foydalanishning ta’lim samaradorligini oshirishdagi imkoniyatlari tahlil qilingan. Loyihaviy va fanlararo yondashuv talabalarning fizikaga qiziqishi, amaliy hamda tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qilishi asoslangan.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, kimyo yo‘nalishi talabalari, fanlararo yondashuv, loyihaviy ta’lim, kursni profillashtirish, raqamli texnologiyalar, virtual laboratoriya, laboratoriya mashg‘ulotlari.

Kirish. Zamonaviy kimyo fani fizik tadqiqot usullarisiz tasavvur etilmaydi: moddalar tuzilishi spektroskopiya, rentgenostruktura tahlili va yadro magnit rezonansi yordamida o‘rganiladi, eritmalar konsentratsiyasi fotokolorimetr va refraktometrda aniqlanadi, elektrokimyoviy jarayonlar esa elektr toki qonunlariga asoslanadi. Shu sababli bo‘lajak kimyogar uchun fizika yordamchi fan emas, balki kasbiy tayyorgarlikning poydevori hisoblanadi.

Biroq amaliyotda kimyo yo‘nalishi talabalariga fizika o‘qitishda bir qator qiyinchiliklar kuzatiladi. Birinchidan, bu yo‘nalishga kiruvchilar kirish sinovlarida fizika fanini topshirmaydi, shu sababli ularning maktab fizikasi bo‘yicha tayyorgarligi ko‘pincha yetarli bo‘lmaydi. Ikkinchidan, o‘quv rejada fizikaga ajratilgan soatlar cheklangan bo‘lib, qisqa muddatda umumiy fizikaning barcha bo‘limlarini o‘rgatish talab etiladi. Uchinchidan, talabalar ko‘pincha fizikaning bo‘lajak kasbi bilan bog‘liqligini anglamaydi, bu esa o‘quv motivatsiyasining pasayishiga olib keladi [1; 2]. Ushbu ishning maqsadi – kursni profillashtirish, fanlararo aloqalar va loyihaviy ta’limni uyg‘unlashtirish orqali kimyo yo‘nalishi talabalarining fizikani o‘zlashtirish samaradorligini oshirish yo‘llarini ko‘rsatishdir.

Kursni profillashtirish. Nofizik yo‘nalishlar uchun umumiy fizika kursi sof fundamental emas, balki profillashtirilgan bo‘lishi maqsadga muvofiq [1; 3]. Profillashtirish, avvalo, mavzular ustuvorligini to‘g‘ri tanlash va har bir fizik qonunning talabalar mutaxassisligida qanday namoyon bo‘lishini ko‘rsatishdan iborat. Bunda fizika qonunlarining fundamentalligi butun kurs davomida saqlanadi, ammo misollar, masalalar va laboratoriya ishlari kimyo sohasidan tanlanadi. Kimyo yo‘nalishi uchun fizika bo‘limlarining kimyo bilan bog‘lanish nuqtalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Fizika bo‘limlarining kimyo bilan bog‘lanish nuqtalari

Fizika bo‘limi	**Kimyo bilan bog‘lanadigan mavzular va misollar**
Mexanika	Suyuqliklarning qovushqoqligi va sirt tarangligi, Stoks qonuni, Ostvald viskozimetri, sentrifugalash, dispers va kolloid sistemalar.
Molekulyar fizika va termodinamika	Gaz qonunlari, Maksvell–Bolsman taqsimoti va Arrenius tenglamasi, termodinamika qonunlari va reaksiyaning issiqlik effekti, fazaviy o‘tishlar, diffuziya va osmos.
Elektr va magnetizm	Elektrolitlarning elektr o‘tkazuvchanligi, Faradey qonunlari, galvanik elementlar va akkumulyatorlar, molekulalarning dipol momenti, erituvchining dielektrik singdiruvchanligi.
Optika	Yorug‘lik yutilishi va Buger–Lambert–Ber qonuni, fotokolorimetriya, refraktometriya, yorug‘likning qutblanishi va moddalarning optik faolligi.
Atom va yadro fizikasi	Atom spektrlari, kvant sonlari va davriy sistema, infraqizil va ultrabinafsha spektroskopiya, yadro magnit rezonansi, izotoplar va radioaktiv nishonlash usuli.

Masalan, “Molekulyar fizika’’ bo‘limida molekulalarning tezliklar bo‘yicha Maksvell–Bolsman taqsimotini o‘rganishda energiyasi faollanish

energiyasidan katta bo‘lgan molekulalar ulushi haroratga qanday bog‘liqligi ko‘rsatiladi. Bu talabalarga kimyo kursidan tanish bo‘lgan Arrenius tenglamasining fizik mazmunini tushunish imkonini beradi va reaksiya tezligining harorat ortishi bilan keskin oshishini molekulyar nuqtai nazardan asoslaydi. Bunday yondashuv fizika darslarini keyingi fizik kimyo, analitik kimyo va instrumental tahlil usullari kurslari uchun tayanch bilimga aylantiradi.

Loyihaviy ta’limni qo‘llash. Loyihalar usuli talabalarning amaliy muammoni mustaqil yoki kichik guruhda hal etishi va natijada aniq mahsulot yaratishiga asoslanadi [5; 6]. Kimyo yo‘nalishi talabalari uchun uning qimmati shundaki, loyiha davomida ular fizikani o‘z sohasidagi real vazifa orqali o‘rganadi. 1-bosqich kimyo yo‘nalishi talabalari bilan fizika mashg‘ulotlarida loyihaviy ta’lim quyidagi bosqichlarda tashkil etildi: 1) muammoli vaziyat yaratish va loyiha mavzusini tanlash; 2) 3–5 kishilik kichik guruhlar tuzish va vazifalarni taqsimlash; 3) nazariy asosni o‘rganish va ish rejasini tuzish; 4) tajriba o‘tkazish, o‘lchash va natijalarni qayta ishlash; 5) natijalarni taqdimot yoki poster shaklida himoya qilish; 6) o‘zaro baholash, o‘qituvchi tomonidan baholash va refleksiya. Taklif etilgan loyiha mavzulari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. Kimyo yo‘nalishi talabalari uchun fizikadan loyiha mavzulari

Loyiha mavzusi	**Fizik asosi**	**Kimyoviy mazmuni**	**Kutilgan natija**
Eritma konsentratsiyasini optik usulda aniqlash	Yorug‘lik yutilishi, Buger–Lambert–Ber qonuni	Mis(II) sulfat va kaliy permanganat eritmalari	Kalibrlash grafigi, noma’lum konsentratsiyani aniqlash
Qand eritmasining optik faolligi	Yorug‘likning qutblanishi	Saxaroza eritmalari, optik izomeriya	Burilish burchagining konsentratsiyaga bog‘liqlik grafigi
Elektroliz va Faradey qonunlari	Elektr toki, zaryad miqdori	Mis(II) sulfat eritmasining elektrolizi	Misning elektrokimyoviy ekvivalentini aniqlash
Suyuqliklarning qovushqoqligi	Ichki ishqalanish, Stoks qonuni	Glitserin va spirtli eritmalar	Qovushqoqlikning harorat va konsentratsiyaga bog‘liqligi
Tabiiy bo‘yoqli quyosh elementi modeli	Fotoeffekt, yarimo‘tkazgichlar	Antotsian bo‘yoqlarini ajratish, yodid–triyodid oksidlanish-qaytarilish jufti	Ishlaydigan maket va uning volt-amper xarakteristikasi

Loyihalar orasida “Tabiiy boʻyoqli quyosh elementi modeli” alohida oʻrin tutadi. Unda talabalar anor, olcha yoki qizil karam kabi oʻsimliklardan antotsion boʻyoqlarini ajratib oladi, ular bilan titan(IV) oksidi nanozarrachalaridan tayyorlangan qatlamni sensibillaydi va yodid–triyodid elektrolit yordamida ishlaydigan element yigʻadi. Bu jarayonda kimyoviy bilimlar (ekstraksiya, boʻyoq rangining muhit pH qiymatiga bogʻliqligi, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari) fizik tushunchalar (fotoeffekt, yarimoʻtkazgichlarning energetik zonalari, volt-amper xarakteristikasi) bilan tabiiy ravishda birlashadi. Loyiha talabalarni qayta tiklanuvchi energiya manbalari va nanomateriallar boʻyicha zamonaviy tadqiqotlar bilan ham tanishtiradi.

Loyihalarni baholashda nazariy asosning toʻgʻri tushuntirilishi, tajriba natijalarining aniqligi va oʻlchash xatoliklarining tahlili, fizik va kimyoviy bilimlarning bogʻlanishi, guruhdagi hamkorlik hamda taqdimot sifati mezon sifatida olinadi. Mezonlar loyiha boshlanishidan oldin talabalarga e’lon qilinadi, bu baholashning shaffofligini ta’minlaydi.

Axborot texnologiyalari va oʻqituvchi bilan muloqot. Loyihaga tayyorgarlik bosqichida PhET kabi virtual laboratoriyalar va Moodle tipidagi masofaviy ta’lim tizimlaridan foydalanish talabalarga tajribani oldindan modellashtirish, nazariy materialni takrorlash va oʻz bilimini testlar orqali tekshirish imkonini beradi [4]. Shu bilan birga, elektron vositalar oʻqituvchi bilan jonli muloqotning oʻrnini bosa olmaydi: talabani qiynayotgan savolga toʻliq javob olish va oʻqituvchining shaxsiy namunasi ta’lim jarayonining muhim tarbiyaviy tarkibiy qismi boʻlib qoladi [1].

Natijalar va xulosa. Loyihaviy ta’lim 1-bosqich kimyo yoʻnalishi talabalari bilan fizika mashgʻulotlarida qoʻllanildi. Kuzatishlar shuni koʻrsatdiki, talabalarning mashgʻulotlardagi faolligi va fizikaga qiziqishi ortdi, ular fizik qonunlarni kimyoviy jarayonlarni tushuntirishda qoʻllashga intila boshladi, guruhda ishlash, tajriba natijalarini qayta ishlash va taqdim etish koʻnikmalari rivojlandi.

Xulosa qilib aytganda, kimyo yoʻnalishi talabalariga fizika oʻqitishda kursni profillashtirish, fanlararo aloqalarni tizimli ravishda amalga oshirish va loyihaviy ta’limni qoʻllash oʻquv motivatsiyasini oshiradi, tabiat hodisalarini yaxlit idrok etishni shakllantiradi hamda keyingi mutaxassislik fanlari uchun mustahkam asos yaratadi. Bu yondashuvni samarali joriy etish uchun fizika va kimyo kafedralari hamkorligini kuchaytirish, kimyoviy mazmundagi loyiha mavzulari bankini yaratish va laboratoriya bazasini zamonaviy oʻlchov asboblari bilan boyitish tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Бармасов А.В., Дьяченко Н.В., Яковлева Т.Ю. и др. Инновационный подход к разработке учебно-методического обеспечения преподавания общей физики студентам нефизических специальностей, заключающийся в профилизации и междисциплинарности учебных курсов // Проблемы и пути развития профессионального образования: сб. статей Всерос. науч.-метод. конф. – Иркутск: ИрГУПС, 2025. – С. 44–49.

2. Сенашенко В.С. Физика в структуре нефизических направлений высшего профессионального образования // Советский физик. – 2000. – № 2 (16).

3. Яковлева Т.Ю., Бармасова А.М., Бармасов А.В. Межпредметные связи при преподавании общей физики студентам естественнонаучных и инженерных специальностей // Тезисы докладов науч.-метод. школы-семинара «Физика в системе инженерного и педагогического образования стран ЕврАзЭС». – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. – С. 355–357.

4. Stankova E.N., Barmasov A.V., Dyachenko N.V., Bukina M.N., Barmasova A.M., Yakovleva T.Yu. The use of computer technology as a way to increase efficiency of teaching physics and other natural sciences // Lecture Notes in Computer Science. – 2016. – Vol. 9789. – P. 581–594. DOI: 10.1007/978-3-319-42089-9_41.

5. Kilpatrick W.H. The Project Method // Teachers College Record. – 1918. – Vol. 19, No. 4. – P. 319–335.

6. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Моисеева М.В., Петров А.Е. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. – М.: Академия, 2000. – 272 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Хайдаров. Б. А.
Преподаватель Национальный педагогический университет Узбекистана имени Низами Курбоналиев.
Курбоналиев. К.М.
Ассистент преподавателя кафедры узбекского и иностранных языков Ташкентский государственный медицинский университет, филиал в Чирчике
Байшаева Айгерім
Студент 3-го курса Казахского национального женского педагогического университета

Аликул Улжан
Студент 3-го курса Казахского национального женского педагогического университета
Алишер Нурай
Студент 3-го курса
Казахского национального женского педагогического университета
Бакытжан Аружан
Студент 3-го курса Казахского национального женского педагогического университета

Аннотация. В работе рассматриваются возможности использования искусственного интеллекта (ИИ) в процессе обучения физике. Особое внимание уделяется визуализации сложных физических процессов, индивидуализации обучения, созданию заданий различного уровня сложности, автоматизированной обратной связи и анализу учебных результатов. Рассматривается совместное применение ИИ с компьютерным моделированием, виртуальными лабораториями и цифровыми образовательными ресурсами. Показано, что искусственный интеллект может использоваться не только как источник информации, но и как дополнительный инструмент познавательной деятельности, способствующий развитию самостоятельности, исследовательских навыков и критического мышления учащихся. Вместе с тем подчёркивается необходимость педагогического контроля, проверки достоверности информации и соблюдения принципов академической честности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, физическое образование, цифровизация обучения, персонализация, виртуальные лаборатории, компьютерное моделирование, цифровая грамотность, критическое мышление.

Обзор литературы. В последние годы искусственный интеллект становится одним из важных направлений цифровизации образования. Развитие генеративных нейросетей, адаптивных образовательных платформ и цифровых помощников создаёт новые возможности для организации учебного процесса. ЮНЕСКО в 2023 году выпустила руководство «Guidance for Generative AI in Education and Research». В нём подчёркивается, что искусственный интеллект в образовании следует использовать человеко-ориентированным, безопасным, этичным и педагогически обоснованным образом. Исследования в области искусственного интеллекта в образовании показывают, что интеллектуальные системы способны автоматизировать часть рутинных педагогических задач, адаптировать учебные материалы и предоставлять обучающимся дополнительную обратную связь. Однако результаты, полученные с помощью ИИ, могут содержать недостоверную или неполную информацию, поэтому требуют критической оценки и проверки.

Введение Современная цифровизация образования требует поиска новых способов организации учебной деятельности. Одним из наиболее перспективных инструментов становится искусственный интеллект, который активно применяется для обработки информации, генерации текста, создания заданий, визуализации и предоставления обратной связи. Физика является дисциплиной, требующей одновременного освоения теоретических знаний, математического аппарата и экспериментальных навыков. Многие физические явления невозможно непосредственно увидеть или воспроизвести в обычной аудитории. Например, движение элементарных частиц, распространение электромагнитных волн или процессы космического масштаба требуют использования моделей и цифровых средств визуализации. ИИ может дополнить традиционные методы обучения. Он способен объяснять сложные понятия разными способами, формировать дополнительные задачи, помогать анализировать ошибки и предоставлять индивидуальные подсказки. Однако использование ИИ только для получения готовых ответов может снизить самостоятельность учащегося. Поэтому более продуктивной является модель, при которой студент сначала самостоятельно анализирует проблему, формулирует гипотезу и выполняет решение, а затем использует ИИ для проверки, уточнения или получения дополнительного объяснения. В таком случае учебный процесс может строиться по следующей схеме:

Теоретическая подготовка На первом этапе преподаватель объясняет основные понятия, законы и закономерности изучаемой темы.



Например,при изучении темы «Закон Ома» студент с помощью ИИ анализирует результаты виртуального эксперимента, строит график зависимости силы тока от напряжения и определяет сопротивление проводника. Затем он самостоятельно решает контрольную задачу, объясняет полученный результат на основе закона Ома и формулирует

вывод. ИИ используется для проверки расчётов и уточнения непонятных моментов, но итоговый анализ и оценку правильности рассуждений выполняет преподаватель.

Инструменты искусственного интеллекта и цифровые ресурсы, применяемые при обучении физике

AI-инструмент		**Как помогает в изучении физики**	**Примеры использования**
ChatGPT		Объясняет теорию, решает задачи, помогает с пониманием сложных тем, отвечает на вопросы.	Разбор тем, решение задач, подготовка к экзаменам, написание конспектов.
Photomath		Сканирует задачу с помощью камеры, показывает пошаговое решение.	Решение уравнений, примеров, проверка домашнего задания.
Wolfram|Alpha		Вычисляет формулы, строит графики, даёт точные математические и физические расчёты.	Вычисляет формулы, строит графики, даёт точные математические и физические расчёты.
YouTube + AI	Позволяет смотреть образовательные видео, пересказывать материал, делать краткие конспекты.	Просмотр лекций, разбор тем, создание кратких выводов, изучение экспериментов.	

Визуализация физических процессов Следующим этапом является визуализация. С помощью цифровых инструментов можно создавать схемы, изображения, анимации и модели физических процессов. Визуализация физических процессов может осуществляться с помощью различных средств: фотографий, видео, схем, графиков, анимаций и инфографики. Например, самостоятельно



разработанная инфографика по теме «Фотоэффект» позволяет наглядно представить физический процесс, основные формулы, условия возникновения фотоэффекта и его применение. Такой подход помогает студентам лучше воспринимать и систематизировать учебную информацию.

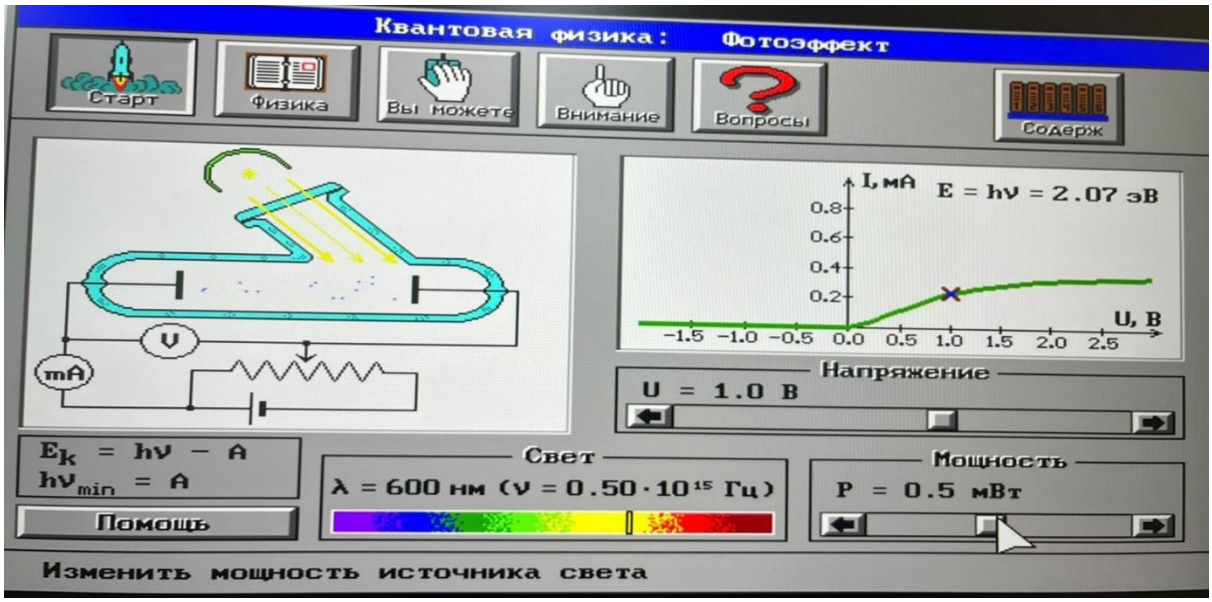
AI-поддержка понимания Учащийся может обратиться к ИИ для получения дополнительного объяснения. Например, попросить объяснить закон простыми словами, привести практический пример или сравнить несколько физических явлений. Однако полученный ответ необходимо проверять. Студент должен сопоставлять информацию ИИ с учебником, лекциями, формулами и другими достоверными источниками.

Виртуальная лаборатория. Виртуальные лаборатории позволяют моделировать экспериментальные ситуации. Студент самостоятельно выбирает параметры опыта, выполняет измерения, записывает результаты и анализирует их. ИИ может использоваться для дополнительной обработки полученных данных. Например, он способен помочь рассчитать относительную погрешность, сравнить экспериментальные и теоретические значения и предложить возможные причины расхождений.Мы поняли,что в лабораторной работе исследовала явление фотоэффекта. В ходе эксперимента мы наблюдали,что при попадании света на поверхность металла из него выбиваются электроны. Изменяя длину волны света, напряжение и мощность источника света, можно наблюдать, как изменяется фототок.

В ходе опыта мы поняли,что энергия фотона определяется частотой света: E = hν. Энергия света передаётся электронам и вызывает их движение. Кроме того, чем меньше длина волны света, тем больше его энергия,

поэтому изменяются кинетическая энергия и импульс электронов.Таким образом, лабораторная работа позволила мне на практике понять основные закономерности фотоэффекта и связь между энергией света и движением электронов.

При этом окончательные выводы должен делать сам учащийся.



Решение проблемных задач После изучения материала студенту можно предложить проблемную ситуацию, не содержащую готового алгоритма решения. Например, необходимо определить, как изменение сопротивления электрической цепи повлияет на силу тока при постоянном напряжении. Сначала студент формулирует собственную гипотезу, выполняет расчёт или моделирование, а затем использует ИИ для проверки рассуждений.

Заключение Искусственный интеллект создаёт новые возможности для совершенствования обучения физике. Его применение позволяет расширить традиционные способы представления материала, визуализировать сложные процессы, создавать индивидуальные задания и предоставлять дополнительную обратную связь.

Особенно полезным является сочетание ИИ с компьютерным моделированием и виртуальными лабораториями. Такой подход позволяет учащимся изменять параметры физических систем, проверять гипотезы, проводить виртуальные эксперименты и анализировать полученные результаты. В дальнейшем эффективность применения ИИ в обучении физике должна подтверждаться результатами педагогических экспериментов и количественной оценкой образовательных результатов. Это позволит определить, какие формы использования искусственного интеллекта действительно улучшают понимание физических закономерностей и качество учебной деятельности.

Список использованной литературы

1. UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. Paris: UNESCO, 2023.
2. Kasneci E., Sessler K., Küchemann S. et al. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education // Learning and Individual Differences. 2023. Vol. 103.
3. Zawacki-Richter O., Marín V.I., Bond M., Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2019. Vol. 16.
4. Smetana L., Bell R. Computer simulations to support science instruction and learning: a critical review of the literature // International Journal of Science Education. 2012. Vol. 34.
5. de Jong T., Linn M.C., Zacharia Z.C. Physical and virtual laboratories in science and engineering education // Science. 2013. Vol. 340.
6. Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017.
7. https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research

ФОТОЭФФЕКТ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКЕ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОПЫТ В ТРЕХ СТРАН

Хайдаров Б. А.
Старший преподаватель кафедры физики
Узбекский государственный педагогический университет имени Низами
boymurodxaydarov78@gmail.com
Батырбай А.Ж.
Студентка 3 курса Казахский национальный женский педагогический университет
aruzhanbatyrbay2007@gmail.com

Аннотация. *Рассматриваем опыт изучения физики и информационных технологий в трёх различных образовательных средах – Казахстане, Латвии и Узбекистане. Основное внимание уделено фотоэффекту как одному из фундаментальных явлений квантовой физики и одновременно удобному примеру для интеграции теоретического, экспериментального и цифрового подходов к обучению. В Казахстане изучение физики сопровождалось выполнением лабораторных работ и непосредственным исследованием физических явлений, включая фотоэффект и определение постоянной Планка. В Латвии обучение по направлению Information Systems позволило рассмотреть физические процессы с точки зрения информационных технологий, обработки,*

визуализации и анализа экспериментальных данных. В Узбекистане обучение по направлению «Физика» позволило получить опыт изучения фундаментальных разделов физики, включая оптику, атомную физику и явления, связанные с взаимодействием света с веществом, а также увидеть их процесс работы в виртуальных лабораториях. На основе личного образовательного опыта проводится сравнительный анализ сильных сторон различных подходов к обучению. Рассматривается роль лабораторного эксперимента, цифровых инструментов, виртуального моделирования и анализа данных в формировании современного физического мышления. Показано, что объединение экспериментальной физики и информационных технологий может способствовать более глубокому пониманию фотоэффекта и его связи с современными технологиями.

Ключевые слова: *физика, фотоэффект, лабораторная работа, цифровые инструменты, опыт обучения.*

Введение. В современном мире образование выходит за рамки традиционной схемы «теория- формула- задача» и развивает способности студента делая акцент на умение студента. То есть важно, как он понимает тему, а также как получает и анализирует экспериментальные данные с помощью цифровых инструментов и объяснить полученный результат. Одним из наиболее подходящих примеров для такого подхода является фотоэффект. Для меня изучение фотоэффекта представляет собой особый интерес, так как мой образовательный опыт включает трех стран: физику в Казахстане, информационные системы в Латвии и физику в Узбекистане. Этот опыт дал мне возможность посмотреть на одно и то же физическое явление с разных сторон. В данной статье я рассматриваю различия образовательных подходов и собственный опыт обучения в трёх стран.

Теоретические основы фотоэффекта. Фотоэффект (фотоэлектрический эффект) – это процесс испускания электронов веществом, чаще всего металлами под действием электромагнитного излучения, то есть света. Фотоэффект относится к числу явлений, в которых проявляются корпускулярные, а не волновые свойства излучения.

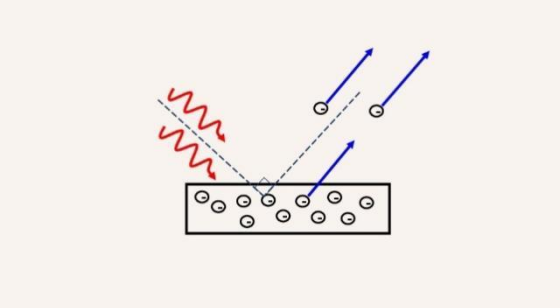
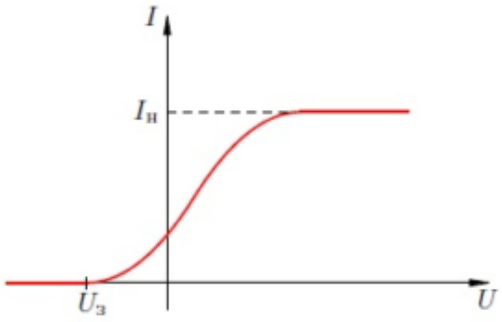


Рис. 1. Процесс фотоэффекта.

Внутренний фотоэффект, переход электронов внутри полупроводников или диэлектрика из связанного состояния в свободное, то есть электроны не вылетают из вещества. *Внешним фотоэффектом*

называется процесс выбивание электронов с поверхности вещества в вакуум или другую сферу. В 1887 году учёный Генрих Герц наблюдал явление внешнего фотоэффекта и заметил, что ультрафиолетовое излучение облегчает возникновение электрического разряда (искры) между электродами. Однако Герцу не удалось объяснить почему проскакивание искры между шариками будет происходить при меньшем между ними напряжении. В 1888 году В. Гальвакс установил, что причиной такого влияния освещения является появление свободных зарядов при облучении шариков разрядника. Фотоэффект был детально исследован в течение двух лет с 1888 по 1889 гг. А. Столетовым [1]. Он выявил и экспериментально доказал три основных законов фотоэффекта:



1. Сила тока насыщения прямо пропорциональна интенсивности света, падающему на металл.

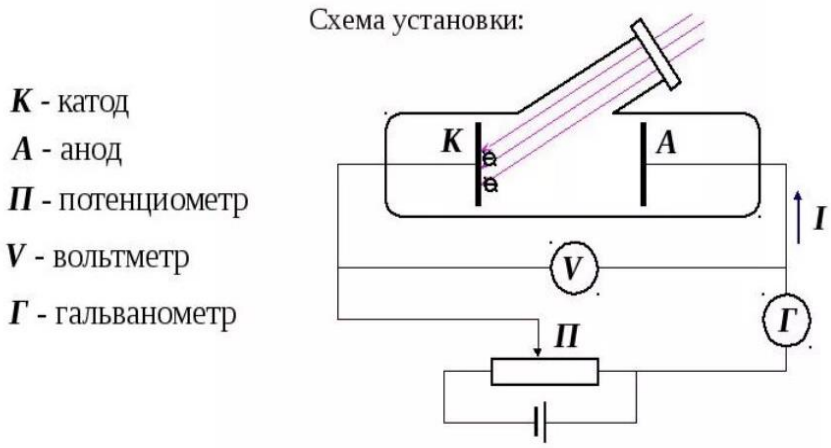
$I_{нас} \sim Ф$

2. Максимальная начальная кинетическая энергия (скорость) фотоэлектронов зависит от частоты падающего света и абсолютно не зависит от его интенсивности.

$$\vartheta \sim \nu$$

3. Красная граница фотоэффекта- минимальная частота ν_0 или максимальная длина вольны λ_0 ниже которой фотоэффект не наблюдается.

Рис. 2. Схема опыта Столетова.



На втором рисунке описан опыт по исследованию фотоэффекта, открытого Г. Герцем и изученного А. Столетовым [2]. Свет падает на

катод **К**, выбивая электроны. Электроны движутся к аноду **А** под действием электрического поля, создаваемого потенциометром **П**. В цепи возникает ток, который фиксируется гальванометром **Г**. Вольтметр **V** показывает величину приложенного напряжения. Изменяя напряжение, можно исследовать зависимость фототока от напряжения и определить запирающее напряжение, при котором ток прекращается. В 1905 году Альберт Эйнштейн дал окончательное объяснение и определение явлению фотоэффекта, за что в 1921 году он получил Нобелевскую премию. Альберт Эйнштейн, развивая гипотезу Планка, подтвердил, что свет не просто излучается квантами, а поглощается и распространяется в виде кванта. То есть один электрон поглощает целиком один фотон с энергией

$$\varepsilon = h\nu$$

где Ɛ- энергия фотона, h=6,62×10^{-34} Дж×с– постоянная Планка, ν-частота электромагнитного излучения [3].

Энергия кванта hν превращается в работу выхода ($A_в$) и максимальную кинетическую энергию ($E_к$) фотоэлектронов по закону сохранении энергии:

$$\mathcal{E} = A + E_к \qquad (1)$$

$$h\nu = h\nu_0 + m\upsilon^2/2$$

Уравнение (1) называется уравнением Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.

Уравнение Эйнштейна для случая, когда кинетическая энергия электрона равна по величине работе сил электрического поля, то есть при задерживающем напряжении:

$$h\nu = A_в + eU_з$$

Лабораторная работа в Казахстане. Мое основное обучение по физике в Казахстане связано с Казахским национальным женским педагогическим университетом (QyzPU). Физическое образование здесь сочетает фундаментальную подготовку, лабораторные работы и педагогическую направленность. Кафедра физики оснащена современной материально-технической базой. В лабораториях механики, электричества и магнетизма, молекулярной физики и термодинамики, атомной и ядерной физики, микроэлектроники, методики преподавания физики, астрономии относящихся к кафедре физике студенты закрепляют на практике теоретические знания, полученные на лекциях и практических занятиях, выполняя лабораторные работы [4].

Особенно важным для данной работы является наличие лаборатории атомной и ядерной физики, где предусмотрены эксперименты по определению постоянной Планка с использованием фотоэффекта, исследованию эффекта Франка–Герца, спектров атомов, эффекта Зеемана и других явлений атомной физики. Таким образом, фотоэффект в образовательном процессе становится не только теоретической темой, но и экспериментальной задачей. Одной из сильных сторон казахстанской

модели для меня стало непосредственное соединение теории и эксперимента. После изучения квантовых представлений студент получает возможность работать с экспериментальной установкой, измерять физические величины, строить зависимости и анализировать погрешности.

Особенно важен подход, так как он вормирует важную последовательность научного мышления:

теория→ эксперимент→ данные→ график→ физический вывод

То есть, когда студент самостоятельно устанавливает оборудование, проводит измерения и видит изменение показаний прибора, физическая формула перестаёт быть только абстрактным математическим выражением студент самостоятельно устанавливает оборудование, проводит измерения и видит изменение показаний прибора, физическая формула перестаёт быть только абстрактным математическим выражением. При этом такие лаборатории имеют определенные ограничения. Например, традиционная лабораторная работа зависит от наличия оборудования, времени проведения эксперимента и возможности каждого студента самостоятельно работать с установкой. В отличие от цифровой модели, физическая установка не всегда доступна студенту в любое время. Именно здесь возникает необходимость интеграции виртуальных лабораторий и цифровых инструментов.

Интересно, что кафедра уже развивает это направление: профессор А. Татенов занимается виртуально-интерактивными лабораторными работами, включая разделы оптики, электричества и магнетизма. Ещё один яркий личность, которим можно гордиться: это Т.Кожамкулов – казахский физик-теоретик, известный своими открытиями в квантовой хромодинамике. Также ученый занимается исследованием нелинейных процессов и структурной самоорганизации вещества. Он выпустил первый учебник по квантовой механике на казахском языке. А также, Г.Батырбеков, выдающийся физик-ядерщик в отрасли внутриреакторных экспериментов. Он разработал технологии ликвидации трансурановых элементов, возглавил ряд исследований по атомной безопасности, в частности проекты «Fukusima», «CORMIT», «ASTRID». Ученый получил 7 инновационных патентов в уникальной сфере – управлял разработкой лазеров с ядерной основой [5]. Эти показатели показывают возможность объединения традиционного эксперимента с цифровой средой.

Опыт обучения физике в Узбекистане. Вторым образовательным опытом стало моё обучение физике в Узбекистане, в Ташкентском государственном педагогическом университете имени Низами. Обучение было направлено на изучение фундаментальных разделов физики и формирование практических навыков будущего специалиста. В образовательной среде университета представлены физико-математическое направление, специализированные лаборатории и современные образовательные ресурсы. Особый интерес для данной работы представляет изучение оптики, атомной физики и взаимодействия света с веществом. Эти

разделы непосредственно связаны с пониманием фотоэффекта и позволяют рассматривать его не только как отдельное физическое явление, но и как часть более широкой картины квантовой физики.

Для меня сильной стороной этого образовательного опыта стала лабораторные работы в онлайн-формате. Главным преимуществом такого подхода является удобство и экономия времени. Студент может выполнить эксперимент в цифровой среде без необходимости находиться непосредственно в лаборатории. Результаты измерений отображаются в виде анимаций, графиков и числовых значений, а необходимые физические величины могут рассчитываться автоматически. Для изучения фотоэффекта такой формат особенно удобен: можно наблюдать изменение физических параметров, сразу видеть зависимость между величинами и анализировать полученный график. Это позволяет быстрее понять связь между теорией и экспериментальным результатом.

Однако у такого подхода есть и определённые ограничения. При постоянном использовании виртуальных лабораторий может уменьшаться количество непосредственного взаимодействия студента с реальным оборудованием. Это потенциально может влиять на развитие практических способностей, самостоятельности при проведении эксперимента и способности ориентироваться в реальной лабораторной среде.

Например, студент может правильно получить результат в виртуальной лаборатории, но при переходе к реальному эксперименту столкнуться с трудностями при выборе прибора, подключении оборудования, настройке установки или выявлении причины погрешности. Поэтому онлайн-лаборатории целесообразно рассматривать не как полную замену реального эксперимента, а как его дополнение. Наиболее эффективным может быть сочетание виртуальной лаборатории, реального эксперимента и цифрового анализа полученных данных.

Опыт изучения атомной и ядерной физики в Узбекистане связан с деятельностью учёных, развивающих экспериментальные методы исследования вещества и излучения. Среди них Б. С. Юлдашев, проводивший исследования в области ядерной и физики элементарных частиц [6], И. Холбаев, работающий в области экспериментальной ядерной физики, и Н. Б. Эшкобилов, специализирующийся на физической спектроскопии, лазерной физике и атомной спектроскопии. Их научные направления показывают, что экспериментальные методы остаются важной частью современной физики, а цифровые технологии могут расширять возможности обработки и визуализации экспериментальных данных. Интересно что на средства проектов Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) на сумму около 200 000 долларов США по темам «Повышение эффективности преподавания ядерной физики и мирное использование ядерных технологий в Национальном университете Узбекистана и в Самаркандском государственном университете»,

координируемых И. Холбаевым, были созданы две учебные лаборатории: «Радиоэкология и дозиметрия» и «Ядерная электроника» [7]. А также, Н. Б. Эшкобилов, специалист в области оптики, лазерной физики и физической спектроскопии. Автор более 100 научных статей (в том числе 57 в Scopus и Web Of Science), 4 учебников и учебных пособий. За свою карьеру он руководил 1 международным и 3 национальными фундаментальными и практическими научными проектами. Он является автором учебника «Введение в атомную спектроскопию», учебников «Квантовая механика», «Основы квантовой электроники» и «Основы лазерной биомедицины» [8].

Опыт обучения Information Systems в Латвии. Совершенно другой взгляд на образовательный процесс я получила во время обучения в Латвии по программе Information Systems. На первый взгляд информационные системы и физика относятся к разным направлениям. Однако современный экспериментальный специалист всё чаще работает не только с физическими установками, но и с программным обеспечением, базами данных, цифровыми моделями, графиками и алгоритмами обработки информации. Особенно наглядно эта связь проявляется на примере фотоэффекта. Эксперимент можно рассматривать как последовательный информационный процесс:

свет→ взаимодействие с веществом→ измерение→ получение данных→ компьютерная обработка→ график→ результат.

Полученные экспериментальные данные можно занести в электронную таблицу или специализированную программу. Далее с помощью цифровых инструментов можно построить график, определить линейную зависимость, вычислить угловой коэффициент, определить постоянную Планка, оценить погрешность и сравнить экспериментальное значение с табличным.

Таким образом, знания в области Information Systems дополняют физическое образование и помогают перейти от простого получения экспериментальных данных к их систематизированному анализу. Одним из главных преимуществ цифровых технологий для меня стало возможность быстро обрабатывать и визуализировать большое количество данных. Кроме того, цифровое моделирование позволяет исследовать физический процесс ещё до проведения реального эксперимента. Это помогает сэкономить бюджет, а также избежать возможные будущие беды [9].

Например, в виртуальной модели фотоэффекта можно изменять частоту света, длину волны, работу выхода и задерживающее напряжение. При изменении параметров система может автоматически рассчитывать соответствующие величины и отображать их взаимосвязь на графике. Такой подход помогает студенту не только запомнить формулы, но и увидеть физический смысл зависимости между величинами. Однако у такого подхода также есть свои ограничении. Например, цифровое моделирование не может полностью заменить реальный эксперимент. В виртуальной среде

параметры часто задаются заранее, поэтому получаемые данные могут быть более идеализированными. То есть, мы можем получить практически идеальную зависимость. Поэтому наиболее эффективным представляется сочетание реального эксперимента и цифровых технологий: физическая установка позволяет получить практический опыт, а цифровые инструменты – быстро обработать, визуализировать и проанализировать полученные данные.

Вывод. Опыт обучения в **Казахстане, Латвии и Узбекистане** позволил мне рассмотреть физическое образование с различных сторон. Обучение физике в Казахстане показало важность *реального лабораторного эксперимента*, где студент самостоятельно взаимодействует с оборудованием и получает экспериментальные данные. Обучение Information Systems в Латвии позволило увидеть *значение цифровых технологий* в современной научной деятельности. Обработка, визуализация и систематизация данных являются неотъемлемой частью современного эксперимента.

Обучение физике в Узбекистане позволило рассмотреть *фундаментальные основы физики, оптики, квантовых явлений и физики полупроводников в виртуальных лабораториях*, что помогает связать фотоэффект с современными оптоэлектронными технологиями. Сравнение этих подходов показывает, что они не противоречат друг другу, а могут эффективно дополняться.

Фотоэффект в данном случае выступает удобным примером такой интеграции. Он позволяет одновременно изучать квантовую физику, проводить реальный эксперимент, обрабатывать данные с использованием цифровых инструментов и рассматривать применение полученных знаний в современных технологиях.

Таким образом, перспективным направлением развития физического образования является переход от изолированного изучения отдельных дисциплин к междисциплинарному обучению, объединяющему физику, информационные технологии, эксперимент и анализ данных.

Для меня данный образовательный опыт показал, что физик будущего должен обладать не только фундаментальными знаниями о законах природы, но и цифровыми компетенциями, позволяющими исследовать, обрабатывать и интерпретировать научную информацию.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атомная и ядерная физика : учеб. пособие / А.Н. Кислов. Атомная и ядерная физика : учебное пособие
2. Внешний фотоэффект. Эффект Комптона - презентация онлайн
3. **Electroinfo.net онлайн журнал**; Фотоэффекты – кратко определение, формулы, схема, модель возникновения и применение
4. Кафедра Физики https://www.qyzpu.edu.kz/en/kafedra---fiziki?utm_source=chatgpt.com#gsc.tab=0

5. https://nashgorod.ru/news/2022-01-21/kazahskie-fiziki-i-ih-otkrytiya-2165106?ysclid=mumxvm8vh411321742&utm_source=yandex.kz&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.kz&utm_referrer=yandex.kz
6. https://www.academy.uz/ru/page/yuldashev-bexzod-sodiqovich?
7. https://nuu.uz/ru/teacher/xolbayev-isobek-xxx/
8. https://www.samdu.uz/en/pages/nazariy_fizika_va_kvant_elektronikasi_kafedrasi1
9. TVETipedia https://connect.unevoc.unesco.org/bilt/tvetipedia+glossary/lang=en/show=term/lang=en/term=Virtual+experiment+laboratories?

FIZIKA VA ASTRONOMIYANI O‘QITISHDA SUN’IY INTELLEKT VA VIRTUAL LABORATORIYALARDAN FOYDALANISHNING PEDAGOGIK IMKONIYATLARI

Xaydarov. B. A. [1],Joraev. B.B.[1], Sa’dullayev. M. Q[2]. ,Abdullayev. Z. R[2]

[1] Nizomiy nomidagi O‘zMPU kata o‘qituvchisi,
[2] Nizomiy nomidagi O‘zMPU talabasi.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada fizika va astronomiya fanlarini o‘qitish jarayonida sun’iy intellekt hamda virtual laboratoriyalardan foydalanishning pedagogik imkoniyatlari tahlil qilinadi. Raqamli ta’lim muhitida PhET, Physics Lab va Stellarium kabi dasturlarning o‘quv jarayonidagi o‘rni, fizik va astronomik hodisalarni modellashtirish, tajriba natijalarini tahlil qilish hamda o‘quvchilarning mustaqil izlanish faoliyatini rivojlantirish masalalari yoritiladi. Shuningdek, sun’iy intellekt vositalarini virtual tajribalar bilan integratsiyalash asosida ta’lim samaradorligini oshirishga qaratilgan metodik yondashuv taklif etiladi.*

Kalit so‘zlar: *fizika ta’limi, astronomiya, sun’iy intellekt, virtual laboratoriya, raqamli texnologiyalar, PhET, Stellarium, raqamli modellashtirish, innovatsion ta’lim.*

XXI asrda ilm-fan va texnologiyalarning jadal rivojlanishi ta’lim tizimining mazmuni va metodlarini zamonaviy talablar asosida takomillashtirishni taqozo etmoqda. Ayniqsa, fizika va astronomiya fanlarini o‘qitishda raqamli texnologiyalar, sun’iy intellekt hamda virtual laboratoriyalardan foydalanish nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan uyg‘unlashtirishning muhim vositalaridan biri hisoblanadi. Mazkur fanlarning o‘ziga xos xususiyati shundaki, ularda bilimlarni o‘zlashtirish faqat nazariy tushunchalar va matematik formulalarni o‘rganish bilan cheklanib qolmasdan, tabiat hodisalarini kuzatish, tajriba o‘tkazish, o‘lchash va olingan natijalarni tahlil qilish orqali amalga oshiriladi.

Biroq ta’lim muassasalarida zamonaviy laboratoriya jihozlari va ilmiy-texnik vositalarning yetarli emasligi fizik va astronomik bilimlarni amaliy jihatdan o‘zlashtirishda muayyan qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi. Ayniqsa, iqtisodiy va infratuzilmaviy imkoniyatlari cheklangan hududlardagi ayrim maktab va oliy ta’lim muassasalarida murakkab laboratoriya qurilmalari, optik asboblar, teleskoplar hamda maxsus kuzatuv vositalaridan foydalanish imkoniyati cheklangan bo‘lishi mumkin. UNESCOning 2023-yilgi Global ta’lim monitoringi hisobotida ham ta’lim texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlari mamlakatlar va ijtimoiy guruhlar kesimida bir xil emasligi, raqamli infratuzilma hamda resurslardan foydalanishdagi tafovutlar ta’limdagi teng imkoniyatlarga ta’sir qilishi qayd etilgan.

Mazkur muammo, ayniqsa, astronomiya fanini o‘qitishda yaqqol namoyon bo‘ladi. Astronomiya bevosita kuzatish va kuzatuv natijalarini ilmiy tahlil qilishga asoslangan fanlardan biridir. Unda tajriba obyekti laboratoriya xonasida yaratilmaydi, balki tabiatning o‘zi – osmon jismlari, yulduzlar, sayyoralar va turli kosmik hodisalar hisoblanadi. Ularni o‘rganish jarayonida kuzatuv natijalarini qayd etish, burchak o‘lchovlarini amalga oshirish, vaqt va masofa bilan bog‘liq kattaliklarni aniqlash hamda tegishli matematik va fizik qonuniyatlar asosida xulosalar chiqarish muhim o‘rin tutadi. Biroq ob-havo sharoiti, yorug‘lik ifloslanishi, kuzatuv uchun zarur vaqtning cheklanganligi va astronomik asboblarning mavjud emasligi bunday mashg‘ulotlarni muntazam tashkil etishni qiyinlashtiradi.

Ushbu sharoitda virtual astronomik muhitlar va raqamli simulyatsiyalar ta’lim jarayonida muhim didaktik imkoniyatlarni yaratadi. Jumladan, Stellarium dasturi yordamida osmonning muayyan sana va vaqtdagi ko‘rinishini modellashtirish, yulduz turkumlarini aniqlash, sayyoralarning osmondagi joylashuvini kuzatish va ularning ko‘rinma harakatini tahlil qilish mumkin. Bunday vositalar o‘quvchilarga astronomik hodisalarni faqat tayyor tasvir sifatida qabul qilish emas, balki kuzatish, taqqoslash va ilmiy xulosa chiqarish asosida o‘rganish imkonini beradi.

Fizika ta’limida ham shunga o‘xshash muammolar mavjud. Mexanika, elektr va magnetizm, optika hamda molekulyar fizika bo‘limlariga oid ayrim tajribalarni bajarish maxsus qurilmalar, o‘lchov asboblari va xavfsizlik sharoitlarini talab qiladi. **PhET Interactive Simulations va Physics Lab** kabi dasturlar yordamida esa fizik jarayonlarni virtual muhitda modellashtirish, tajriba parametrlarini o‘zgartirish, fizik kattaliklar orasidagi bog‘lanishlarni kuzatish va natijalarni tahlil qilish imkoniyati yuzaga keladi. Bunda virtual laboratoriyalar real tajribalarni to‘liq almashtiruvchi vosita sifatida emas, balki ularni to‘ldiruvchi va amaliy mashg‘ulotlar imkoniyatlarini kengaytiruvchi ta’lim resursi sifatida qaralishi lozim.

So‘nggi yillarda sun’iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi virtual laboratoriyalardan foydalanish metodikasini yanada takomillashtirish uchun yangi imkoniyatlarni ochmoqda. Sun’iy intellekt vositalari yordamida

o‘quvchilarga tajriba bosqichlarini tushuntirish, fizik formulalarning mazmunini izohlash, kuzatuv natijalarini tahlil qilish, individual topshiriqlar ishlab chiqish va o‘quvchilarning mustaqil izlanish faoliyatini qo‘llab-quvvatlash mumkin. Biroq bunday vositalardan foydalanishda ilmiy aniqlik, olingan ma’lumotlarni tekshirish va o‘qituvchining metodik rahbarligini saqlash muhim hisoblanadi. UNESCO tomonidan ham sun’iy intellektni ta’limga joriy etishda inson manfaatlari, pedagogik maqsad va mas’uliyatli foydalanish tamoyillariga alohida e’tibor qaratilgan. Shunday qilib, fizika va astronomiyani o‘qitishda sun’iy intellekt hamda virtual laboratoriyalarni o‘zaro uyg‘unlashtirish zamonaviy ta’lim oldida turgan moddiy-texnik, metodik va didaktik muammolarni qisman bartaraf etishga xizmat qilishi mumkin. Ayniqsa, real laboratoriya sharoitlari cheklangan ta’lim muassasalarida bunday yondashuv o‘quvchilarning tajriba va kuzatuv faoliyatini tashkil etish, ilmiy fikrlashini rivojlantirish hamda nazariy bilimlarni amaliy vaziyatlarda qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Xulosa: Fizika va astronomiyani o‘qitishda sun’iy intellekt hamda virtual laboratoriyalardan foydalanish ta’lim samaradorligini oshirish, nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog‘lash va o‘quvchilarning ilmiy dunyoqarashini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, zamonaviy laboratoriya jihozlari yetarli bo‘lmagan ta’lim muassasalarida **PhET, Physics Lab** va Stellarium kabi dasturlar fizik tajribalarni modellashtirish, astronomik hodisalarni kuzatish va olingan natijalarni tahlil qilish imkonini beradi.

Sun’iy intellekt texnologiyalarining virtual laboratoriyalar bilan integratsiyasi o‘quvchilarning mustaqil izlanishi, individual bilim olish va tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, virtual tajribalarni real kuzatuv va laboratoriya mashg‘ulotlari bilan uyg‘unlashtirish muhimdir. Demak, mazkur texnologiyalardan maqsadli foydalanish fizika va astronomiya ta’limida innovatsion yondashuvlarni kengaytirish hamda ta’lim sifatini oshirishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. UNESCO. Global Education Monitoring Report 2023: Technology in Education – A Tool on Whose Terms? – Paris: UNESCO, 2023.

2. UNESCO. Technology in Education: A Tool on Whose Terms? Global Education Monitoring Report. – 2023. – URL: https://gem-report-2023.unesco.org/

3. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. – URL: https://phet.colorado.edu/

4. Stellarium Astronomy Software. Official Website and User Guide. – URL: https://stellarium.org/

5. Physics Lab. Virtual Physics Laboratory. – URL: https://play.google.com/store/search?q=physics%20lab&c=apps

NANOTEXNOLOGIYA FANINI O‘QITISHDA SUN’IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISHNING METODIK ASOSLARI

Xaydarov. B. A.[1], Ibodullayeva. U. B.[2], Sa’dullayev. M. Q[2]. Xudayqulov. S. A[2].

Nizomiy nomidagi O‘zMPU[1] kata o‘qituvchisi
Nizomiy nomidagi O‘zMPU talabasi[2]

Annotatsiya. *Ushbu maqolada nanotexnologiya fanini o‘qitishda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning metodik asoslari yoritilgan. Nanostrukturalar va nanomiqyosdagi jarayonlarni o‘rganishda AI, raqamli modellashtirish va amaliy topshiriqlarni integratsiyalashga asoslangan yondashuv taklif etilgan. AI vositalaridan nanostrukturalarni vizuallashtirish, nanoprotsesslarni modellashtirish, individual va muammoli topshiriqlarni shakllantirish hamda o‘quv natijalarini tahlil qilishda foydalanish imkoniyatlari ko‘rsatilgan. Mazkur yondashuv talabalarning mustaqil izlanishi, tanqidiy va ijodiy fikrlashi hamda nazariy bilimlarini amaliyotda qo‘llash kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.*

Kalit so‘zlar: *nanotexnologiya, sun’iy intellekt, raqamli ta’lim, o‘qitish metodikasi, nanostruktura, modellashtirish, amaliy kompetensiya, mustaqil ta’lim.*

Adabiyotlar tahlili: Nanotexnologiyani ta’lim jarayoniga integratsiyalash, nanoobyektlarni vizuallashtirish va raqamli vositalar yordamida o‘qitish masalalari qayd etib, vizual va modellashtirish vositalaridan foydalanish zarurligini asoslagan [1]. Stevens, Sutherland va Krajcik nanoscale science va engineering tushunchalarini o‘zlashtirishda konseptual modellar va vizual vositalarning ahamiyatini ko‘rsatgan [2].

De Jong, Linn va Zacharia virtual laboratoriyalarning tajribalarni takrorlash, o‘zgaruvchilarni boshqarish va sabab - oqibat bog‘liqliklarini o‘rganishdagi imkoniyatlarini yoritgan [3]. Smetana va Bell kompyuter simulyatsiyalarining murakkab va bevosita kuzatish qiyin bo‘lgan jarayonlarni modellashtirish hamda talabalarning konseptual bilimlarini rivojlantirishdagi imkoniyatlarini tahlil qilgan [4].

Raqamli kompetensiyalarni rivojlantirish masalasida Redecker tomonidan ishlab chiqilgan DigCompEdu doirasi pedagoglarning raqamli texnologiyalardan ta’lim maqsadlarida samarali foydalanish kompetensiyalarini tizimlashtiradi [6]. UNESCOning generativ sun’iy intellekt bo‘yicha tavsiyalarida esa AI vositalaridan ta’limni individuallashtirish, o‘quv faoliyatini qo‘llab-quvvatlash va ta’lim sifatini oshirishga yo‘naltirilgan holda foydalanish masalalari yoritilgan [5].

Xaydarov B. A. o‘g‘lining nanotexnologiyani ta’lim jarayoniga integratsiyalash va talabalarning ilmiy savodxonligini rivojlantirishga

bag‘ishlangan ishlari [7], shuningdek, nanotexnologiya fanini o‘qitish orqali bo‘lajak fizika o‘qituvchilarining metodik kompetentligini rivojlantirishga oid tadqiqoti [8] mazkur yo‘nalishning metodik asoslarini boyitadi.

Tahlil qilingan adabiyotlar nanotexnologiya fanin o‘qitishda vizuallashtirish, modellashtirish, virtual laboratoriyalar va raqamli vositalardan foydalanishning pedagogik imkoniyatlarini ko‘rsatadi. Biroq sun’iy intellektni nanostrukturalarni tushuntirish, nanotexnologik jarayonlarni modellashtirish, individual va muammoli topshiriqlarni shakllantirish hamda masalalar yechish orqali amaliy kompetensiyani rivojlantirish bilan yagona metodik tizimda uyg‘unlashtirish masalasi qo‘shimcha tadqiqotni talab etadi. Mazkur tadqiqot ana shu metodik yo‘nalishni takomillashtirishga qaratilgan.

Muammo: Nanotexnologiya fanini o‘qitishda nanostrukturalar va nanomiqyosdagi jarayonlarning murakkabligi, ularni bevosita kuzatish va an’anaviy ta’lim vositalari orqali to‘liq tasavvur qilish imkoniyatining cheklanganligi asosiy metodik muammolardan biridir. Mavjud o‘qitish jarayonida talabaning individual bilim darajasini hisobga olish, murakkab jarayonlarni modellashtirish va amaliy topshiriqlarni samarali tashkil etish ham yetarli darajada yo‘lga qo‘yilmagan. Shu sababli (sun’iy intellekt texnologiyalarini nanotexnologiya fanini o‘qitish jarayoniga metodik jihatdan asoslangan holda integratsiya qilish) dolzarb ilmiy-pedagogik muammo hisoblanadi [1,2].

Yechim: Mazkur muammoni hal etish uchun nanotexnologiya fanini o‘qitish metodikasini sun’iy intellekt, raqamli modellashtirish va amaliy topshiriqlarni integratsiyalashgan holda tashkil etish taklif etiladi [14,15]. Bunda sun’iy intellekt talabaning o‘rniga masalani yechuvchi vosita sifatida emas, balki o‘quv jarayonini individuallashtiruvchi, murakkab nanoprotsesslarni tushuntiruvchi va amaliy faoliyatni qo‘llab-quvvatlovchi pedagogik vosita sifatida qo‘llanadi.

Taklif etilayotgan metodik yondashuvda: nanotexnologiyaning nanostrukturalar, nanozarrachalar, nanomateriallarning xossalari, nanoobyektlarni olish va tadqiq etish usullari kabi murakkab mavzulari sun’iy intellekt yordamida modellashtiriladi, vizuallashtiriladi va muammoli topshiriqlar asosida o‘rganiladi.

Talabalarga tayyor javobni berish o‘rniga, muayyan nanotexnologik muammoni tahlil qilish, gipoteza ilgari surish, hisoblash, modellashtirish, natijani izohlash va xulosa chiqarishga yo‘naltirilgan topshiriqlar ishlab chiqiladi.

Shuningdek, AI → masala → modellashtirish → amaliy topshiriq → tahlil → xulosa ketma-ketligi asosida ta’lim jarayonini tashkil etish talabalarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog‘lash imkonini beradi. Sun’iy intellekt vositalari orqali talabalarning bilim darajasiga mos individual topshiriqlar shakllantirish, ularning yechimlarini tahlil qilish, xatolarini aniqlash va qayta aloqa berish mumkin. Bu esa avvalgi ishlarimizda asosiy e’tibor qaratilgan masalalar yechish orqali amaliy kompetentlikni rivojlantirish g‘oyasini yangi raqamli imkoniyatlar bilan boyitadi. Natijada nanotexnologiya fanini o‘qitish

jarayonida nazariy bilim, raqamli kompetensiya va amaliy faoliyatning uzviyligi ta’minlanib, talabalarning mustaqil izlanishi, muammoli vaziyatlarni hal qilish, tanqidiy va ijodiy fikrlash hamda nanotexnologik jarayonlarni amaliy jihatdan tahlil qilish kompetensiyalarini rivojlantirish uchun metodik sharoit yaratiladi [3].

Metodik yondashuv. Nanotexnologiya fanini o‘qitishda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog‘lash va talabalarning amaliy kompetentligini rivojlantirish tamoyili asosida tashkil etiladi [4]. Bunda AI vositalaridan quyidagi metodik yo‘nalishlarda foydalanish taklif etiladi:

1. Nanostrukturalarni tushuntirish va vizuallashtirish – nanozarrachalar, nanomateriallar va ularning tuzilishini sodda hamda ilmiy jihatdan asoslangan shaklda tushuntirish, tasviriy modellar orqali talabaning fazoviy tasavvurini rivojlantirish;

2. Murakkab nanotexnologik jarayonlarni modellashtirish - nanomateriallarning hosil bo‘lishi, ularning fizik xossalari va nanojarayonlarning kechishini raqamli modellar asosida tahlil qilish;

3. Individual va differensial topshiriqlar yaratish - talabaning tayyorgarlik darajasiga mos nazariy, hisoblash va amaliy masalalarni shakllantirish hamda murakkablik darajasini bosqichma-bosqich oshirish;

4. Muammoli ta’limni tashkil etish - real nanotexnologik muammolarni o‘quv vaziyati sifatida berish, talabaning mustaqil fikrlashi, gipoteza ilgari surishi va yechim ishlab chiqishini rag‘batlantirish;

5. Masalalarni yechish jarayonini qo‘llab-quvvatlash - AI yordamida masalaning yechimini tayyor holda berish emas, balki yechish algoritmini bosqichma-bosqich shakllantirish, xatolarni aniqlash va ularni tuzatishga yo‘naltirilgan qayta aloqa berish;

6. Test va topshiriqlarni shakllantirish - o‘quv maqsadlari va mavzu mazmuniga mos diagnostik savollar, amaliy topshiriqlar va muammoli vaziyatlarni ishlab chiqish;

7. O‘quv natijalarini tahlil qilish - talabalarning javoblari, xatolari va topshiriqlarni bajarish natijalarini tahlil qilish orqali keyingi ta’lim faoliyatini individuallashtirish.

Natijalar: Taklif etilayotgan metodik yondashuv asosida nanotexnologiya fanini o‘qitishda sun’iy intellektdan maqsadli foydalanish natijasida talabalarning (nazariy bilimlarini amaliy faoliyatda qo‘llash, mustaqil izlanish va muammoli vaziyatlarni hal qilish kompetensiyalari) rivojlanadi.

Xususan:

mustaqil ta’lim faoliyati - talaba o‘quv materialini mustaqil izlaydi, tahlil qiladi va o‘zlashtiradi;

tanqidiy fikrlash - AI tomonidan taqdim etilgan ma’lumotlarni tahlil qilish, taqqoslash, tekshirish va ilmiy nuqtayi nazardan baholash ko‘nikmasi shakllanadi;

ijodiy fikrlash - nanotexnologik muammolarga turli yechimlarni ishlab chiqish va yangi g‘oyalarni ilgari surish qobiliyati rivojlanadi;

muammoli vaziyatlarni hal qilish - nanotexnologik masalalarni bosqichma-bosqich tahlil qilish, yechim strategiyasini tanlash va natijani asoslash ko‘nikmalari shakllanadi;

amaliy kompetensiya - nazariy bilimlarni hisoblash, modellashtirish, tajriba natijalarini tahlil qilish va nanotexnologik jarayonlarga tatbiq etish qobiliyati rivojlanadi;

raqamli kompetensiya - zamonaviy AI va raqamli vositalardan ilmiy-o‘quv faoliyatida maqsadli va mas’uliyatli foydalanish ko‘nikmasi shakllanadi.

Xulosa: Nanotexnologiya fanini o‘qitishda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish zamonaviy ta’limning raqamli imkoniyatlarini fan mazmuni bilan uyg‘unlashtirishga xizmat qiladi. Tadqiqotda taklif etilgan metodik yondashuv sun’iy intellekt vositalarini nanostrukturalarni tushuntirish va vizuallashtirish, murakkab nanoprotsesslarni modellashtirish, individual hamda muammoli topshiriqlarni shakllantirish va o‘quv natijalarini tahlil qilish jarayonlariga integratsiya qilishga asoslanadi.

Mazkur yondashuvda AI talabaning o‘rniga tayyor yechim beruvchi vosita emas, balki uning mustaqil izlanishi, masala yechishi, modellashtirishi, natijalarni tahlil qilishi va ilmiy xulosa chiqarishini qo‘llab-quvvatlovchi didaktik vosita sifatida qaraladi. Ayniqsa, nazariy bilimlarni amaliy masalalar va modellashtirish bilan bog‘lash orqali talabalarning amaliy kompetensiyasini rivojlantirish uchun metodik imkoniyatlar kengayadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Hingant, B., & Albe, V. (2010). Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: A review of literature. *Studies in Science Education, 46*(2), 121–152. https://doi.org/10.1080/03057267.2010.504543

2. Ghattas, N. I., & Carver, J. S. (2012). Integrating nanotechnology into school education: A review of the literature. *Research in Science & Technological Education*, *30*(3), 271–284. https://doi.org/10.1080/02635143.2012.732058

3. Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The Big Ideas of Nanoscale Science and Engineering: A Guidebook for Secondary Teachers*. NSTA Press.

4. Schmid, J. M., Veith, J. M., Truong, M. H., Straulino, M., Winkler, B., Hennig, F., & Bitzenbauer, P. (2023). Nanoscience and -technology in secondary education: A systematic literature review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*.

5. Gocmen, A., Karabulut, H., & Kariper, I. A. (2024). Review of studies conducted in nanotechnology education: A meta-synthesis study. *Discover Education, 3*, 169. https://doi.org/10.1007/s44217-024-00277-6

6. Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Papadopoulou, P. (2022). A teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology content at primary school level: Evaluation of students’ learning. *International Journal of Science Education*, *44*(12), 1932–1957. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2105976

7. Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16*, 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

8. Ogunleye, B., Zakariyyah, K. I., Ajao, O., et al. (2024). A systematic review of generative AI for teaching and learning in higher education. *Education Sciences*.

9. Kumar, D. D., & Sembiante, S. F. (2025). Pathways to understanding nanotechnology for elementary students: Implications for teaching with web-supported problem-based learning. *Proceedings of the European Academy of Sciences and Arts, 4*. https://doi.org/10.4081/peasa.55

10. Xaydarov B. A. Educational Prospects of Nanoscience and Nanotechnologies for Enhancing Students’ Scientific Literacy // Eurasian Journal of Physics, Chemistry and Mathematics. – 2025. – Vol. 48.

11. Xaydarov B. A. Bo‘lajak fizika o‘qituvchilarining metodik kompetentligini rivojlantirishda “Nanotexnologiya” fanini o‘qitishning (pedagogik tajriba-sinov ishlarining mazmun, maqsad, vazifalarini tashkil etish va o‘tkazish) // Qo‘qon DPI. Ilmiy xabarlar. C-seriya. – 2026. – №4. – B. 479–486. – DOI: 10.70728/c.series.v08.i04.075.

FIZIKA VA ASTRONOMIYANI O‘QITISHDA VIRTUAL LABORATORIYA VA SIMULYATSIYALAR ASOSIDA TADQIQOTCHILIK KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISH

Xoliqov Qurbonboy To‘ychiyevich[1], Eshaliyev Hojiakbar Ne’mat o‘g‘li[2]

[1]Samarqand davlat pedagogika instituti fizika kafedrasi dotsenti, f.m.f.n., dotsent,

[2]Samarqand davlat pedagogika instituti magistranti

Annotatsiya. Maqolada virtual laboratoriyada talabaning mustaqil izlanishini tashkil etish yo‘llari ko‘rib chiqiladi. Real va virtual tajribalar haqidagi tadqiqotlar o‘qituvchining yordami, tajriba bosqichlari va baholash bilan bog‘lab tahlil qilinadi. Elektromagnit induksiya va Oy fazalari misolida avvalgi fikrni aniqlash, bashorat qilish, tajriba o‘tkazish, natijani tushuntirish va bilimni yangi vaziyatda qo‘llash tartibi taklif etiladi. Kuzatilgan belgi bilan o‘lchangan sonli ma’lumotni farqlashga alohida e’tibor beriladi. Guruhda bajarilgan ish bilan har

bir talabaning tushunishini alohida tekshirish yo‘llari ham ko‘rsatiladi. Maqola mavjud ilmiy ishlarga tayangan metodik taklif bo‘lib, unda yangi tajriba-sinov natijalari keltirilmaydi.

Kalit so‘zlar: virtual laboratoriya, tadqiqotchilik ko‘nikmalari, mustaqil izlanish, elektromagnit induksiya, Oy fazalari, tajriba qaydlari, formativ baholash, bilimni amalda qo‘llash.

Virtual laboratoriya har doim real tajribadan yaxshiroq natija beradimi? Tadqiqotlarda bu savolga bir xil javob yo‘q. Muilwijk va Lazonder shu muammoga bag‘ishlangan 35 ta maqolani umumlashtirib, tushunchalarni o‘zlashtirish bo‘yicha real yoki virtual tajribaning umumiy ustunligini aniqlashda qiyinchiliklarga dush kelishga [3]. Finkelstein va hammualliflarning elektr zanjirlari haqidagi ishida esa simulyatsiya bilan shug‘ullangan talabalar tushunchaviy topshiriqlarni bajarish va keyin real zanjir yig‘ishda yaxshiroq natija ko‘rsatgan [4]. Bu natijalar turli sharoitlarga tegishli. Shu sababli bitta muvaffaqiyatli tajribadan barcha mavzular uchun bir xil xulosa chiqarish to‘g‘ri emas. Muhimi, qaysi vazifaga qanday muhit mos kelishini aniqlashdir. Ushbu maqolada virtual laboratoriyani shunchaki hodisa ko‘rsatish vositasi emas, talabaning savol qo‘yishi, tekshirishi va xulosa chiqarishi uchun qulay muhit sifatida tashkil etish masalasi ko‘rib chiqiladi.

Izlanish aniq ketma-ketlikka tayanganda talaba nima uchun tajriba qilayotganini tushunadi. Pedaste va hammualliflar tadqiqot jarayonini muammo bilan tanishish, savol va farazni aniqlash, izlanish, xulosa hamda muhokama bosqichlari orqali tushuntiradi [7]. Muhokama faqat oxirida emas, ish davomida ham olib boriladi. Elektrolitlar mavzusidagi avvalgi ishimizda Bashorat–Kuzatish–Tushuntirish–Modellashtirish–Tahlil, ya’ni BKTMT yondashuvi orqali noto‘g‘ri tasavvurlarni aniqlash va qayta ko‘rib chiqish taklif etilgan [1]. Shu asoslarga tayanib, bu maqolada dastlabki fikrni yozish, bashorat qilish, uni tekshirish, natijani asoslash va yangi vaziyatga tatbiq etish tartibi tanlandi. Har bir bosqichda talaba yozma yoki amaliy ish topshiradi. Shunda faqat yakuniy javob emas, unga qanday yo‘l bilan kelgani ham ko‘rinadi. Ushbu tartib ilmiy manbalar tahliliga asoslangan metodik taklifdir.

Talabaga mustaqil ishlash imkonini berish uni butunlay yordamsiz qoldirish degani emas. Podolefsky va hammualliflar simulyatsiyada faol izlanish uchun talabaning savollari, darhol ko‘rinadigan natija va muhitning tuzilishi muhimligini ko‘rsatgan [5]. Lazonder va Harmsenlar tomonidan o‘qkazilgan meta-tahlilda ham o‘qituvchining yo‘naltirishi izlanish va o‘quv natijalariga ijobiy ta’sir qilgani aniqlangan [6]. Shuning uchun mashg‘ulot boshida savol, ishlash tartibi va qaydlar namunasi beriladi. Ammo barcha javoblar oldindan aytilmaydi. Talaba qaysi shartni tekshirishini tanlaydi va rejasini tushuntiradi. Qiynalganda o‘qituvchi tayyor yechimni emas, keyingi qadamni topishga yordam beradigan savolni beradi. Bunday yordam talabaning o‘rniga ish bajarish emas, uning mustaqil fikrlashini qo‘llab-quvvatlashdir. Tajriba rejalash ko‘nikmasi shakllangani sari yordam kamaytirilib, tanlash mas’uliyati talabaga o‘tkaziladi.

Elektromagnit induksiya mashg‘ulotini “Magnit g‘altakka nisbatan harakatsiz turganda va harakatlanganda natija bir xil bo‘ladimi?-degan savol bilan boshlash mumkin. Talaba javobini va uning sababini yozadi. Keyin shu fikrni tekshirish rejasini tuzadi. Rejada nima o‘zgartirilishi, nimalar bir xil saqlanishi va qaysi belgi kuzatilishi ko‘rsatiladi. Dastlab magnitning harakatlanishi va harakatsiz turishi, keyin esa harakat yo‘nalishlari taqqoslanishi mumkin. O‘qituvchi reja natijaning sababini ajratishga yordam beradimi, degan savolni muhokama qiladi. Magnit yo‘nalishi, harakati va boshqa shartlar bir vaqtda o‘zgartirilsa, farq nimadan kelib chiqqanini bilish qiyinlashadi. Shu bois avval omillarni navbat bilan tekshirish ma’qul. Bu bosqichdagi asosiy ish to‘g‘ri javobni topish emas, tekshirishga yaroqli bashorat va reja tuzishdir. Bashorat tajribadan oldin yozilgani uchun keyingi kuzatuv bilan aniq taqqoslanadi.

Sinov davomida boshlang‘ich holat, o‘zgartirilgan shart va kuzatilgan natija yozib boriladi. Talaba o‘z fikriga mos kelmagan kuzatuvni ham saqlashi kerak. Faqat ma’qul natijalarni tanlash xulosani noto‘g‘ri tomonga olib borishi mumkin. Topshiriq dastur imkoniyatiga mos bo‘lishi ham zarur. Masalan, simulyatsiya tezlik yoki elektr yurituvchi kuchning sonli qiymatini bermasa, undan aniq sonli grafik tuzish talab qilinmaydi. Bunday holatda o‘zgarish kuzatuv asosida tavsiflanadi. Miqdoriy tahlil uchun esa o‘lchov yoki alohida berilgan sonli ma’lumot kerak. Raqamli topshiriqlarni tajriba tahlili va baholash bilan bog‘lash haqidagi ishimiz [2] shu tartib uchun asos bo‘ladi. Talaba nimani o‘lchagani, nimani ko‘rgani va nimani modeldan olganini ajratib ko‘rsatadi. Bu talab uning xulosasi qanchalik asosli ekanini tekshirishga yordam beradi.

Kuzatuvdan keyin natijaning fizik sababi tushuntiriladi. Talaba faqat «magnit borligi uchun shunday bo‘ldi» degan umumiy javob bilan cheklanmasligi kerak. U magnitning g‘altakka nisbatan harakati bilan bog‘liq o‘zgarishni ko‘rsatib, uni magnit oqimi va Faradey qonuni bilan izohlaydi. Bunda simulyatsiya tabiat qonunini mustaqil ravishda qayta isbotlamaydi. U shu qonunlarga asoslangan modelni o‘rganishga yordam beradi. Pedaste va hammualliflar taklif qilgan xulosa va muhokama bosqichlariga [7] mos ravishda talaba dastlabki bashoratiga qaytadi: qaysi kuzatuv uning fikrini tasdiqladi yoki o‘zgartirdi? So‘ng shartlardan biri almashtirilgan yangi vazifa beriladi. Talaba natijani oldindan aytib, keyin tekshiradi. Bu orqali u avvalgi holatni eslab qolganmi yoki sababiy bog‘lanishni tushunganmi, aniqlash mumkin. Yakuniy izoh kuzatuv bilan nazariyani birlashtiradi.

Astronomiyada shu tartibni Oy fazalarini o‘rganishda qo‘llash mumkin. Trundle, Atwood va Christopher bo‘lajak boshlang‘ich sinf o‘qituvchilari bilan o‘tkazgan tadqiqotida izlanishga asoslangan mashg‘ulotlardan keyin Oy fazalarini ilmiy tushunish yaxshilanganini qayd etgan [9]. Bu natija quyida berilayotgan ssenariy ham albatta shunday samara beradi degani emas, ammo faol modellashtirish uchun asos bo‘la oladi. Topshiriqda talaba yorug‘lik manbai, Oy modeli va kuzatuvchi holatini belgilaydi. Oyning yoritilgan yarmi bilan uning kuzatuvchiga ko‘rinadigan qismini ajratib tushuntiradi. Bir xil joylashuv jismoniy

model va raqamli tasvirda taqqoslanadi. Keyin boshqa holat uchun Oy fazasi oldindan chiziladi. Baholashda tasvirning chiroyi emas, koʻrinish bilan joylashuv orasidagi bogʻlanishning toʻgʻri tushuntirilishi muhim. Shu tariqa chizma talabaning fikrini tekshirish vositasiga aylanadi.

Real va virtual tajribaning qaysi biri oldin kelishi ham dars maqsadiga bogʻliq. Wörner, Kuhn va Scheiter 40 dan ortiq eksperimental tadqiqotni tahlil qilgan. Ularning sharhida ikki muhitni birlashtirish koʻp hollarda tushunchalarni oʻrganish uchun foydaliroq boʻlgani, lekin bitta ketma-ketlikning umumiy ustunligi aniqlanmagani koʻrsatilgan [10]. Shuning uchun doim avval simulyatsiya, keyin real tajriba oʻtkazish shart emas. Induksiyada simulyatsiya asosiy bogʻlanishni koʻrsatish uchun tajribadan oldin ishlatilishi mumkin. Real asbobdagi natija tushunarsiz boʻlsa, u keyinroq izohlash vositasi boʻladi. Oy fazalarida jismoniy model kuzatuvchining oʻrnini tushunishga, raqamli tasvir esa bir nechta holatni tez taqqoslashga yordam beradi. Demak, tartib yangi dastur ishlatish istagiga emas, talaba nimani tushunishda qiynalayotganiga qarab belgilanadi. Ikki vositaning darsdagi vazifasi oldindan ajratiladi.

Talaba xato qilganda berilgan yordam keyingi ishida koʻrinishi kerak. Black va Wiliamning formativ baholash nazariyasi tekshirish natijasidan ta’limni yaxshilash uchun foydalanishni asoslaydi [8]. Formativ baholash - dars davomida xatoni aniqlash va uni tuzatishga yordam berishdir. Masalan, talaba natijaning sababini izohlay olmasa, kuzatuv bilan fikrini solishtirish soʻraladi. Tajriba shartlarini aralashtirsa, rejasini qayta tuzadi. Model natijasini haqiqiy oʻlchov bilan chalkashtirsa, ma’lumot qayerdan olinganini belgilaydi. Oʻqituvchi izoh bergach, talaba ishini tuzatib qayta topshiradi. Shunda yordam foydali boʻlgan-boʻlmagani tekshiriladi. Tez-tez test oʻtkazishning oʻzi bunday baholashni ta’minlamaydi. Testdan olingan ma’lumot keyingi topshiriqni yoki tushuntirish usulini oʻzgartirishi kerak. Asosiy e’tibor bahoni e’lon qilishga emas, talabaning keyingi qadamini aniqlashga qaratiladi.

Tadqiqotchilik koʻnikmalarini baholash uchun toʻrtta mezon taklif etamiz: tekshiriladigan bashorat tuzish, sinov shartlarini boshqarish, natijani dalil bilan tushuntirish va bilimni yangi vaziyatda qoʻllash. Avvalgi ishimizga [2] tayangan holda talabaning bajarilgan va qayta ishlangan topshiriqlari elektron portfolioda jamlanadi. Har bir mezonni yordam bilan bajarish, mustaqil bajarish va xulosa chegarasini tushuntirish darajalarida baholash mumkin. Tajriba guruhda oʻtkaziladi, boshlangʻich bashorat va yakuniy izoh esa har bir talabadan alohida olinadi. Bu har bir talabaning tushunishini aniqlashga yordam beradi. Mezonlarni amalda sinash va oʻqituvchilar ularni bir xil qoʻllay olishini tekshirish zarur; hozircha ular standart baholash vositasi emas.

Metodikani tekshirishda darsdan oldingi, keyingi va biroz vaqt oʻtgach yangi vaziyatda bajarilgan ishlarni taqqoslash mumkin. Bunda mavzu, vaqt, oʻqituvchi yordami va talabalarning avvalgi tayyorgarligi hisobga olinadi. Aks holda farqni faqat dastur ta’siri bilan izohlab boʻlmaydi. Muilwijk va Lazonder meta-tahlili asosan tushunchalarni oʻzlashtirishni oʻrgangan [3]. Amaliy va

muloqot koʻnikmalari esa alohida tekshirilishi kerak. Dasturga qiziqish, tajriba rejasining sifati va fizik izohning toʻgʻriligi ham bir xil koʻrsatkich emas. Maqolada yangi samaradorlik foizlari emas, izlanish bosqichlarini topshiriqlar va baholash mezonlari bilan bogʻlagan dars tartibi taklif etiladi.Xulosa qilib aytganda, virtual laboratoriya talaba aniq maqsad bilan ishlaganda foydali boʻladi. Savol qoʻyish, bashorat qilish, tajriba shartlarini nazorat qilish va natijani asoslash oʻzaro bogʻliq boʻlishi kerak. Tadqiqotlar ham vositani mavzuga mos tanlash va oʻqituvchi yordamining ahamiyatini koʻrsatadi. BKTMT va raqamli topshiriqlar boʻyicha oldingi ishlarimiz asosida induksiya va Oy fazalarini oʻrganishning izchil tartibi taklif etildi. Metodikaning foydasi talabaning bashorati, kuzatuv qaydlari, tuzatilgan izohi va yangi vazifani tushuntirishidagi oʻzgarishlar orqali baholanadi. Bunda platformadagi faollik mustaqil ilmiy fikrlashning oʻrnini bosmasligi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Xoliqov, Q. T. Elektrolitlarda elektr toki mavzusini oʻqitishda notoʻgʻri tasavvurlar va ularni bartaraf etish metodikasi // Maktabgacha va maktab ta’limi. – 2026. – № 2(2). – B. 317–322.

2. Xoliqov, Q. T. Raqamli texnologiyalar asosidagi topshiriqlar tizimi va boʻlajak fizika oʻqituvchilari bilimini baholash metodikasini takomillashtirish // Fan va ta’lim integratsiyasi. – 2026. – № 4(2). – B. 234–239.

3. S. E. Muilwijk, A. W. Lazonder Learning from physical and virtual investigation: A meta-analysis of conceptual knowledge acquisition // Frontiers in Education. – 2023. - –Vol. 8. –Art. 1163024.

4. N. D. Finkelstein, W. K. Adams, C. J. Keller [et al.]When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment// Physical Review Special Topics – Physics Education Research. – 2005. – Vol. 1, № 1. – Art. 010103.

5. N. S. Podolefsky, K. K. Perkins, W. K. Adams, Factors promoting engaged exploration with computer simulations // Physical Review Special Topics – Physics Education Research. – 2010. – Vol. 6, № 2. – Art. 020117.

6. A. W. Lazonder, R. Harmsen, Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance // Review of Educational Research. – 2016. – Vol. 86, № 3. – P. 681–718.

7. M. Pedaste, M. Mäeots, L. A. Siiman [et al.] Phases of inquiry–based learning: Definitions and the inquiry cycle/ // Educational Research Review. – 2015. – Vol. 14. – P. 47–61.

8. P. Black, D. Wiliam Developing the theory of formative assessment // Educational Assessment, Evaluation and Accountability. – 2009. – Vol. 21. – P. 5–31.

9. K. C. Trundle, R. K. Atwood, J. E. Christopher, Preservice elementary teachers’ conceptions of moon phases before and after instruction // Journal of Research in Science Teaching. – 2002. – Vol. 39, № 7. – P. 633–658.

10. S. Wörner, J. Kuhn, K. Scheiter The Best of Two Worlds: A Systematic Review on Combining Real and Virtual Experiments in Science Education // Review of Educational Research. – 2022. – Vol. 92, № 6. – P. 911–952.

FIZIKA VA ASTRONOMIYA TA’LIMINING RAQAMLI TRANSFORMATSIYASIDA VIRTUAL O‘QUV MUHITINI TIZIMLI LOYIHALASH MODELI

Xoliqov Qurbonboy To‘ychiyevich
Samarqand davlat pedagogika instituti fizika kafedrasi dotsenti, f.m.f.n., dotsent

Annotatsiya. Maqolada fizika va astronomiya darslarida virtual o‘quv muhitini qanday tashkil etish masalasi yoritiladi. Asosiy e’tibor raqamli vositalarni ko‘paytirishga emas, ularni dars maqsadi, talabaning faoliyati va baholash bilan bog‘lashga qaratiladi. Avvalgi tadqiqotlarimiz Biggs, Mishra, Koehler, Mayer va boshqa olimlarning qarashlari bilan taqqoslanadi. Fizik tajriba va astronomik modellashtirish misolida resurs tanlash, topshiriq berish, bajarilgan ishni tekshirish va xatolarni tuzatish tartibi taklif etiladi. Shuningdek, platformadagi faollik bilan haqiqiy bilim o‘rtasidagi farq tushuntiriladi. Maqola ilmiy manbalar tahliliga asoslangan metodik taklifdir. Uning dars natijalariga ta’siri keyingi tajriba-sinovda tekshirilishi lozim.

Kalit so‘zlar: raqamli ta’lim, virtual o‘quv muhiti, darsni loyihalash, raqamli resurs, o‘quv natijasi, baholash, o‘quv analitikasi, teskari aloqa.

Fizika va astronomiya darslariga video, simulyatsiya va elektron testlarni kiritishning o‘zi yetarli emas. Muhimi, talaba ulardan foydalanib nimani o‘rganadi va o‘rganganini qanday ko‘rsatadi? Masalan, tajribani tomosha qilish bilan uning sababini tushuntirish bir xil natija emas. Bu borada olib borgan oldingi tadqiqotlarimizda ham raqamli materialning ko‘pligi uning ta’lim uchun foydali ekanini bildirmasligi, dars maqsadi, mazmuni, talaba faoliyati, texnologiya, baholash va natijani birgalikda rejalashtirish taklif etilgan edi [1, 2]. Ushbu maqolada shu fikrlar boshqa olimlarning ishlari bilan taqqoslanadi. Virtual darsni rejalashdan boshlab, talabaning ishini tekshirish va unga yordam berishgacha bo‘lgan tartibni aniqlashtirish asosiy vazifa sifatida qabul qilinadi. Buning uchun mavzuga mos nazariy ishlar va tadqiqotlar sharhi o‘rganildi.

Darsni rejalashtirishda avvalo kutilayotgan natijani belgilash kerak. Biggsning konstruktiv moslashtirish yondashuviga ko‘ra dars maqsadi, o‘quv topshirig‘i va baholash bir-biriga mos bo‘lishi lozim [3]. Masalan, elektromagnit induksiyani o‘rganayotgan talaba qonunni aytib berish bilan cheklanib qolmasdan magnit oqimining o‘zgarishini kuzatilgan hodisa bilan bog‘lab tushuntira olishi zarur. Shunday maqsad qo‘yilsa, topshiriq ham tajribani bajarish va natijani izohlashga yo‘naltiriladi. Baholashda esa faqat test javobi emas, tajriba qaydlari va talabaning tushuntirishi tekshiriladi. Shu asosda o‘quv natijasini belgilash,

unga mos topshiriq tanlash, bajarilgan ishni mezon bilan tekshirish va keyingi yordamni aniqlash ketma-ketligi taklif etiladi. Bu tartib oldingi modelning qismlarini almashtirmaydi, balki ularni darsda qanday bog‘lashni ko‘rsatadi.

Maqsad aniq bo‘lgach, unga mos raqamli vosita tanlanadi. Mishra va Koehlerning TPACK yondashuvi fan mazmuni, o‘qitish usuli va texnologiyani birga hisobga olishni taklif qiladi [4]. Demak, imkoniyati ko‘p dastur har bir mavzu uchun eng yaxshi vosita bo‘lavermaydi. Oy fazalarini o‘rganishda kuzatuvchi holatini o‘zgartirish muhim bo‘lsa, fizik tajribada bir parametrni o‘zgartirib, natijani qayd etish zarur bo‘lishi mumkin. O‘qituvchi dastlab talaba qanday ish bajarishini aniqlaydi, so‘ng shu ishga qulay vositani tanlaydi. Bunda dasturni ishga tushira olishning o‘zi yetmaydi. Uning qaysi savolga javob topishga yordam berishi, nimalarni ko‘rsata olmasligi va zarur bo‘lsa qaysi vosita bilan almashtirilishi ham tushuntirilishi kerak. Shunda texnologiya darsning maqsadiga xizmat qiladi, maqsad esa dastur imkoniyatiga qarab tasodifan tanlanmaydi.

Tanlangan materialni tushunarli taqdim etish ham muhim. Mayerning multimedia ta’limi bo‘yicha ishlari matn va tasvirni bir-biriga mos berish, ortiqcha qismlarni kamaytirish va murakkab jarayonni bosqichma-bosqich ko‘rsatishga asos beradi [5]. Sweller va hammualliflar esa inson bir vaqtda cheklangan miqdordagi yangi axborotni qayta ishlay olishini ta’kidlaydi [6]. Buni kognitiv yuklama, ya’ni o‘rganish paytida aqliy faoliyatga tushadigan yuk bilan izohlash mumkin. Masalan, bitta ekranda uzun matn, harakatlanuvchi tasvir va bir nechta formula berilsa, asosiy fikrni ajratish qiyinlashadi. Shuning uchun hodisadagi o‘zgarishni ko‘rsatib, keyin uni model va formula bilan bog‘lash ma’qul. Biroq barcha talabaga bir xil yordam kerak emas. Mavzuni yaxshi biladigan talaba bir nechta tasvirni mustaqil taqqoslashi mumkin; tayyorgarligi pastroq talabaga esa oldindan qisqa izoh beriladi.

Bu talablarni amalda qo‘llash uchun har bir resursga qisqa tavsif, ya’ni didaktik pasport tuzishni taklif qilamiz. Unda talaba nimani o‘rganishi, qaysi ishni bajarishi, qanday natijani topshirishi va ish qanday baholanishi yoziladi. Avvalgi tadqiqotimizdagi resurs pasporti g‘oyasi [1] shu yerda darsni rejalashning oddiy vositasi sifatida ishlatiladi. Masalan, induksiya simulyatsiyasi uchun magnit holatini o‘zgartirish, kuzatuvni qayd etish va natijani tushuntirish vazifalari belgilanadi. Dastur biror kattalikning sonli qiymatini bermasa, talabadan uni o‘lchangan ma’lumot sifatida yozish so‘ralmaydi. Oy fazalari modelida esa yorug‘lik manbai, Oyning yoritilgan qismi va kuzatuvchiga ko‘rinadigan qism ajratiladi. Bunday tavsif o‘qituvchi uchun reja, talaba uchun yo‘riqnoma bo‘ladi. Dastur almashtirilsa ham, topshiriqning maqsadi va baholash talabi o‘zgarib ketmaydi.

Raqamli vositani tanlashda real tajribaning o‘rni ham saqlanishi kerak. De Jong, Linn va Zacharia real hamda virtual laboratoriyalarning imkoniyatlarini taqqoslab, ularni bir-birini to‘ldiradigan vositalar sifatida ko‘rib chiqadi [8]. Simulyatsiyada parametrlar orasidagi bog‘lanishni tez tekshirish mumkin. Real

tajribada esa talaba asbobni sozlaydi, o‘lchov oladi va tajriba sharoitini hisobga oladi. Astronomiyada ham dastur hisoblab ko‘rsatgan osmon tasviri bilan bevosita kuzatuv qaydi bir xil manba emas. Shu sababli hisobotda har bir natijaning qayerdan olingani yozilishi lozim: u kuzatuvmi, hisoblashmi yoki model natijasimi? Bu talab modelning ahamiyatini kamaytirmaydi. Aksincha, undan olingan xulosani qaysi sharoitda qo‘llash mumkinligini tushuntiradi. Talaba raqamli tasvirni tayyor haqiqat deb emas, muayyan shartlarga asoslangan tushuntirish vositasi deb ko‘rishga o‘rganadi.

Bunday darsni tashkil etish o‘qituvchining tayyorgarligiga bog‘liq. Redecker ishlab chiqqan “Pedagoglarning raqamli kompetensiyalari bo‘yicha Yevropa modeli- DigCompEdu” doirasida raqamli resurs tanlash, darsni olib borish, baholash va talabaga yordam berish bir-biriga bog‘liq ko‘nikmalar sifatida qaraladi [7]. O‘qituvchi faqat dasturni bilishi emas, talabaning qayerda qiynalayotganini aniqlay olishi ham kerak. Ayrim talabalar fikrini izohlangan chizma bilan, boshqalari esa og‘zaki tushuntirish bilan aniqroq ifodalaydi. Natija bir xil bo‘lsa, bunday imkoniyatlardan foydalanish mumkin, lekin baholash mezoni oldindan aytiladi. Interneti sekin ishlaydigan talabaga yengilroq fayl yoki videoning matnli izohini berish ham shu maqsadga xizmat qiladi. Bu yerda qulaylik darsdan tashqari qo‘shimcha xizmat emas. U talabaning topshiriqni bajara olishi uchun zarur shartdir. Shuning uchun texnik imkoniyatlar bilan o‘quv ehtiyojlari birgalikda hisobga olinadi.

Baholash dars boshida qo‘yilgan maqsadga qaytishi kerak. Boshlang‘ich savol talabaning avvalgi bilimini, tajriba qaydlari bajargan ishini, yakuniy izoh esa mavzuni qanday tushunganini ko‘rsatadi. Bir xil past baho olgan ikki talabaning qiyinchiligi turlicha bo‘lishi mumkin. Biri grafikni noto‘g‘ri o‘qigan, boshqasi tajribadagi o‘zgaruvchilarni aralashtirgan bo‘lishi ehtimol. Birinchisiga grafikni tahlil qilish, ikkinchisiga esa tajriba rejasini qayta tuzish bo‘yicha yordam kerak. Shuning uchun baholashda «xato qayerda?» va «uni tuzatish uchun nima qilish kerak?» savollari birga qo‘yiladi [2; 3]. Bu yondashuv bahoni yakuniy raqamdan foydali ko‘rsatmaga aylantiradi. Avtomatik testlar ayrim javoblarni tez tekshiradi, ammo talabaning ilmiy izohini har doim ham to‘liq baholay olmaydi. Bunday ishda o‘qituvchining mazmuniy tahlili zarur bo‘lib qoladi.

Platformada bajarilgan ishlar haqidagi qaydlar ham yordam beradi. Ularni o‘rganish o‘quv analitikasi deb yuritiladi. Masalan, talaba topshiriqni necha marta bajargani yoki qaysi materialga qaytgani ko‘rinishi mumkin. Ifenthaler va Yau bu ma’lumotlardan o‘qishga yordam berishda foydalanish imkoniyatlarini ko‘rsatib, ularning samarasini puxta tekshirish kerakligini ta’kidlaydi [9]. Drugova va hammualliflar ko‘rib chiqqan 49 tadqiqotning faqat bir qismida dars loyihasiga amaliy o‘zgartirish kiritilgan, bu o‘zgarishning foydasi esa juda kam ishda tekshirilgan [10]. Demak, ma’lumot yig‘ish hali dars yaxshilandi degani emas. Ko‘p urinish mustaqil izlanishni ham, bir xatoni qayta-qayta qilishni ham anglatishi mumkin. Shu sababli platforma qaydlari talabaning yozma ishi va tushuntirishi bilan solishtiriladi. Yordam turi faqat shu tahlildan keyin tanlanadi.

Tekshirish natijasi ba’zan bitta talabaga emas, butun dars rejasiga o‘zgartirish kiritishni talab qiladi. Agar ko‘pchilik bir xil grafikda adashsa, avval grafikdagi birliklar, izohlar va oldingi topshiriqlar tekshiriladi. Muammo faqat ayrim talabalarda bo‘lsa, ularga alohida yordam berish kifoya qilishi mumkin. Shunday qilib, ish tartibi oddiy ketma-ketlikda boradi: qiyinchilikni aniqlash, sababini tushunish, kerakli o‘zgarishni kiritish va natijani qayta tekshirish. Bu taklif analitika bilan darsdagi haqiqiy o‘zgarish orasidagi uzilishni kamaytirishga qaratilgan [10]. O‘qituvchi nima o‘zgartirilganini va nima sababdan o‘zgartirilganini qayd etib borsa, keyingi qarori aniqroq bo‘ladi.

Taklif etilgan tartibni dastlab bittadan fizik va astronomik mavzuda sinab ko‘rish mumkin. Bunda darsdan oldingi bilim, bajarilgan tajriba, yakuniy tushuntirish va o‘xshash yangi vazifadagi javob taqqoslanadi. Boshqa usul bilan solishtirilganda dars vaqti, o‘qituvchi yordami va talabalarning boshlang‘ich tayyorgarligi hisobga olinishi lozim. Ishlarni tekshiradigan o‘qituvchilar bir xil mezondan foydalanishi ham muhim. Talabaning dasturga qiziqishi, faol qatnashishi va mavzuni tushunishi alohida kuzatiladi. Chunki dastur yoqqani yoki undan ko‘p foydalanilgani bilim chuqurlashganini o‘z-o‘zicha isbotlamaydi [9; 10]. Hozirgi maqolada bunday sinov natijalari keltirilmaydi. Bu yerda taklif etilayotgan narsa - darsni qanday rejalash, nimani tekshirish va natijaga qarab qanday yordam berishni ko‘rsatadigan metodik tartibdir. Uning amaliy foydasi keyingi sinovda aniqlanadi.

Xulosa qilib aytganda, fizika va astronomiya ta’limida raqamli o‘zgarishning mazmuni ko‘proq dastur ishlatish emas. Asosiy vazifa dars maqsadi, topshiriq va baholashni bir-biriga bog‘lashdir. Biggs bu moslikni, Mishra va Koehler fan mazmuniga mos vosita tanlashni, Mayer hamda Sweller esa materialni tushunarli berish shartlarini yoritadi. Analitika bo‘yicha tadqiqotlar platforma qaydlarini ehtiyotkor talqin qilish kerakligini ko‘rsatadi. Ushbu qarashlarni avvalgi ishlarimiz bilan bog‘lash virtual darsni tashkil etishning izchil yo‘lini beradi. Talaba nima bajarishi, uning ishi qanday tekshirilishi va qiyinchilik yuzaga kelganda qanday yordam olishi oldindan aniqlanadi. Bunday tartib darsdagi uzilishni topish va uni maqsadli tuzatishga xizmat qiladi. Natijaning haqiqatan yaxshilanganini esa tajriba-sinov va talabalarning mustaqil ishlari tahlili ko‘rsatishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Xoliqov Q. T. Fizika fanini virtual o‘rganish muhiti va raqamli kontentning didaktik talablari // Pedagogy and Educational Technologies. – 2026. – Vol. 2, № 2. – B. 21-31.

2. Холиков К. Т., Туракулова Ш., Педагогическая модель цифровизации учебных курсов физики: системно-компонентный подход // Современное педагогическое образование. – 2026. –№ 7. – С. 71–75.

3. Biggs J. Enhancing teaching through constructive alignment // Higher Education. – 1996. – Vol. 32. – P. 347–364.

4. Mishra P., Koehler M. J., Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge // Teachers College Record. –2006. – Vol. 108, № 6. – P. 1017–1054.

5. Mayer R. E. Multimedia Learning / R. E. Mayer. – 3rd ed. – Cambridge : Cambridge University Press, 2020. – 450 p.

6. Sweller J. Merriënboer J. J. G., Paas F. Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later // Educational Psychology Review. – 2019. –Vol. 31. – P. 261–292.

7. Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators / –Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2017.

8. de Jong, T. Linn M. C., Zacharia Z. C. Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education // Science. – 2013. – Vol. 340, № 6130. – P. 305–308.

9. Ifenthaler D., Yau J. Utilising learning analytics to support study success in higher education: a systematic review//Educational Technology Research and Development. – 2020. – Vol. 68. – P. 1961–1990.

10. E. Drugova, I. Zhuravleva, U. Zakharova, A. Latipov Learning analytics driven improvements in learning design in higher education: A systematic literature review // Journal of Computer Assisted Learning. – 2024. – Vol. 40, № 2. – P. 510–524.

XONADONLARDAGI ELEKTR ZANJIRLARI VA ULARNI ULASH MAVZUSINI O‘QITISHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA INNOVATSION YONDASHUVLAR

Xoliqulov Jahongir
Nizomiy nomidagi O‘zbekiston milliy pedagogika universiteti,
Fizika yo‘nalishi talabasi, Toshkent
Ilmiy rahbar: Xushvaqtov O‘ral Norqobilovich, dotsent

Annotatsiya. Mazkur tezisda umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika fanini o‘qitish jarayonida muhim nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo‘lgan “Xonadonlardagi elektr zanjirlari va ularni ulash” mavzusini zamonaviy raqamli texnologiyalar hamda innovatsion pedagogik yondashuvlar asosida o‘qitishning ilmiy-metodik jihatlari keng yoritilgan. Bugungi kunda ta’lim tizimida raqamlashtirish jarayonlarining jadallashuvi, axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining ta’lim mazmuniga integratsiyalashuvi hamda o‘quvchilarda amaliy kompetensiyalarni shakllantirishga bo‘lgan ehtiyoj fizika fanini o‘qitishda yangi pedagogik yondashuvlardan foydalanishni taqozo etmoqda. Shu nuqtayi nazardan, mazkur mavzuni o‘qitishda o‘quvchilarning nazariy bilimlarini kundalik hayotiy vaziyatlar bilan bog‘lash, fizik qonuniyatlarni amaliy misollar orqali tushuntirish, elektr energiyasidan oqilona foydalanish madaniyatini

shakllantirish va elektr xavfsizligi bo‘yicha bilimlarini mustahkamlash masalalariga alohida e’tibor qaratilgan.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, elektr zanjiri, raqamli texnologiyalar, innovatsion yondashuv, virtual laboratoriya, elektr toki, parallel ulash, ketma-ket ulash, interaktiv ta’lim.

Kirish

Bugungi kunda ta’lim jarayoniga zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish fizika fanini o‘qitish samaradorligini oshirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Fizika fanining amaliy hayot bilan uzviy bog‘liqligi o‘quvchilarda nazariy bilimlarni kundalik turmushda qo‘llash ko‘nikmalarini shakllantirishni talab etadi.

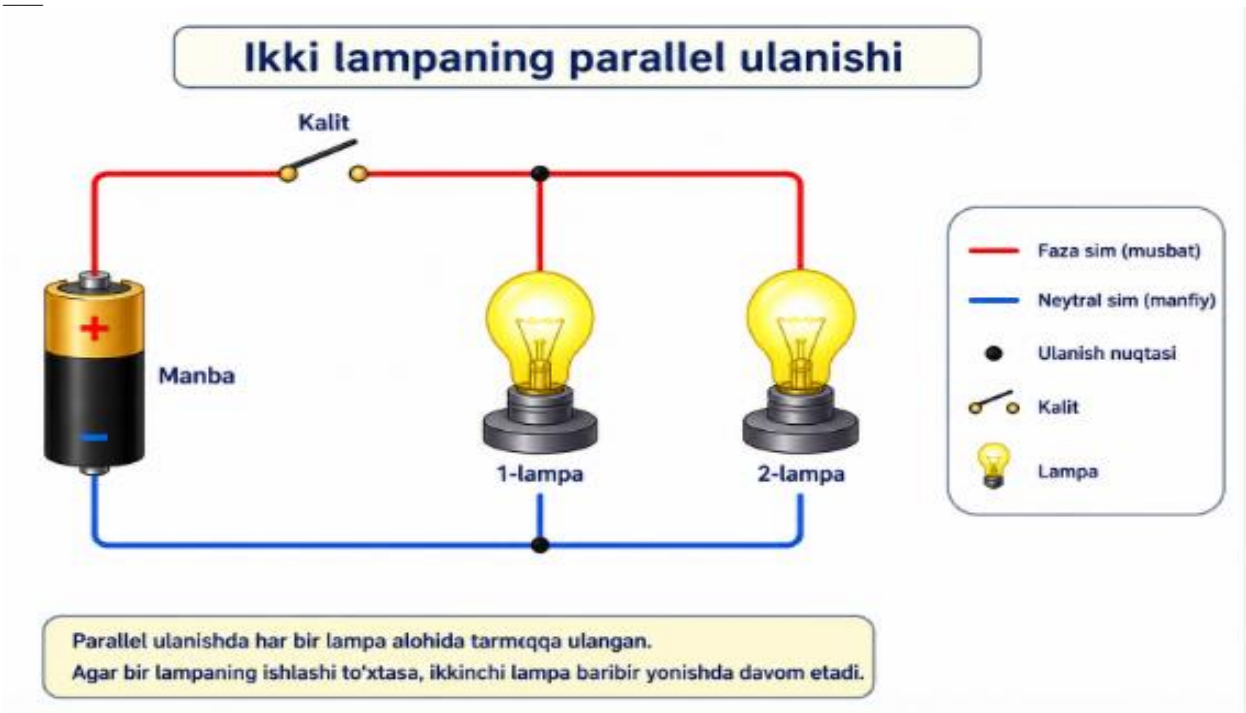
Xususan, xonadonlardagi elektr zanjirlari va ularni ulash mavzusi o‘quvchilarga elektr energiyasidan foydalanish, elektr jihozlarining ishlash prinsipi, elektr xavfsizligi hamda elektr energiyasini tejash haqida tushuncha berishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu mavzuni raqamli texnologiyalar asosida o‘qitish o‘quvchilarning fizik hodisalarni chuqurroq anglashiga va mustaqil fikrlash qobiliyatini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Asosiy qism

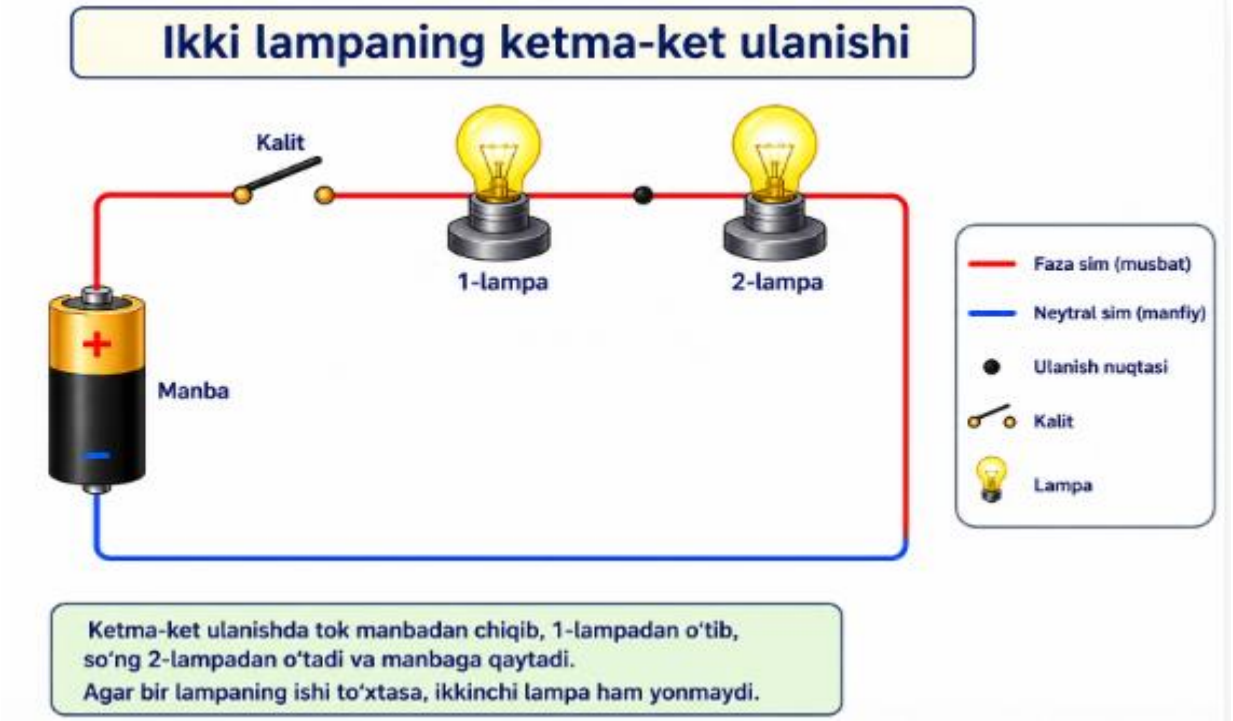
Xonadonlardagi elektr zanjirlari mavzusini o‘qitishda o‘quvchilar elektr iste’molchilarining ketma-ket va parallel ulanishi, elektr zanjirining asosiy elementlari hamda xonadon elektr tarmog‘ining ishlash prinsiplari bilan tanishadilar. Kundalik hayotda yoritish lampalari va boshqa elektr jihozlarining, asosan, parallel ulanishi har bir iste’molchining mustaqil ishlashini ta’minlaydi. Bu jarayonlarni an’anaviy tushuntirish bilan bir qatorda raqamli vositalar yordamida namoyish etish mavzuning o‘zlashtirilishini osonlashtiradi.

Mavzuni o‘qitishda PhET Interactive Simulations kabi virtual laboratoriya vositalaridan foydalanish mumkin. Mazkur simulyatsiyalar yordamida o‘quvchilar elektr zanjirlarini virtual muhitda yig‘ish, elektr manbai, kalit, lampochka va ulovchi simlarning vazifalarini o‘rganish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Shuningdek, ketma-ket va parallel ulangan zanjirlarning ishlashini taqqoslab, ulardagi fizik qonuniyatlarni mustaqil kuzatishlari mumkin.

Masalan, o‘quvchilarga ikkita lampochkani ketma-ket va parallel ulash topshirig‘i beriladi. Virtual laboratoriyada har ikki holat modellashtiriladi va lampochkalarning ishlashidagi farqlar kuzatiladi. Natijada o‘quvchilar parallel ulanishda bir lampochkaning zanjirdan uzilishi ikkinchi lampochkaning ishlashiga bevosita ta’sir qilmasligini (1-rasmda) korishimiz mumkin. Ketma-ket ulanishda esa zanjirning bir nuqtasida uzilish yuz bersa, tokning butun zanjir bo‘ylab o‘tishi to‘xtashini tushunib oladilar. (2-rasm)



1-rasm



2-rasm

Innovatsion yondashuvlardan biri muammoli ta’lim metodidir. Dars jarayonida o‘quvchilarga “Nima sababdan xonadonlarda elektr lampalari parallel ulanadi?” yoki “Nima uchun bir xonadagi chiroq o‘chirilganda boshqa xonadagi elektr jihozlari ishlashda davom etadi?” kabi muammoli savollar beriladi. O‘quvchilar o‘z taxminlarini ilgari surib, elektr zanjirlarining sxemalarini tahlil qilish orqali ilmiy xulosaga keladilar.

Shuningdek, loyiha asosida o‘qitish metodidan foydalanib, o‘quvchilarga “Xonadon elektr zanjirining soddalashtirilgan modeli” loyihasini ishlab chiqish

topshirig‘i berilishi mumkin. Bunda ular elektr manbai, kalit va lampochkalardan tashkil topgan xavfsiz, past kuchlanishli o‘quv modelini yaratadilar. Ushbu faoliyat o‘quvchilarning ijodkorligi, jamoada ishlash, muammoni hal qilish va texnik tafakkur ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

Mavzuni mustahkamlashda interaktiv testlar, elektron taqdimotlar va raqamli topshiriqlardan foydalanish ham samarali hisoblanadi. Masalan, elektr zanjiri sxemalarini moslashtirish, zanjirdagi xatolarni aniqlash va elektr jihozlarining ulanish usullarini farqlashga oid topshiriqlar o‘quvchilarning bilimlarini tezkor baholash imkonini beradi.

Mavzuning muhim jihatlaridan biri elektr xavfsizligi qoidalarini o‘rgatishdir. O‘quvchilarga xonadon elektr tarmog‘ining yuqori kuchlanishli qismlarida tajriba o‘tkazish mumkin emasligi, elektr jihozlaridan foydalanishda xavfsizlik qoidalariga rioya qilish zarurligi tushuntiriladi. Amaliy mashg‘ulotlar faqat xavfsiz, past kuchlanishli o‘quv qurilmalari yoki virtual laboratoriyalar orqali tashkil etilishi lozim.

Xulosa. “Xonadonlardagi elektr zanjirlari va ularni ulash” mavzusini raqamli texnologiyalar va innovatsion pedagogik yondashuvlar asosida o‘qitish fizika ta’limining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Virtual laboratoriyalar, interaktiv simulyatsiyalar, muammoli ta’lim va loyiha metodlari o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy ko‘nikmalar bilan uyg‘unlashtiradi.Mazkur yondashuvlar orqali o‘quvchilarda fizik hodisalarni mustaqil tahlil qilish, elektr zanjirlarining ishlash prinsiplarini tushunish, elektr energiyasidan oqilona foydalanish va xavfsizlik qoidalariga rioya qilish kompetensiyalari shakllanadi. Shu sababli zamonaviy raqamli vositalardan maqsadli foydalanish fizika fanini hayotiy misollar bilan boyitish va o‘quvchilarning fanga bo‘lgan qiziqishini oshirishning muhim vositasi hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Xolmuratov X. S., Ismailov E. D., Matnazarov A. R., Matkarimova S. U. Texnik fanlarni o‘qitishda innovatsion texnologiyalar. Science and Education, 2024. https://openscience.uz/index.php/sciedu/article/view/7094
2. Farmonov U., Xudoyberdiyev A. Fizika darslarida innovatsion metodlarni qo‘llash. Физико-технологического образование, 2021. https://pshedu.jdpu.uz/index.php/phys-tech/article/view/3164
3. Zamonaviy ta’lim texnologiyalarining fizikani o‘qitishdagi o‘rni. Jizzax davlat pedagogika universiteti. https://jdpu.uz/zamonaviy-talim-texnologiyalarining-fizikani-oqitishdagi-orni/

FUNDAMENTAL FIZIK DOIMIYLIKLARNING OLAMNI FIZIK BILISHDAGI METODOLOGIK AHAMIYATI

E.N. Xudayberdiyev, B.X. Xamidov
Navoiy davlat universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqoladaa fundamental fizik doimiyliklarning olamni fizik bilishdagi o‘rni nazariy, metrologik va metodik jihatdan tahlil qilinadi. Yorug‘likning vakuumdagi tezligi *c*, Plank doimiysi *h*, gravitatsion doimiylik *G*, elementar zaryad *e* va Boltsman doimiysi *k* fizik nazariyalarning amal qilish chegaralari, tabiatdagi asosiy o‘zaro ta’sirlar va miqdoriy qonuniyatlarni ifodalovchi tayanch parametrlar sifatida qaraladi. Fundamental doimiyliklarni o‘rganish talabalarda tabiat hodisalarini yagona fizik manzara doirasida tushuntirish, nazariya va eksperiment o‘rtasidagi aloqani anglash hamda o‘lchash natijalarini ilmiy baholash kompetensiyalarini rivojlantirish imkonini berishi asoslanadi.

Kalit so‘zlar: fundamental fizik doimiylik, fizik bilish, olamning fizik manzarasi, *c, h, G*, metrologiya, ilmiy dunyoqarash, kompetensiyaviy yondashuv.

Fizika tabiatni bilishning eng muhim shakllaridan biri sifatida hodisalarni faqat tavsiflash bilan cheklanmay, ularning umumiy qonuniyatlarini miqdoriy munosabatlar orqali ochib beradi. Shu jihatdan fundamental fizik doimiyliklar tabiat haqidagi bilimlarning oddiy “sonli ilovasi” emas, balki fizik nazariyalarning mazmunini, amal qilish chegaralarini va o‘zaro bog‘lanishini ifodalovchi epistemologik tayanchlar hisoblanadi. Fundamental doimiyliklarning tabiat qonunlari va fizik nazariyalar tizimidagi roli fizik dunyoqarashni shakllantirishning metodologik asoslaridan biri sifatida qaralishi mumkin [1; 2].

Fundamental doimiyliklarning bilishdagi vazifasi, avvalo, ularning fizik hodisalarning miqyosini belgilashida namoyon bo‘ladi. Yorug‘likning vakuumdagi tezligi c fazo va vaqtning relyativistik birligini ochib, sababiy ta’sir va axborot tarqalishining chegaraviy tezligini belgilaydi. Plank doimiysi h mikrodunyoda ta’sirning kvantlanganligini ifodalab, klassik tasvirdan kvant tasviriga o‘tish chegarasini ko‘rsatadi. Gravitatsion doimiylik G esa massaga ega jismlar o‘rtasidagi gravitatsion o‘zaro ta’sir intensivligini miqdoriy jihatdan belgilaydi. Shu sababli c, h va G birgalikda fizik nazariyalar o‘rtasidagi chegaraviy o‘tishlarni tushuntirish uchun konseptual koordinatalar vazifasini bajaradi [1; 3].

Mazkur yondashuvda klassik mexanika, maxsus va umumiy nisbiylik nazariyalari, kvant mexanikasi hamda kvant gravitatsiyasiga oid izlanishlarni alohida bilimlar majmui sifatida emas, balki fundamental doimiyliklar bilan ifodalanuvchi umumiy nazariy makonning turli chegaraviy holatlari sifatida talqin qilish mumkin. Masalan, h ning ta’siri e’tibordan chetda qoladigan makroskopik chegarada klassik tasvir, c ning chegaraviy ahamiyati seziladigan katta tezliklarda relyativistik tasvir, G ning roli kuchayadigan katta massa va kosmik masofalarda

gravitatsion tasvir ustuvor bo‘ladi. Bunday qarash talabalarga fizik nazariyalarning “raqobat qiluvchi” emas, balki o‘z amal qilish sohalariga ega bo‘lgan o‘zaro bog‘liq bilim tizimlari ekanini anglash imkonini beradi.

Fundamental doimiyliklar olamning fizik manzarasini yaratishda yana bir muhim funksiyani – turli hodisalarni yagona miqdoriy tilga keltirish vazifasini bajaradi. Masalan, elementar zaryad e elektromagnit jarayonlarning diskret zaryad miqyosini, Boltsman doimiysi k esa mikroskopik energiya bilan makroskopik temperatura orasidagi bog‘lanishni ifodalaydi. Nozik struktura doimiysi α kabi o‘lchamsiz kombinatsiyalar esa o‘zaro ta’sirlarning nisbiy kuchini tavsiflab, tabiatdagi mikroskopik tuzilmalarning barqarorligini tushuntirishda muhim rol o‘ynaydi. Shu ma’noda fizik doimiyliklar nafaqat alohida formulalardagi parametrlar, balki tabiatning turli darajadagi tuzilmalarini o‘zaro bog‘laydigan “miqdoriy ko‘priklar”dir.

Fizik bilish nuqtayi nazaridan doimiyliklarning alohida qadriyati ularning nazariya va eksperiment o‘rtasidagi munosabatda namoyon bo‘ladi. Fundamental doimiyliklarning qiymatlari tarixan yuqori aniqlikdagi o‘lchashlar orqali aniqlangan, ularning tavsiya etiladigan qiymatlari esa turli tajriba va nazariy ma’lumotlarni o‘zaro muvofiqlashtirish asosida shakllantiriladi. CODATAning 2022-yil uchun tavsiya etilgan qiymatlari fizik doimiyliklarni aniqlashda eksperimental ma’lumotlar, korrelyatsiyalar va eng kichik kvadratlar usuliga asoslangan global muvofiqlashtirishning ahamiyatini ko‘rsatadi [4]. Bu holat talabalarga fizik bilimning tayyor va o‘zgarmas “berilgan” emas, balki aniq o‘lchash, tekshirish va ilmiy konsensus orqali takomillashib boruvchi tizim ekanini tushuntirishga xizmat qiladi.

Metrologik nuqtayi nazardan fundamental doimiyliklarning maqomi yanada kuchaydi. 2019-yil 20-maydan boshlab Xalqaro birliklar tizimi (SI) yettita aniqlovchi doimiyning aniq son qiymatlariga tayangan holda ifodalanadi. Ular qatoriga 133Cs atomining giper-nozik o‘tish chastotasi, vakuumdagi yorug‘lik tezligi c, Plank doimiysi h, elementar zaryad e, Boltsman doimiysi k, Avogadro doimiysi N_A va monoxromatik nurlanishning yorug‘lik samaradorligi K_cd kiradi [5]. Bu o‘zgarish o‘lchov birliklarini moddiy etalonlardan tabiatning barqaror qonuniyatlari bilan bog‘langan doimiyliklarga ko‘chirdi. Muhim jihat shundaki, gravitatsion doimiylik G SI ning aniqlovchi doimiysi emas; uning qiymati hozir ham eksperimental noaniqlik bilan aniqlanadi [4; 5].

Mazkur metrologik o‘zgarish fizik bilishning mohiyatini yoritishda kuchli didaktik imkoniyat yaratadi: inson tomonidan yaratilgan o‘lchov tizimi tabiatning fundamental xususiyatlari bilan uyg‘unlashtirilmoqda. Masalan, metr c ning aniq qiymati, kilogramm h, amper e, kelvin esa k orqali ta’riflanadi. Demak, fundamental doimiyliklarni o‘rganish o‘lchash birliklarini yodlashdan ko‘ra chuqurroq mazmunga ega bo‘lib, “tabiatni qanday o‘lchaymiz?” savolini “tabiat qonunlarini qanday bilamiz?” savoli bilan bog‘laydi.

Oliy ta’limda ushbu epistemik imkoniyatdan to‘liq foydalanish uchun fizik doimiyliklarni tayyor son qiymatlari sifatida taqdim etish yetarli emas. Ta’lim

jarayonida doimiylikning fizik mazmuni, tarixiy shakllanishi, qaysi nazariyada qanday funksiyani bajarishi, qanday eksperimental usul bilan aniqlanishi, o‘lchash noaniqligi va etalon qiymat bilan qiyoslash mexanizmi birgalikda ochib berilishi lozim. Ana shunda fizik doimiylik talabaning nazariy bilimlari, eksperimental faoliyati va ilmiy tafakkurini birlashtiruvchi didaktik birlikka aylanadi.

Masalan, c ni o‘rganishda faqat 299 792 458 m/s qiymatini berish o‘rniga, uning elektromagnit nazariya va nisbiylikdagi o‘rni, masofa va vaqtni bog‘lashdagi funksiyasi, vaqt-of-flight tajribalaridagi aniqlanish tamoyili hamda metrning zamonaviy ta’rifidagi maqomi bir tizimda o‘rganilishi mumkin. h doimiysi fotoeffekt, qora jism nurlanishi va kvant energiyasi bilan bog‘lanib, tajribaviy grafik qiyalik orqali aniqlanishi mumkin. G esa Kavendish tajribasi misolida juda kichik gravitatsion kuchlarni o‘lchash muammosi, eksperimental sezgirlik va aniqlik tushunchalarini birlashtiradi. Bunday yondashuv fizik doimiyliklarni “formula koeffitsiyenti”dan ilmiy bilish obyekti darajasiga ko‘taradi.

Metodik jihatdan fizik doimiyliklarni o‘rganish quyidagi faoliyat zanjiri asosida tashkil etilishi maqsadga muvofiq: fizik doimiylikni tanlash va uning mazmunini anglash; uni tegishli qonun va nazariya bilan bog‘lash; nazariy-hisoblash masalalarida qo‘llash; real yoki virtual tajribada aniqlash; olingan qiymatni etalon ma’lumot bilan qiyoslash; xatolik va noaniqlikni baholash; yakuniy natijani boshqa fizik vaziyatlarga transfer qilish. Bu ketma-ketlik talabaning kognitiv, operatsion-amaliy, eksperimental-tadqiqotchilik hamda refleksiv-baholash kompetensiyalarini integrativ rivojlantirishga xizmat qiladi.

Shuningdek, fundamental doimiyliklar talabalarda ilmiy dunyoqarashni shakllantirish uchun tabiiy metodologik tayanchdir. Ular fizik nazariyalarning tarixiy rivojlanishini, nazariya bilan tajriba o‘rtasidagi teskari aloqani, o‘lchash aniqligi chegaralarini va ilmiy bilimning tekshiriluvchanligini bir vaqtning o‘zida ko‘rsatadi. Doimiyliklar qiymatining aniqligi ortib borishi yoki ayrim doimiyliklar qiymatining o‘zgaruvchanligini tekshirishga qaratilgan zamonaviy izlanishlar esa fizik qonunlarning universalligi masalasini ochadi. Shu sababli fizik doimiyliklarni o‘qitish ilmiy dunyoqarashni shakllantirishning yordamchi elementi emas, balki uning mazmuniy markazlaridan biri sifatida qaralishi mumkin.

Shu nuqtayi nazardan, fundamental doimiyliklar asosida qurilgan ta’lim mazmuni ilmiy dunyoqarash, predmet kompetensiyasi va metrologik madaniyatni birlashtirish imkoniga ega. Talaba doimiylikning son qiymatini bilish bilan bir qatorda uning qayerdan kelib chiqishini, qaysi nazariy munosabatlarda qatnashishini, qanday tajribada aniqlanishini va uning aniqligi ilmiy xulosaga qanday ta’sir etishini tushunadi. Bunday yondashuv fizikani fragmentar mavzular majmui sifatida emas, balki o‘zaro bog‘langan qonunlar, nazariyalar, o‘lchashlar va invariant parametrlar tizimi sifatida o‘zlashtirishga xizmat qiladi.

Fundamental doimiyliklarni eksperimental aniqlashga yo‘naltirilgan real va virtual laboratoriya ishlari bu metodologik mazmunni faoliyatga aylantiradi. Masalan, yorug‘lik tezligini vaqt-of-flight usulida, Plank doimiysini fotoeffekt asosida yoki gravitatsion doimiylikni Kavendish tajribasi modeli orqali aniqlash talabaning nazariy formula bilan o‘lchash natijasi o‘rtasidagi bog‘lanishni amalda ko‘rishiga imkon beradi. Bunda o‘lchash noaniqligi, etalon qiymat bilan qiyoslash va sistematik yoki tasodifiy og‘ishlarni tahlil qilish fizik bilimning eksperimental asoslanganligini yoritadi. Natijada fizik doimiylik o‘quv mazmunining passiv elementi emas, balki bilish faoliyatini tashkil etuvchi metodik vositaga aylanadi.

O‘quv jarayonida fundamental doimiyliklar atrofida tuzilgan muammoli savollar ham ilmiy tafakkurni rivojlantirishning samarali vositasidir: nima uchun aynan shu doimiyliklar mavjud; ularning qiymati boshqacha bo‘lsa tabiatdagi barqaror tuzilmalar qanday o‘zgarardi; nega ayrim doimiyliklar aniq qiymat bilan SI ni ta’riflaydi, ayrimlari esa tajribada noaniqlik bilan aniqlanadi; doimiyliklarning vaqt yoki fazoda o‘zgaruvchanligi qanday eksperimental dalillar bilan tekshiriladi? Bunday savollar talabaning tayyor xulosani qabul qilishidan ko‘ra, fizik bilimning dalillarga asoslangan tabiatini tushunishiga xizmat qiladi.

Bu rakurs fundamental doimiyliklarning epistemik funksiyasini uch pog‘onada ochishga imkon beradi. Birinchi pog‘onada doimiylik hodisaning miqdoriy tavsifini belgilaydi; ikkinchi pog‘onada u tegishli nazariyaning chegaraviy shartlarini aniqlaydi; uchinchi pog‘onada esa turli nazariyalarni yagona fizik manzara doirasida o‘zaro bog‘laydi. Masalan, c faqat yorug‘likning tezligi emas, balki fazo-vaqt tuzilishining invariant xususiyatini ifodalovchi parametr; h faqat energiya kvantini hisoblash koeffitsiyenti emas, balki klassik va kvant tasvirlari orasidagi chegarani belgilovchi kattalikdir. Shuning uchun ularni mazmuniy talqin qilmasdan faqat son qiymatini o‘zlashtirish fizik bilishning metodologik mohiyatini cheklab qo‘yadi.

Fundamental doimiyliklarning olamni fizik bilishdagi yana bir muhim jihati - ular tabiiy hodisalarni turli miqyoslarda qiyoslash uchun universal mezon vazifasini bajarishidir. Makrodunyoda gravitatsion o‘zaro ta’sir, mikrodunyoda kvant effektlari, katta tezliklarda relyativistik hodisalar ustuvor bo‘lishi aynan G, h va c kabi doimiyliklarning fizik jarayonga qo‘shayotgan hissasi bilan bog‘liq. Shu sababli doimiyliklarni fizik nazariyaning ichki strukturasi bilan bog‘lab o‘rganish talabalarga qaysi sharoitda qaysi modelni qo‘llash mumkinligini anglash, nazariyaning amal qilish chegaralarini aniqlash va fizik masalani mos konseptual darajada qo‘yish ko‘nikmasini beradi.

Xulosa qilib aytganda, fundamental fizik doimiyliklar olamni fizik bilish jarayonida uchta o‘zaro bog‘liq funksiyani bajaradi: birinchidan, ular tabiatdagi jarayonlarning fundamental miqyoslari va o‘zaro ta’sirlar intensivligini belgilaydi; ikkinchidan, fizik nazariyalar o‘rtasidagi chegaraviy o‘tish va konseptual birlikni ifodalaydi; uchinchidan, nazariya, eksperiment va metrologiyani yagona ilmiy tizimga bog‘laydi. Ta’limda ushbu funksiyalarni mazmunli ochib berish talabada fizik qonunlarni alohida formulalar yig‘indisi

sifatida emas, balki olamning o‘zaro bog‘langan yaxlit fizik manzarasi sifatida anglash imkonini yaratadi. Shuning uchun fundamental doimiyliklarni konseptual, eksperimental va metrologik yondashuvlar integratsiyasida o‘qitish bo‘lajak fiziklarning ilmiy tafakkuri va predmetga oid kompetensiyalarini rivojlantirishning istiqbolli metodik yo‘nalishlaridan biridir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Томилин К.А. Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах. – М.: Физматлит, 2006. – 368 с.

2. Karshenboim S.G. Fundamental physical constants: their role in physics and metrology and recommended values // Physics-Uspekhi. – 2005. – Vol. 48, No. – P. 255–280. DOI: 10.1070/PU2005v048n03ABEH002053.

3. Зельманов А.Л. К постановке космологической проблемы // Труды 2-го съезда ВАГО. – М.: Мысль, 1964. – С. 227–269.

4. Mohr P.J., Newell D.B., Taylor B.N., Tiesinga E. CODATA recommended values of the fundamental physical constants: 2022 // Reviews of Modern Physics. – 2025. – Vol. 97. – 025002. DOI: 10.1103/RevModPhys.97.025002.

5. Bureau International des Poids et Mesures. The International System of Units (SI). 9th ed., updated 2026. – Sèvres: BIPM, 2026. DOI: 10.59161/AUEZ1291.

6. Karshenboim S.G. Towards a natural system of units for physics and metrology // European Physical Journal Special Topics. – 2008. – Vol. 163. – P. 141–157.

7. Xudayberdiyev I.N. Yadro fizikasi fanini o‘qitish samaradorligini oshirishga kompleks yondashuv: ped. fan. dokt. (DSc) diss. – Toshkent, 2025.

FIZIKA TA’LIMIDA O‘QUVCHILARNING TABIIY-ILMIY SAVODXONLIGINI RIVOJLANTIRISH

Xujanov Erkin Berdiyevich
Nizomiy nomidagi O‘zMPU professori, p.f.f.d. (PhD).

Annotatsiya. Maqolada fizika ta’limida o‘quvchilarning tabiiy-ilmiy savodxonligini rivojlantirishda interfaol metodlar va eksperimental tadqiqotchilik faoliyatini uyg‘unlashtirishning metodik imkoniyatlari yoritiladi. Manba materiallari asosida “aqliy hujum”, “Think–Pair–Share”, “Gallery Walk”, “klaster”, “fishbone” va “konseptual xarita” kabi metodlarning o‘quvchilarning mustaqil, mantiqiy va ijodiy fikrlashiga ta’siri tahlil qilinadi. Shuningdek, namoyish tajribalari, laboratoriya ishlari, mustaqil tajribalar va amaliy kuzatishlarning ilmiy bilish jarayonidagi o‘rni ochib beriladi. Interfaol metodni eksperiment bilan ketma-ket bog‘lash orqali o‘quvchining muammoni aniqlashi,

gipoteza ilgari surishi, kuzatish va o‘lchashlar olib borishi, natijalarni tahlil qilishi hamda ilmiy xulosa chiqarishini ta’minlovchi metodik sikl taklif etiladi.

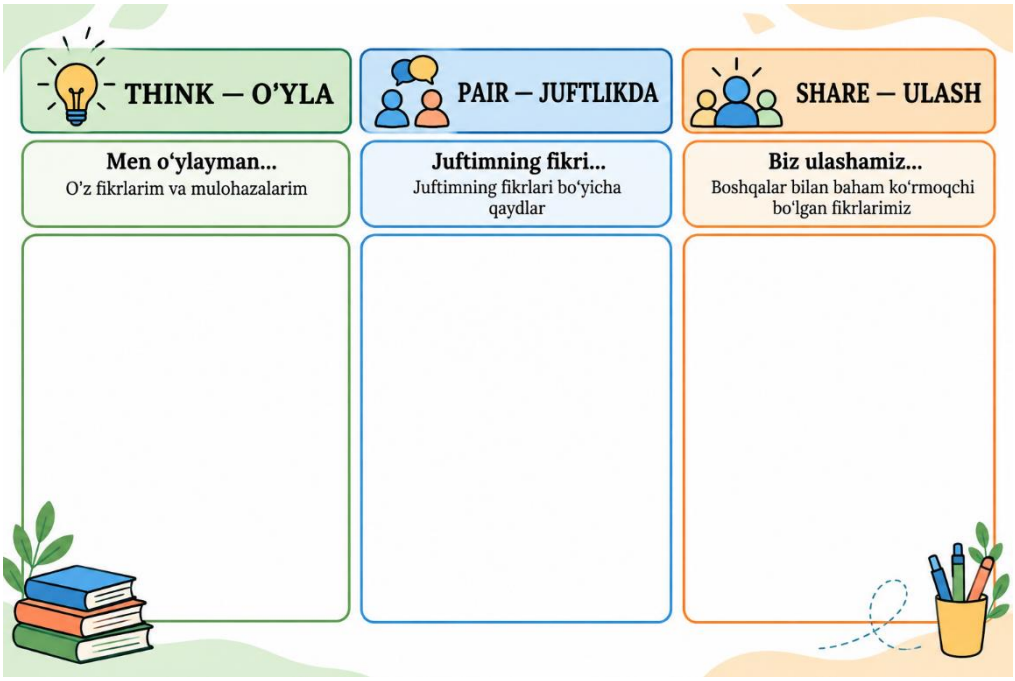
Kalit so‘zlar: tabiiy-ilmiy savodxonlik, fizika ta’limi, interfaol metod, eksperimental tadqiqotchilik, ilmiy tafakkur, ijodkorlik, laboratoriya, hamkorlikdagi ta’lim.

Kirish. Zamonaviy ta’limda o‘quvchining faqat tayyor bilimlarni egallashi yetarli emas. U ilmiy axborotni tahlil qilishi, real hayotiy vaziyatlarda fizik bilimlardan foydalanishi, muammoni aniqlashi, kuzatish va tajriba asosida dalillar to‘plashi hamda asoslangan xulosa chiqarishi zarur. Bitiruv malakaviy ishining nazariy qismida tabiiy-ilmiy savodxonlik bilim, amaliy faoliyat, dalillarga asoslangan fikrlash va ilmiy axborotni tanqidiy tahlil qilish bilan bog‘liq murakkab kompetensiyalar majmui sifatida talqin qilingan. PISA yo‘nalishidagi yondashuv ham bilimni real vaziyatda qo‘llash, tahlil qilish va muammoni hal qilishga e’tibor qaratadi.

Shu nuqtai nazardan, fizika darsini faqat tushuntirish va masala yechish bilan cheklamasdan, o‘quvchini faol bilish subyekti sifatida jalb etish muhimdir. Manbada interfaol metodlar va eksperimental tadqiqotchilik faoliyati o‘quvchilarning ilmiy tafakkuri, ijodkorligi va tabiiy-ilmiy savodxonligini rivojlantirishning o‘zaro bog‘liq yo‘nalishlari sifatida qaraladi.

Asosiy qism. Fizika darsida interfaol metodlarning didaktik imkoniyati o‘quvchini savolga javob beruvchi emas, balki muammoni anglaydigan, fikr ilgari suradigan va uni asoslaydigan faol ishtirokchiga aylantirish bilan belgilanadi. Masalan, “Aqliy hujum” usulida muayyan muammo yuzasidan ko‘plab g‘oyalar ilgari suriladi, keyin ular tahlil qilinadi. “Energiya tejash usullari” mavzusida quyosh energiyasidan foydalanish, LED lampalar va issiqlik izolyatsiyasini yaxshilash kabi takliflar muhokama qilinishi mumkin. Bu jarayon o‘quvchilarda muammoga turli nuqtai nazardan yondashish va jamoada fikr almashish ko‘nikmalarini faollashtiradi.

“Think–Pair–Share” (O‘yla-Juftlash-Ulash) metodida o‘quvchi avval muammo haqida mustaqil o‘ylaydi, keyin juftlikda fikrini muhokama qiladi va yakunda sinf bilan umumiy xulosa chiqaradi. Masalan, “Nima sababdan temir buyumlar quyoshda qizib ketadi?” savoli o‘quvchini issiqlik almashinuvi va nurlanish jarayonlarini izohlashga undaydi. “Gallery Walk” usulida esa kichik guruhlar alohida savollar ustida ishlab, boshqa guruhlarning natijalarini tahlil qiladi. “Mexanik energiya turlari” mavzusida potensial va kinetik energiya, shuningdek energiyaning saqlanishi bo‘yicha savollarni guruhlarda muhokama qilish mumkin.



1-rasm. “Think–Pair–Share” metodi ko‘rinishi

“Konseptual xarita” metodi fizik tushunchalar o‘rtasidagi bog‘lanishlarni grafik shaklda ifodalash imkonini beradi. Manbada “Optik hodisalar” mavzusi uchun markaziy tushuncha sifatida “Optika” olinib, undan yorug‘likning qaytishi, sinishi, dispersiyasi va interferensiya yo‘nalishlari ajratilgan. Bunday grafik tashkil etish o‘quvchiga alohida faktlarni yodlashdan ko‘ra, bilim elementlari o‘rtasidagi tizimli munosabatni ko‘rish imkonini beradi.

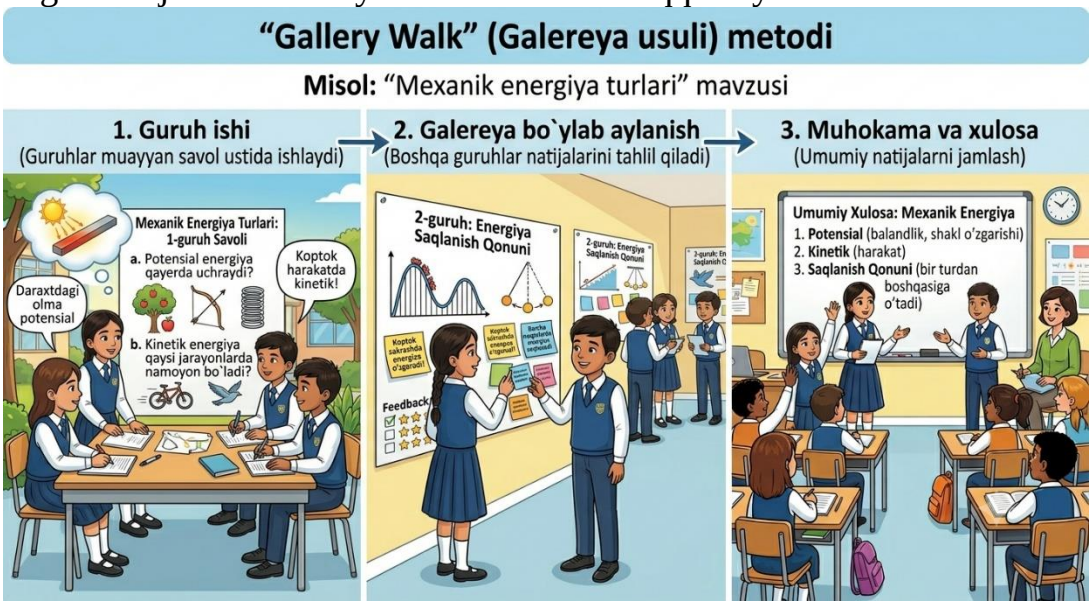


2-rasm. Konseptual xarita

Interfaol metodlarning samarasi ularni eksperimental tadqiqotchilik bilan bog‘lashda yanada mazmunli namoyon bo‘ladi. Manbada eksperimental faoliyat namoyish tajribalari, laboratoriya ishlari, mustaqil tajribalar va amaliy kuzatishlarni qamrab olishi ko‘rsatilgan. Tajriba jarayonida o‘quvchi hodisani kuzatadi, o‘lchashlar olib boradi, natijalarni qayd etadi, ularni tahlil qiladi va

ilmiy xulosa chiqaradi. Shu sababli eksperiment tabiiy-ilmiy savodxonlikning amaliy komponentini rivojlantiruvchi muhim vosita hisoblanadi.

Masalan, “Arximed kuchi” mavzusida o‘quvchilar turli jismlarni suvga tushirib, ularning suzishi yoki cho‘kishini kuzatishi mumkin. Bunda o‘qituvchi tayyor xulosani bermasdan, “Nima sababdan ayrim jismlar suv yuzasida qoladi?”, “Qaysi omil suzish yoki cho‘kishga ta’sir qiladi?” kabi savollar orqali tadqiqot vaziyatini yaratadi. O‘quvchilar avval taxmin ilgari suradi, keyin tajriba o‘tkazadi va kuzatilgan natijalarni nazariy tushuncha bilan taqqoslaydi.



3-rasm. “Gallery Walk” metodi ko‘rinishi

Interfaol va eksperimental faoliyatning metodik modeli

Bosqich	O‘quvchi faoliyati	Rivojlanadigan ko‘nikma
1. Muammo	Hayotiy yoki fizik muammoni aniqlaydi	Muammoni ko‘ra olish
2. Fikr/gipoteza	Mustaqil va guruhiy taxmin ilgari suradi	Ijodiy va mantiqiy fikrlash
3. Tajriba	Kuzatadi, o‘lchaydi, ma’lumot to‘playdi	Tadqiqotchilik
4. Tahlil	Natijalarni taqqoslaydi va izohlaydi	Tanqidiy fikrlash
5. Xulosa	Dalillarga tayangan ilmiy xulosa chiqaradi	Tabiiy-ilmiy savodxonlik

Mazkur metodik modelda interfaol metod va eksperiment alohida-alohida qo‘llanmaydi. Ular yagona bilish jarayonining bosqichlari sifatida integratsiyalanadi: avval muammo qo‘yiladi, so‘ng o‘quvchilarning dastlabki fikrlari aniqlanadi, tajriba orqali dalillar olinadi, natijalar guruhda muhokama qilinadi va nazariy qonuniyat bilan taqqoslanadi. Bunday tashkil etish o‘quvchining “bilish–amalda tekshirish–tahlil qilish–xulosa chiqarish” faoliyatini bir butun jarayonga aylantiradi.

Xulosa. Tahlil qilingan manba materiallari shuni ko‘rsatadiki, fizika darslarida interfaol metodlar va eksperimental tadqiqotchilik faoliyatini uyg‘unlashtirish o‘quvchilarning ilmiy tafakkuri va ijodkorligini rivojlantirish uchun metodik imkoniyatlarni kengaytiradi. “Aqliy hujum”, “Think–Pair–Share”, “Gallery Walk” va “Konseptual xarita” kabi metodlar o‘quvchini faol fikrlash, muloqot qilish, muammoni turli nuqtai nazardan ko‘rib chiqish va bilimlarni tizimlashtirishga jalb qiladi. Tajriba va laboratoriya faoliyati esa nazariy bilimni kuzatish, o‘lchash va dalillar bilan tekshirish imkonini beradi.

Shunday qilib, interfaol metodlarni eksperimental tadqiqotchilik bilan integratsiyalash tabiiy-ilmiy savodxonlikning bilimiy va amaliy komponentlarini birgalikda rivojlantirishga yo‘naltirilgan metodik yondashuv sifatida qaralishi mumkin. Ushbu yondashuvda o‘quvchi tayyor xulosani qabul qiluvchi emas, balki muammoni aniqlovchi, gipoteza ilgari suruvchi, tajriba orqali dalil to‘plovchi va o‘z xulosasini asoslovchi faol tadqiqotchi sifatida ishtirok etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Djo‘rayev M. Fizika o‘qitish metodikasi: o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: Abu Matbuot-Konsalt, 2015. – 280 b.
2. Tajibayeva X.H., Usmanova Sh.P. Fizika va astronomiya o‘qitish nazariyasi va metodikasi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015.
3. Ishmuhamedov R.J., Yuldashev M.A. Ta’lim va tarbiyada innovatsion pedagogik texnologiyalar. – Toshkent: Nihol, 2013. – 278 b.
4. Tolipov O‘.Q., Usmonboyeva M. Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari. – Toshkent: Fan, 2006. – 163 b.
5. Muslimov N.A., Usmonboyeva M.H., Sayfurov D.M., To‘rayev A.B. Innovatsion ta’lim texnologiyalari. – Toshkent: Sano-standart, 2020. – 92 b.
6. OECD/PISA. Tabiiy-ilmiy savodxonlikni baholashga oid materiallar.

KVANT FIZIKASI BO‘LIMI MAVZULARINI MIKROMODELLAR YORDAMIDA O‘QITISH METODIKASI

Madaliyev Akmaljon Maxammadjonovich[1], Yoqubova Ruhshonabonu Ilhomjon qizi[2]

[1]Qo‘qon davlat universiteti Fizika va astronomiya kafedrasi dotsenti, p.f.f.d. (PhD), dotsent.

[2]Qo‘qon davlat universiteti magistranti.

Annotatsiya. Maqolada fizika kursining kvant fizikasi bo‘limi mavzularini mikromodellar yordamida o‘qitish metodikasi yoritilgan. Mikromodel tushunchasi, uning turlari (moddiy, grafik-sxematik va kompyuter modellari) hamda ularni issiqlik nurlanishi, fotoeffekt, foton, atom tuzilishi va lazer mavzularida qo‘llash tartibi ko‘rsatilgan. Metodik tizim sxemasi, mikromodellar

bilan ishlash bosqichlari, namunaviy o‘quv topshiriqlari va ularga oid grafiklar taklif etilgan. Model chegaralarini muhokama qilish o‘quvchilardagi noto‘g‘ri tasavvurlarning oldini olishdagi o‘rni asoslangan.

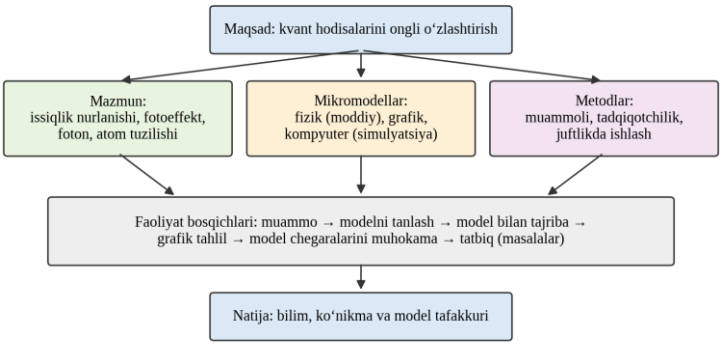
Kalit so‘zlar: kvant fizikasi, mikromodel, modellashtirish, fotoeffekt, issiqlik nurlanishi, Bor postulatlari, energetik sathlar, kompyuter simulyatsiyasi, model tafakkuri.

Ta’lim sifatini oshirish, o‘quvchilarda tabiiy-ilmiy savodxonlik va amaliy ko‘nikmalarni shakllantirish mamlakatimiz ta’lim siyosatining ustuvor vazifalaridan biridir. Fizika kursida bu vazifani amalga oshirish ayniqsa kvant fizikasi bo‘limida murakkab kechadi. Bo‘limda o‘rganiladigan obyektlar – fotonlar, elektronlar, atomlar – bevosita sezgi a’zolari bilan idrok etilmaydi, ularning xossalari esa kundalik tajribaga tayangan klassik tasavvurlarga zid keladi.

Tadqiqotlar ko‘rsatishicha, o‘quvchilar va hatto talabalar kvant hodisalarini klassik obrazlar orqali talqin qilishga moyil: elektronni kichik sharcha deb, atomni esa kichraytirilgan Quyosh sistemasi deb tasavvur qiladilar. Bunday noto‘g‘ri tasavvurlarni faqat og‘zaki tushuntirish bilan bartaraf etish qiyin. Ilmiy bilishda model mavjud obyektning muhim xossalarini aks ettiruvchi va uni o‘rganish vositasi bo‘luvchi tizim sifatida qaraladi. Demak, mikroolam hodisalarini o‘qitishda modellar bilish jarayonining ajralmas qismi bo‘lishi kerak.

Maqolaning maqsadi – kvant fizikasi bo‘limi mavzularini mikromodellar orqali o‘qitish metodikasini ishlab chiqish va uning asosiy elementlarini ko‘rsatib berishdan iborat.

Tadqiqotda mikromodel deganda mikroobyektlar va mikrojarayonlarning tuzilishi, xossalari va qonuniyatlarini soddalashtirilgan, ko‘rgazmali shaklda aks ettiruvchi o‘quv modeli tushunildi. Didaktik vazifasiga ko‘ra mikromodellar uch turga ajratildi: moddiy (fizik) modellar, grafik-sxematik modellar va kompyuter modellari (simulyatsiyalar). Ishlab chiqilgan metodik tizimning tuzilmasi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Kvant fizikasini mikromodellar orqali o‘qitishning metodik tizimi

Metodikaning markaziy qismini mikromodel bilan ishlashning olti bosqichi tashkil etadi: muammoli vaziyat yaratish; modelni tanlash yoki qurish; model bilan “tajriba” o‘tkazish; olingan natijalarni grafik tahlil qilish; model

chegaralarini muhokama qilish; bilimni masalalar yechishga tatbiq etish. Beshinchi bosqich alohida ahamiyatga ega, chunki har qanday mikromodel real obyektning faqat ayrim jihatlarini aks ettiradi va buni o‘quvchi aniq anglashi lozim.

Bo‘lim mavzulari bo‘yicha tavsiya etilgan mikromodellar va o‘quvchi faoliyati 1-jadvalda umumlashtirilgan.

1-jadval

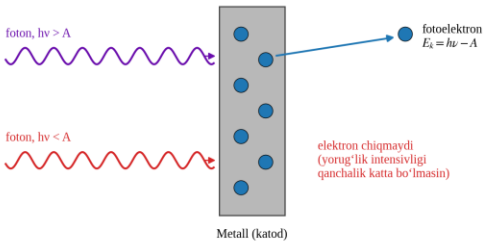
Kvant fizikasi mavzulari bo‘yicha mikromodellar

Mavzu	Mikromodel	O‘quvchi faoliyati
Issiqlik nurlanishi	Kompyuter modeli: turli temperaturadagi nurlanish spektri (5-rasm)	Temperaturani o‘zgartirib, spektr maksimumining siljishini kuzatish, Vin qonunini tekshirish
Fotoeffekt	Grafik-sxematik model (2-rasm) va fotoeffekt simulyatsiyasi	Chastota va intensivlikning ta’sirini alohida tadqiq etish, E(ν) grafigini qurish (3-rasm)
Foton, yorug‘likning ikki yoqlama tabiati	Foton “porsiyalari” modeli, to‘lqin va zarra modellarini qiyoslash jadvali	Har bir model qaysi hodisani tushuntira olishi va qaysisini tushuntira olmasligini aniqlash
Atom tuzilishi, Bor postulatlari	Energetik sathlar diagrammasi (4-rasm), vodorod atomi modellari simulyatsiyasi	O‘tishlarni diagrammada ko‘rsatish, spektral chiziqlar to‘lqin uzunligini hisoblash
Lazer	Uch sathli sistemaning moddiy (magnit doskadagi) modeli	Majburiy nurlanish va invers bandlikni model yordamida namoyish qilish

Fotoeffekt mavzusi misolida metodikani qo‘llash. Darsni muammoli savoldan boshlash maqsadga muvofiq: “Nima uchun kuchli qizil yorug‘lik metalldan elektron urib chiqara olmaydi, kuchsiz ultrabinafsha nur esa buni uddalaydi?” Klassik to‘lqin nazariyasi bu savolga javob bera olmasligi o‘quvchini yangi modelga ehtiyoj borligiga olib keladi. Shundan so‘ng yorug‘likning porsiyalar – fotonlar oqimi ekanligi haqidagi model kiritiladi. Foton energiyasi:

$$\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad (1)$$

Fotoeffektning grafik-sxematik mikromodeli 2-rasmda ko‘rsatilgan. Unda foton energiyasi chiqish ishidan katta yoki kichik bo‘lgan ikki holat yonma-yon tasvirlangan. Bu model yorug‘lik intensivligi emas, balki chastotasi hal qiluvchi ekanligini ko‘rgazmali ifodalaydi.

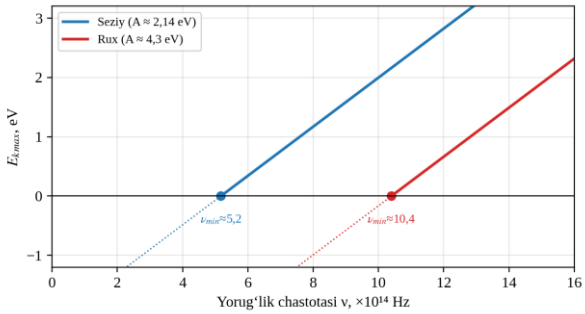


2-rasm. Fotoeffektning grafik-sxematik mikromodeli

Keyingi bosqichda o‘quvchilar juftliklarda kompyuter simulyatsiyasi bilan ishlaydi: avval chastotani o‘zgarmas saqlab, intensivlikni oshiradi, so‘ngra intensivlikni saqlab, chastotani o‘zgartiradi va har safar fotoelektronlar soni hamda energiyasini qayd etadi. Bunday interfaol simulyatsiyalar ko‘rinmas jarayonlarni ko‘rgazmali qilishi va kvant fizikasini o‘zlashtirishga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi tadqiqotlarda qayd etilgan. Kuzatish natijalari Eynshteyn tenglamasi bilan umumlashtiriladi:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}, \quad \nu_{min} = \frac{A}{h} \qquad (2)$$

O‘quvchilar olingan ma’lumotlar asosida fotoelektronlar maksimal kinetik energiyasining chastotaga bog‘liqlik grafigini quradi (3-rasm). Grafik tahlili uchta muhim xulosaga olib keladi: bog‘lanish chiziqli; to‘g‘ri chiziqning qiyaligi barcha metallar uchun bir xil va Plank doimiysiga teng; abssissa o‘qi bilan kesishish nuqtasi fotoeffektning qizil chegarasini beradi.



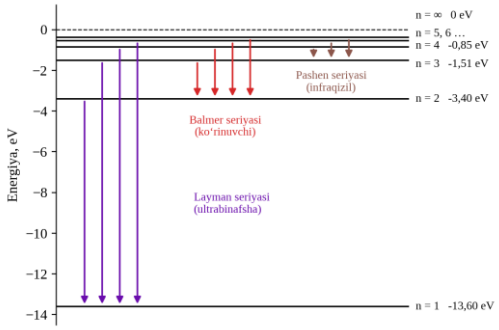
3-rasm. Fotoelektronlar maksimal kinetik energiyasining yorug‘lik chastotasiga bog‘liqligi

Tatbiq bosqichida quyidagi masala taklif etiladi: “Seziy uchun chiqish ishi A ≈ 2,14 eV. Fotoeffektning qizil chegarasini hamda to‘lqin uzunligi 400 nm bo‘lgan yorug‘lik tushganda fotoelektronlarning maksimal kinetik energiyasini toping.” Yechim: (2) formuladan $\nu_{min} \approx 5{,}2 \cdot 10^{14}$ Hz, bunga $\lambda_{max} \approx 580$ nm mos keladi; 400 nm li foton energiyasi ≈ 3,10 eV, demak $E_k \approx 0{,}96$ eV. Natijani 3-rasmdagi grafik bilan solishtirish hisoblash va grafik modellar orasidagi bog‘lanishni mustahkamlaydi.

Atom tuzilishi mavzusida mikromodellar. Bu mavzuda eng ko‘p uchraydigan noto‘g‘ri tasavvur – atomni sayyoraviy tizim sifatida qabul qilish. Shu sababli Rezerford modelidan Bor modeliga o‘tishda asosiy e’tibor energetik sathlar diagrammasiga qaratiladi (4-rasm). Diagramma elektronning “orbita

bo‘ylab harakati”ni emas, balki atomning ruxsat etilgan energetik holatlarini ifodalaydi:

$$E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}\ eV,\quad h\nu = E_m - E_n \qquad (3)$$

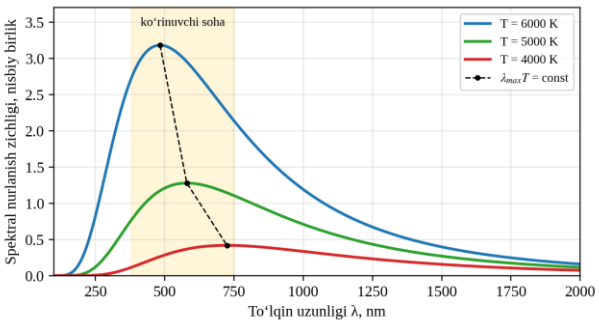


4-rasm. Vodorod atomining energetik sathlar diagrammasi va spektral seriyalar

O‘quvchilar diagramma yordamida har bir spektral seriyani tashkil etuvchi o‘tishlarni aniqlaydi va nurlangan foton energiyasini hisoblaydi. Masalan, n = 3 sathdan n = 2 sathga o‘tishda $\Delta E \approx 1{,}89$ eV, bunga $\lambda \approx 656$ nm to‘lqin uzunlikdagi qizil chiziq mos keladi. Bu natija Balmer seriyasining ko‘rinuvchi sohada joylashganini tushuntiradi. Model chegaralarini muhokama qilishda Bor modeli faqat vodorodsimon atomlar uchun miqdoriy to‘g‘ri natija berishi va zamonaviy kvant mexanikasida elektron holati ehtimollik taqsimoti bilan tavsiflanishi ta’kidlanadi.

Issiqlik nurlanishi mavzusida mikromodellar. Bo‘limni ochib beruvchi bu mavzuda kompyuter modeli turli temperaturalarda absolyut qora jism nurlanish spektrini ko‘rsatadi (5-rasm). O‘quvchilar temperatura oshganda nurlanish quvvati keskin ortishi va spektr maksimumi qisqa to‘lqinlar tomon siljishini kuzatib, Vin qonunini o‘zlari “kashf” etadi:

$$\lambda_{max} T = b,\quad b \approx 2{,}9 \cdot 10^{-3}\ m \cdot K \qquad (4)$$



5-rasm. Absolyut qora jism nurlanish spektrining temperaturaga bog‘liqligi

Grafikka tayanib, nima sababdan Quyosh nuri oq-sariq, sovuqroq yulduzlar esa qizg‘ish ko‘rinishini tushuntirish mavzuni astronomiya bilan bog‘laydi. Klassik fizikaning bu spektrni tushuntira olmagani esa Plankning energiya porsiyalari haqidagi gipotezasiga tabiiy o‘tishni ta’minlaydi.

Metodikani amalda qo‘llashda multimediali ta’lim tamoyillariga amal qilish muhim: bir vaqtda ko‘rsatiladigan model elementlari soni cheklanishi,

so‘zli izoh tasvir bilan sinxron berilishi lozim. Shuningdek, mikromodellar bilan ishlash o‘quvchining faol ishtirokini ta’minlashi kerak, chunki interfaol faoliyatga asoslangan o‘qitish an’anaviy tushuntirishga nisbatan tushunchalarni o‘zlashtirishda sezilarli ustunlik beradi.

Kvant fizikasi bo‘limi mavzularini mikromodellar orqali o‘qitish mikroolam hodisalarini ko‘rgazmali qilish, o‘quvchilarning mustaqil tadqiqotchilik faoliyatini tashkil etish va klassik tasavvurlardan kvant tasavvurlariga ongli o‘tishni ta’minlash imkonini beradi. Taklif etilgan metodik tizim, mikromodellar bilan ishlashning olti bosqichli tartibi va mavzular bo‘yicha modellar majmuasi o‘qituvchilar amaliyotida qo‘llanilishi mumkin. Metodikaning muhim sharti – har bir model chegaralarini muhokama qilish orqali o‘quvchilarda model tafakkurini shakllantirishdir.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. O‘zbekiston Respublikasining “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni. – 2020-yil 23-sentabr, O‘RQ-637-son.

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni. – 2022-yil 28-yanvar, PF-60-son.

3. Djoraev M. Fizika o‘qitish metodikasi. Umumiy masalalar. –Toshkent: Abu – matbuot - konsalt. 2015. – 277 b.

4. N.Sh.Turdiyev va boshq. Fizika. 11-sinf: darslik. – T.: “Niso Poligraf” nashriyoti, 2018.– 192 b.

5. Sadriddinov N., Rahimov A., Mamadaliyev A., Jamolova Z. Fizika o‘qitish uslubi asoslari. – Toshkent: O‘zbekiston, 2006. – 139 b.

KINEMATIKAGA OID MURAKKAB MASALALARNI RAQAMLI VIDEOTAHLIL HAMDA REAL TAJRIBALAR ASOSIDA YECHISH METODIKASI

Abduxamitova Mushtariy Saydulla qizi

Chirchiq davlat pedagogika universiteti 4-bosqich talabasi

Annotatsiya. Maqolada maktab o‘quvchilarini murakkab kinematik masalalarni real tajriba va raqamli videotahlil asosida yechishga o‘rgatish metodikasi taklif etiladi. Harakatni qayd etish, fizik model tuzish, grafiklardan foydalanish va hisoblangan natijani o‘lchash bilan tekshirish ketma-ketligi yoritiladi. Burchak ostida otilgan jism harakatiga oid namunaviy masala hamda o‘quvchilarning mustaqil faoliyatini baholash mezonlari beriladi.

Kalit so‘zlar: kinematika, murakkab masala, raqamli videotahlil, real tajriba, fizik model, harakat grafigi, baholash.

Kinematik masalaning murakkabligi faqat hisoblash hajmi bilan belgilanmaydi. Mazkur ishda murakkablik mezonlari sifatida bir nechta bog‘lanishni qo‘llash, grafikni talqin qilish, yetishmayotgan ma’lumotni tajribadan aniqlash va yechimni tekshirish olinadi. Asosiy metodik vazifa

o‘quvchini tayyor formulaga son qo‘yishdan harakat modelini asoslashga o‘tkazishdir. R. J. Beichner maktabning yuqori sinf o‘quvchilari va oliy ta’lim talabalari ishtirokida videotahlilning kinematik grafiklarni tushunishga ta’sirini o‘rgangan. Tadqiqotda bir martalik o‘qituvchi namoyishiga nisbatan namoyishni mustaqil laboratoriya faoliyati bilan uyg‘unlashtirish muhimligi qayd etilgan [1]. Ushbu natija quyida taklif etilayotgan metodikaning tayyor samaradorlik dalili emas, faol o‘lchash va tahlilni tashkil etish uchun ilmiy asos sifatida olinadi.

Maqsad – kinematik masalalarni yechishda real tajriba, videotahlil va analitik-grafik usullarni bog‘laydigan metodik ketma-ketlikni ishlab chiqish. Ish didaktik loyihalash va manbalar tahliliga asoslanadi. Mazmun qiya yo‘lakdagi harakat, erkin tushish va burchak ostida otilish bilan chegaralanadi. Pedagogik tajriba natijalari keltirilmaydi.

Shkalali qiya yo‘lak, aravacha, yumshoq koptok, o‘lchov lentasi va ushlagichga mahkamlangan telefon tavsiya etiladi. Yo‘lak oxiriga to‘siq o‘rnatiladi, koptokning tushish sohasi bo‘shatiladi. Videoda faqat tajriba maydonini qayd etish yetarli; o‘quvchilarning yuzini tasvirga olish talab qilinmaydi.

Kamera qimirlamaydigan qilib, optik o‘qi harakat tekisligiga perpendikulyar joylashtiriladi. Masshtab o‘lchovi jism harakatlanadigan tekislikda bo‘lishi kerak. Sanoq boshi va o‘qlar yo‘nalishi oldindan belgilanadi. Tahlil vositasi sifatida Tracker tavsiya etiladi: unda jism holatini belgilash, masshtabni sozlash, koordinata–vaqt ma’lumotlarini olish va grafiklarni mos funksiyalar bilan tahlil qilish imkoniyatlari mavjud [2].

Videoning haqiqiy kadrlar oralig‘i tekshiriladi. Sekinlashtirilgan namoyish tezligi hodisaning real davomiyligi bilan tenglashtirilmaydi; Tracker yo‘riqnomasida haqiqiy kadrlar chastotasi va vaqt oralig‘ini belgilash ko‘zda tutilgan [2]. Har bir kadrda koptok markazi yoki aravachadagi bir xil belgi qayd etiladi. Noaniq tasvir, masshtab va vaqt sozlamalari natijani izohlashda hisobga olinadi.

Faoliyat “masalani tahlil qilish → model va taxmin → real tajriba → videotahlil → hisoblash → natijani tekshirish” tartibida tashkil etiladi. Dastlab o‘quvchi nimani topish va qaysi kattaliklarni o‘lchash kerakligini belgilaydi. Keyin kutiladigan grafik shaklini chizadi, tajribani bajaradi va taxminini olingan ma’lumot bilan taqqoslaydi. Ish varag‘ida boshlang‘ich taxmin, o‘lchov, hisoblash va yakuniy izoh ajratiladi.

Burchak ostida otilgan jism uchun havo qarshiligi e’tiborga olinmaydigan, tezlanish o‘zgarmas model tanlanadi. Boshlang‘ich nuqtaning gorizontal koordinatasi nol, vertikal o‘q yuqoriga yo‘nalgan bo‘lsin. Harakat tenglamalari quyidagicha yoziladi [3]:

$$x(t) = v_{0x}t, \qquad y(t) = h + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}.$$

Bu yerda h – boshlang‘ich balandlik, v_{0x} va v_{0y} – boshlang‘ich tezlikning tashkil etuvchilari, g – erkin tushish tezlanishi. Gorizontal koordinata–vaqt

grafigining qiyaligidan v_{0x}, vertikal koordinatalarning kvadratik bog‘lanishidan v_{0y} aniqlanadi. O‘quvchi grafik chizig‘ini trayektoriya bilan aynanlashtirmasdan, uning o‘qlarida qaysi kattaliklar berilganini izohlaydi.

Didaktik misolda $h = 0{,}80$ m, $v_{0x} = 2{,}4$ m/s, $v_{0y} = 1{,}8$ m/s va $g = 9{,}8$ m/s^2 berilsin. Jism moddiy nuqta deb olinib, $y = 0$ sathiga yetguncha boshlang‘ich tezlik moduli, harakat vaqti va gorizontal masofasi topilsin. Bu sonlar hisoblashni tushuntirish uchun tanlangan; haqiqiy videodan olingan natijalar emas.

Avval boshlang‘ich tezlik, so‘ng vertikal harakat tenglamasining musbat ildizi va gorizontal masofa aniqlanadi:

$$v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2} = 3{,}0 \text{ m/s}; \qquad t = \frac{v_{0y} + \sqrt{v_{0y}^2 + 2gh}}{g} \approx 0{,}63 \text{ s}.$$

$$L = v_{0x}t \approx 1{,}51 \text{ m}.$$

Amaliy topshiriqda tezlik dastlabki kadrlar guruhi bo‘yicha aniqlanib, hisoblangan tushish joyi keyingi, hisoblashda ishlatilmagan kadrlar yoki bevosita masofa o‘lchovi bilan tekshiriladi. Bir ma’lumotdan ham boshlang‘ich parametrni topish, ham mustaqil tasdiq sifatida foydalanishdan saqlaniladi. Koptok markazi kuzatilganda uning yerga tegish paytidagi balandligi radiusiga tengligi hisobga olinadi; nol sathi shunga mos tanlanadi yoki yakuniy balandlik tenglamaga kiritiladi. Tafovutlar vaqt, masshtab, nuqtani belgilash aniqligi va model farazlari bo‘yicha muhokama qilinadi.

Mazmunni qiya yo‘lak, erkin tushish va otilgan jism harakati bo‘yicha uchta mashg‘ulotga ajratish tavsiya etiladi. Yo‘naltiruvchi topshiriqda tayyor jadval va savollar, mustaqil topshiriqda esa faqat muammo beriladi. Guruh a’zolari tajribani boshqarish, videotahlil va hisoblash vazifalarini navbat bilan bajaradi; yakuniy izoh individual yoziladi. E. Etkina va hammualliflarning ilmiy faoliyat ko‘nikmalarini baholashga oid yondashuvi [4] asosida oltita mezon taklif etiladi: fizik model tanlash, ma’lumot olish, grafikni izohlash, hisoblash, yechimni tekshirish va mustaqillik. Har biri 0–2 ball bilan tavsiflanadi: 0 – bajarilmagan yoki noto‘g‘ri; 1 – qisman, yordam bilan; 2 – mustaqil va asoslangan. Bu ishchi rubrika bo‘lib, ishonchliligi sinovda tekshirilishi kerak. Faqat dasturdagi tayyor grafik emas, o‘quvchining qarori va fizik izohi baholanadi.

Taklif etilgan metodika masala shartini aniqlashtirish, real harakatdan ma’lumot olish va yechimni tekshirishni yagona o‘quv faoliyatiga birlashtiradi. Videotahlil tayyor javob beruvchi vosita emas, fizik modelni asoslash va natijalar tafovutini tushuntirish vositasi sifatida qo‘llanadi. Metodikaning ta’limiy samaradorligi teng murakkablikdagi dastlabki va yakuniy topshiriqlar hamda imkon qadar taqqoslash guruhi ishtirokidagi pedagogik sinovda aniqlanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Beichner R. J. The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills // American Journal of Physics. 1996. Vol. 64, No. 10. P. 1272–1277. DOI: 10.1119/1.18390.

2. Open Source Physics. Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education. Tracker Help: Videos. Elektron resurs. https://opensourcephysics.github.io/tracker-website/.

3. Moebs W., Ling S. J., Sanny J. University Physics. Volume 1. Houston: OpenStax, 2016. § 4.3. Projectile Motion.

4. Etkina E., Van Heuvelen A., White-Brahmia S. et al. Scientific abilities and their assessment // Physical Review Special Topics – Physics Education Research. 2006. Vol. 2. 020103. DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.2.020103.

ELEKTROMAGNIT INDUKSIYA HODISASINI O‘QITISHDA NAMOYISH TAJRIBALARI VA QO‘L GENERATORI MODELIDAN FOYDALANISH METODIKASI

Doniyorov Yodgorjon Doniyor o‘g‘li
Chirchiq davlat pedagogika universiteti 4-bosqich talabasi

Annotatsiya. Maqolada umumta’lim maktablarida elektromagnit induksiya hodisasini namoyish tajribalari va qo‘l generatori modeli yordamida o‘qitish metodikasi taklif etiladi. Tajribalarni «taxmin–kuzatish–izohlash–qo‘llash» ketma-ketligida tashkil etish, magnit oqim o‘zgarishini induksiya elektr yurituvchi kuchi va energiyaning aylanishi bilan bog‘lash masalalari yoritiladi. Modelga qo‘yiladigan didaktik talablar, o‘quv topshirig‘i va baholash mezonlari tavsiflanadi. Ish nazariy-metodik xususiyatga ega bo‘lib, unda pedagogik samaradorlikka doir empirik natijalar keltirilmaydi.

Kalit so‘zlar: elektromagnit induksiya, namoyish tajribasi, qo‘l generatori, magnit oqim, fizik modellashtirish, dalillash, formativ baholash.

Elektromagnit induksiyani o‘qitishda asosiy metodik vazifa fizik qonun, tajribada kuzatiladigan o‘zgarish va generatorning ishlashi o‘rtasidagi bog‘lanishni ochib berishdan iborat. Shu sababli namoyishning maqsadini chiroqning yonishi yoki asbob strelkasining og‘ishini ko‘rsatish bilan chegaralamaslik kerak. O‘quvchi hodisaning yuzaga kelish shartini ajratishi, dastlabki taxminini kuzatuv bilan taqqoslashi va xulosasini fizik tushunchalar orqali asoslay olishi lozim. C. Crouch va hammualliflarning universitetdagi fizika ta’limiga oid tadqiqotida namoyishni passiv kuzatishdan ko‘ra uning natijasini oldindan taxmin qilish konseptual tushunish uchun muhim ekanligi ko‘rsatilgan [1]. D. Sokoloff va R. Thornton interaktiv namoyishlarda individual taxmin, muhokama, kuzatish va natijalarni taqqoslash ketma-ketligini qo‘llagan [2]. Mazkur yondashuvlar ushbu ishda maktab o‘quvchilarining tayanch bilimlari va dars sharoitiga moslashtiriladi; xorijiy tadqiqotlardagi natijalar maktab uchun tayyor samaradorlik dalili sifatida qabul qilinmaydi. Maqsad – elektromagnit

induksiyani namoyish tajribalari va qo‘l generatori modeli yordamida o‘qitish uchun o‘zaro bog‘langan faoliyatlar hamda baholash mezonlarini taklif etish. Ish ilmiy-metodik adabiyotlar tahlili, didaktik loyihalash va fizik modellashtirishga tayanadi. Taklifning tarkibini modelga qo‘yiladigan talablar, tajribalar ketma-ketligi, o‘quv topshirig‘i va o‘quvchi faoliyatini baholash vositasi tashkil etadi.

Bir jinsli magnit maydonda yassi konturdan o‘tadigan magnit oqim hamda o‘ramlaridan bir xil oqim o‘tadigan g‘altakdagi o‘rtacha induksiya elektr yurituvchi kuchi quyidagicha ifodalanadi [3]:

$$\Phi = BS\cos\alpha; \quad \overline{\mathcal{E}}_{\text{ind}} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Bu yerda B – magnit induksiya, S – kontur yuzasi, α – maydon yo‘nalishi bilan sirt normalining orasidagi burchak, N – o‘ramlar soni, ΔΦ – bitta o‘ramdagi magnit oqim o‘zgarishi, Δt – vaqt oralig‘i. Induksiya elektr yurituvchi kuchi bilan induksion tok farqlanishi zarur: oqim o‘zgarishi elektr yurituvchi kuchni hosil qiladi, tok esa zanjir yopilganda yuzaga keladi. Lens qoidasiga ko‘ra, induksion tokning magnit maydoni uni yuzaga keltirgan magnit oqim o‘zgarishiga qarshilik ko‘rsatadi [3]. O‘quv modeli sifatida mustahkam taglik, qo‘l dastasi, magnitli rotor, qo‘zg‘almas g‘altak, ulash nuqtalari va o‘lchash vositasidan iborat tuzilma taklif etiladi. Magnit qutblari rotor aylanganda g‘altakdagi magnit oqim davriy o‘zgaradigan qilib joylashtiriladi. Asosiy qismlarning ko‘rinishi hodisani izohlashga xizmat qilishi, aylanuvchi qismlar esa shaffof himoya bilan to‘silishi lozim. Model tarmoq kuchlanishiga ulanmaydi; elektr chiqishi, mexanik mustahkamligi va o‘lchagich diapazoni mashg‘ulotdan oldin tekshiriladi. Generator mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantiradi; magnit elektr energiyasining tugamaydigan manbai sifatida talqin qilinmaydi. Chiqish signali qurilmaning tuzilishiga bog‘liq: kollektor yoki to‘g‘rilagich mavjud bo‘lsa, uni oddiy sinusoidal signal bilan aynanlashtirish mumkin emas [3]. Qisqa induksiya impulslarini kuzatish uchun mos galvanometr yoki kuchlanish sensori tanlanadi. Chiroqning yonishi yagona dalil hisoblanmaydi; o‘quvchi elektr signalini ham kuzatishi kerak.

Mashg‘ulot «Magnit g‘altak ichida harakatsiz tursa, induksion tok hosil bo‘ladimi?» savolidan boshlanadi. Har bir o‘quvchi javobini qisqa yozib, sababini ko‘rsatadi. O‘qituvchi tayyor xulosani aytmasdan tajribani namoyish qiladi. Keyin o‘quvchilar taxmin va kuzatuvni taqqoslab, fikrini qayta asoslaydi. Namoyishlar oddiy magnit–g‘altak tajribasidan qo‘l generatoridagi energiya aylanishini tushuntirishga tomon tartiblanadi.

1-jadval. Taklif etilayotgan namoyish tajribalari ketma-ketligi

Tajriba	O‘quvchi faoliyati	Baholanadigan natija
Magnitni g‘altakda to‘xtatish va siljitish	Oqimning o‘zgarishini aniqlash	Induksiya shartini tushuntirish
Yo‘nalish yoki qutbni almashtirish	Asbob og‘ishlarini taqqoslash	Tok yo‘nalishini asoslash

Siljitish tezligini o‘zgartirish	Signal kattaligini taqqoslash	Tezlik ta’sirini izohlash
Generatorni to‘xtatish va aylantirish	Harakat va elektr chiqishini bog‘lash	Energiya aylanishini izohlash

Har bir taqqoslashda bitta omil o‘zgartiriladi. Masalan, magnitning harakat tezligi tekshirilganda magnit, g‘altak va harakat yo‘li bir xil saqlanadi. O‘quvchi ish varag‘iga «taxminim», «kuzatganim», «izohim» ustunlari bo‘yicha yozuv kiritadi. «Asbob og‘di» kabi qayd hodisa tavsifi sifatida qabul qilinadi; izohda esa magnit oqimning qaysi sharoitda o‘zgargani ko‘rsatilishi talab etiladi. Muhokamada harakatsiz g‘altakdagi magnit maydon vaqt bo‘yicha o‘zgarganda ham induksiya yuz berishi ta’kidlanadi [3].

Qo‘l generatori bilan ishlashda o‘quvchilar boshqaruvchi, kuzatuvchi va qayd etuvchi vazifalarini navbat bilan bajaradi. Rotorning tinch holati va aylanishi taqqoslanib, «Elektr energiyasini olish uchun kim ish bajarmoqda?» savoli muhokama qilinadi. Iste’molchi ulangan va ulanmagan holatlar bir xil aylanish tezligida tekshirilishi mumkin. Aylantirishdagi farqni sezish sifat kuzatuvi hisoblanadi; faqat shu kuzatuvdan foydali ish koeffitsiyenti hisoblab chiqarilmaydi. 45 daqiqalik dars uchun muammoli savol va taxminga 5 daqiqa, magnit–g‘altak namoyishlariga 10 daqiqa, generator bilan ishlashga 12 daqiqa, hisoblash va muhokamaga 10 daqiqa, yakuniy topshiriq hamda qayta aloqaga 8 daqiqa ajratish taklif etiladi. Bir dona model mavjud bo‘lsa, namoyish umumiy tashkil qilinib, har bir o‘quvchining yozma javobi alohida olinadi.

Shartli o‘quv masalasida 400 o‘ramli g‘altakning har bir o‘ramidagi magnit oqim 0,30 s davomida 1,5 mWb ga o‘zgarsin. O‘rtacha induksiya elektr yurituvchi kuchining moduli aniqlanadi:

$$\left|\overline{\mathcal{E}}_{\text{ind}}\right| = 400 \cdot \frac{1{,}5 \cdot 10^{-3}}{0{,}30} = 2\ \text{V}$$

Keyin ayni oqim o‘zgarishi 0,15 s da yuz bersa, natija qanday bo‘lishi so‘raladi. O‘quvchi 4 V javobini topib, uni oqimning ikki baravar tez o‘zgarishi bilan izohlashi kerak. Masala qiymatlari generatorning haqiqiy o‘lchovlari emas. Bu topshiriq kuzatishdagi sifat bog‘lanishni miqdoriy ifoda bilan birlashtirish uchun beriladi. E. Etkina va hammualliflar ilmiy faoliyat ko‘nikmalarini rivojlantirish hamda baholash uchun topshiriqlar va tavsifiy rubrikalarni taklif etgan [4]. Ushbu ishda to‘rtta mezon ajratiladi: induksiya shartini tushuntirish; tajribani rejalashtirish; kuzatuvni qayd etib, talqin qilish; generatorning energiya manbaini asoslash. Har bir mezon 0–2 ball bilan baholanadi: 0 – bajarilmagan yoki noto‘g‘ri; 1 – qisman to‘g‘ri, yordam bilan bajarilgan; 2 – mustaqil, to‘g‘ri va dalillangan. Bu sakkiz ballik ishchi rubrika bo‘lib, uning ishonchliligi alohida sinovda tekshirilishi kerak. Yakuniy topshiriqda magnit harakatsiz qolib, g‘altak unga yaqinlashtiriladigan vaziyat beriladi. O‘quvchi yangi holatni oqim o‘zgarishi orqali tushuntirishi talab etiladi. Dastlabki va yakuniy javoblar individual tahlil qilinadi. Metodikaning samaradorligi haqida xulosa chiqarish uchun teng mazmun va vaqt sharoitidagi pedagogik sinov zarur. Mazkur

maqolada bunday sinov natijalari mavjud emas; ishlab chiqilgan taklifning amaliy qiymati uning tekshiriladigan o‘quv faoliyatlarini belgilashidadir.

Namoyish tajribalari va qo‘l generatori modelini yagona ketma-ketlikda qo‘llash elektromagnit induksiyaning sharti, miqdoriy ifodasi va texnik tatbiqini bog‘lab o‘qitishga yo‘naltiriladi. Taklif etilgan metodikada modelni kuzatish taxmin bildirish, dalil keltirish va bilimni yangi vaziyatga qo‘llash bilan davom ettiriladi. O‘quv natijasi qurilmaning ishlashi bilan emas, o‘quvchining mustaqil fizik izohi orqali baholanadi. Keyingi bosqichda modelning texnik sinovi va metodikaning maktab sharoitidagi pedagogik tekshiruvi o‘tkazilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Crouch C., Fagen A. P., Callan J. P., Mazur E. Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment? // American Journal of Physics. 2004. Vol. 72, No. 6. P. 835–838. DOI: 10.1119/1.1707018.

2. Sokoloff D. R., Thornton R. K. Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment // The Physics Teacher. 1997. Vol. 35, No. 6. P. 340–347. DOI: 10.1119/1.2344715.

3. Ling S. J., Moebs W., Sanny J. University Physics. Volume 2. Houston: OpenStax, 2016. §§ 13.1, 13.2, 13.6.

4. Etkina E., Van Heuvelen A., White-Brahmia S., Brookes D. T., Gentile M., Murthy S., Rosengrant D., Warren A. Scientific abilities and their assessment // Physical Review Special Topics – Physics Education Research. 2006. Vol. 2, No. 2. 020103. DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.2.020103.

OTM LARDAN KREDIT-MODUL TIZIMIDA MOLEKULYAR FIZIKA KURSIDA MUSTAQIL ISH TOPSHIRIQLARI VA ULARNI BAHOLASH

Jo‘rayev Baxtiyor Bahodir o‘g‘li

O‘zMPU Fizika kafedrasi o‘qituvchisi.

Annotatsiya. Mazkur maqolada OTMlarda kredit-modul (ECTS) tizimida Molekulyar fizika kursi bo‘yicha mustaqil ta’limni tashkil etish, topshiriqlarni tabaqalashtirish va baholash masalalari yoritilgan. Mustaqil ishlar reproduktiv, hisoblash-amaliy, tahliliy-tadqiqot va ijodiy-loyihaviy yo‘nalishlarga ajratilgan. Shuningdek, SWOT-tahlil metodi hamda 100 ballik rubrikali baholash modeli asosida talabalarning analitik va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirish imkoniyatlari ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: kredit-modul tizimi, ECTS, Molekulyar fizika, mustaqil ta’lim, topshiriqlar tasnifi, SWOT-tahlil, baholash mezonlari, rubrika, virtual laboratoriya, kompetensiya.

Bugungi kunda O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini isloh qilish va xalqaro ta’lim makoniga integratsiyalashning muhim omillaridan biri o‘quv jarayoniga kredit-modul tizimini joriy etish hisoblanadi. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi PF-5847-son Farmoni bilan tasdiqlangan 'O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030-yilgacha

rivojlantirish konsepsiyasi' hamda Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 31-dekabrdagi 824-son qaroriga muvofiq, OTMlarda ta’lim jarayoni ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System) tamoyillari asosida bosqichma-bosqich tashkil etilmoqda.

Kredit-modul tizimida 1 kredit o‘rtacha 25–30 akademik soatlik o‘quv yuklamasiga teng bo‘lib, uning qariyb 50–60% qismi talabaning mustaqil ta’lim olishiga ajratiladi. Bu holat ta’lim jarayonida o‘qituvchi va talaba o‘rtasidagi munosabatni o‘zgartirib, bilim berish markazidan talabaning mustaqil bilim olishi va tahliliy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirish markaziga ko‘chirishni talab etadi.

Umumiy fizikaning fundamental bo‘limlaridan biri bo‘lgan Molekulyar fizika kursini o‘qitishda mustaqil ta’limni to‘g‘ri tashkil etish va baholash alohida metodik ahamiyatga ega. Kurs molekulyar-kinetik nazariya (MKN), ideal va real gazlar holati, Maksvell va Bolsman taqsimotlari, termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlari, entropiya, sirt tarangligi va fazaviy o‘tishlar kabi mavhum va murakkab fizik tushunchalarni qamrab oladi. Talabalar nazariy qonuniyatlarni o‘zlashtirish bilan birga matematik modellashtirish, grafiklarni tahlil qilish hamda tajriba natijalarini izohlash ko‘nikmalariga ega bo‘lishlari lozim.

Tadqiqot natijaga yo‘naltirilgan ta’lim (Outcome-Based Education), kompetensiyaviy yondashuv hamda mezonli baholash (Rubrics) tamoyillariga asoslanadi. Tadqiqot jarayonida normativ-huquqiy hujjatlar va ilmiy-metodik manbalar tahlil qilindi, topshiriqlar kognitiv murakkablik va faoliyat turiga ko‘ra guruhlandi. Mustaqil ish topshiriqlari talabalarning bilish faoliyati darajasiga ko‘ra to‘rtta guruhga ajratildi:

– Reproduktiv daraja: Nazariy ma’lumotlar, formulalar va qonuniyatlarni konspekt qilish, yodda saqlash va qayta bayon etish.

– Hisoblash-amaliy daraja: Fizik tenglamalar va formulalarni tipik masalalar yechishda qo‘llash.

– Tahliliy-tadqiqot darajasi: Grafiklar, jadvallar, tajriba ma’lumotlari va virtual simulyatsiyalar (PhET, Maple) natijalarini tahlil qilish, xatoliklarni hisoblash hamda ilmiy xulosalar chiqarish.

– Ijodiy-loyihaviy va analitik daraja: Fizik hodisalarni va modellarni SWOT-tahlil qilish, mustaqil kichik ilmiy tadqiqotlar o‘tkazish hamda taqdimotlar tayyorlash.

Kredit-modul tizimida mustaqil ishlar fanning o‘quv dasturi (sillabus) va rejalashtirilgan ta’lim natijalari bilan uzviy muvofiqlashtiriladi. 1-jadvalda Molekulyar fizika bo‘limlari bo‘yicha shakllantirilgan namunaviy topshiriqlar tizimi keltirilgan.

1-jadval.

Bo‘lim / Mavzu	Mustaqil ish topshirig‘i	Bajarish shakli	Kutilayotgan ta’lim natijasi

Molekulyar-kinetik nazariya	MKNning asosiy tenglamasini keltirib chiqarish va fizik mazmunini izohlash	Konspekt, formulalar kartasi	Asosiy postulatlarni va bosim formulasini tushunish
Ideal va real gazlar	Ideal va real gaz modellarining qiyosiy SWOT-tahlilini o‘tkazish	Tahliliy jadval va sxema	Modellar chegarasi va faza tenglamalarini anglash
Molekulalarning tezliklari	Maksvell va Bolsman taqsimot grafiklarini tahlil qilish	Grafik va funksional tahlil	Statistik qonuniyatlarni mantiqiy idrok etish
Ko‘chish hodisalari	Diffuziya, issiqlik o‘tkazuvchanlik va qovushqoqlikni taqqoslash	Qiyosiy tahlil jadvali	Ko‘chish mexanizmlarini ajrata olish
Termodinamika qonunlari	Issiqlik dvigatellari va Karno siklining FIK hamda entropiyasini hisoblash	Virtual loyiha / PhET simulyatsiya	Termodinamikaning II qonunini tushunish va hisoblash

Raqamli ta'lim muhitida talabalar mustaqil ishining analitik va ijodiy tarkibini boyitish uchun SWOT-tahlil metodidan foydalanish yuqori samaradorlik ko‘rsatadi. Ushbu metod talabalarda fizik modellarning afzalliklari, cheklovlari va amaliy qo‘llanilish doirasini tanqidiy baholash ko‘nikmasini shakllantiradi.

2-jadvalda “Ideal gaz va Real gaz (Van-der-Vaals) modellarini taqqoslash” bo‘yicha talaba tomonidan bajarilgan SWOT-tahlil namunasi taqdim etilgan.

2-jadval.

KUCHLI TOMONLARI (STRENGTHS)	KUCHSIZ TOMONLARI (WEAKNESSES)
1. Matematik apparatning soddaligi va pV = nRT tenglamasining qulayligi. 2. Termodinamik izoprotsesslarni grafik tasvirlash va hisoblashning ko‘rgazmaliligi.	1. Yuqori bosim va past haroratda real gaz xossalaridan sezilarli og‘ish. 2. Molekulalarning xususiy hajmi va o‘zaro tortishish kuchlarini hisobga olmaslik.
1. Van-der-Vaals va Klausius kabi mukammalroq real gaz tenglamalariga o‘tish poydevori. 2. Virtual simulyatsiyalar (PhET) orqali gaz parametrlarini modellashtirish imkoniyati.	1. Murakkab texnik jarayonlarni faqat soddalashtirilgan model bilan tahlil qilib, amaliy muhandislik xatoliklariga yo‘l qo‘yish xavfi.

Kredit-modul tizimi sharoitida Molekulyar fizika kursida mustaqil ta'lim va mezonli baholashni joriy etishning pedagogik-tashkiliy muhitga ta'sirini baholash uchun quyidagi SWOT-model shakllantirildi (3-jadval).

3-jadval.

Tahlil kategoriyasi	**Tashkiliy-pedagogik ko‘rsatkichlar va omillar**
S (Kuchli tomonlari)	Talabalarning akademik mustaqilligi va mas’uliyatining oshishi. Baholashning shaffofligi va rubrikalar orqali ob’ektivlikni ta’minlash. Shaxsiy ta’lim trayektoriyasini shakllantirish imkoniyati.
W (Kuchsiz tomonlari)	Dastlabki bosqichda talabalarda vaqtni mustaqil rejalashtirish ko‘nikmasining yetishmasligi. O‘qituvchilar uchun uslubiy va nazorat yuklamasining ortishi. Mustaqil ish materiallarining sub’ektiv baholanish xavfi.
O (Imkoniyatlar)	LMS (Moodle) va raqamli platformalar orqali masofaviy topshiriqlarni boshqarish. Virtual laboratoriyalar (PhET, Maple) yordamida tajriba qamrovini kengaytirish. Talabalarning analitik va ilmiy-tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirish.
T (Xavf-xatarlar)	Moddiy-texnik va multimedia jihozlarining yetarsizligi. Topshiriqlarni bajarishda ko‘chirmachilik (plagiat) va yuzaki yondashuv xavfi. Laboratoriya jihozlarining ma'nan eskirganligi.

Mustaqil ish natijalarini ob’ektiv baholash uchun mualliflik 100 ballik rubrikasi va baholash mezonlari qo‘llaniladi (4-jadval). Ushbu mezonlar topshiriq berilishidan oldin talabalarga e’lon qilinishi shart.

4-jadval.

Baholash mezoni	**Baholanadigan ko‘rsatkichlar va indikatorlar**	**Maksimal ball**
Nazariy bilimlarning to‘g‘riligi	Fizik tushuncha va qonunlarning ilmiy asoslanganligi	20 ball
Hisoblash va matematik aniqlik	Formulalarni to‘g‘ri tanlash, SI tizimida hisoblash va natijalarning aniqligi	25 ball
Fizik va SWOT-tahlil chuqurligi	Grafik, tajriba va SWOT-tahlil natijalarini izohlash va xulosa chiqarish	20 ball
Mustaqillik va ijodkorlik	Axborot manbalaridan mustaqil foydalanish, analitik va original yondashuv	15 ball
Ishni rasmiylashtirish sifati	Mantiqiy tuzilma, jadvallar va adabiyotlarga to‘g‘ri havolalar berilishi	10 ball

Taqdimot va og‘zaki himoya	Natijalarni qisqa bayon etish va nazorat savollariga asosli javob berish	10 ball

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi PF-5847-son “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi Farmoni.

2. O‘rinov V. O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim muassasalarida ECTS kredit-modul tizimi: asosiy tushunchalar va qoidalar. Qo‘llanma. – Toshkent: El-yurt umidi jamg‘armasi, 2020. – 64 b.

3. Usmonov B.Sh., Xabibullaev R.A. Oliy o‘quv yurtlarida o‘quv jarayonini kredit-modul tizimida tashkil qilish. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: TKTI, 2020. – 120 b.

4. Axmedova D.E. Kredit-modul tizimida mustaqil ta’limni innovatsion texnologiyalardan foydalanib takomilashtirish imkoniyatlari // Science and Innovation. – 2024. – Special Issue. – B. 78–82.

5. Karabayeva M.A. Molekulyar fizika: Darslik. – Jizzax: JDPU, 2013. – 250 b.

6. Qarshiboyev Sh. Fizika fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini zamonaviy tashkil etish metodikasi // Jamiyat va innovatsiyalar. – 2023. – Special Issue 08. – B. 94–101.

7. Jalolova P.M. Kredit-modul tizimida atom fizikasi mashg‘ulotlarini o‘tkazishning tashkiliy-metodik masalalari // Academic Research in Educational Sciences. – 2021. – Vol. 2, Issue 3. – B. 1381–1388.

ELEKTR ZANJIRLARIGA DOIR LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARINI REAL VA VIRTUAL TAJRIBALAR INTEGRATSIYASI ASOSIDA TASHKIL ETISH METODIKASI

O‘ktamov Shaxzod Ubaydulla o‘g‘li
Chirchiq davlat pedagogika universiteti 4-bosqich talabasi

Annotatsiya. Maqolada maktab fizika kursida elektr zanjirlariga doir laboratoriya mashg‘ulotlarini real va virtual tajribalar integratsiyasi asosida tashkil etish metodikasi taklif etiladi. Om qonunini o‘rganish misolida taxmin, virtual tekshirish, real o‘lchash va natijalarni taqqoslash bosqichlari yoritiladi. O‘quvchilarning laboratoriya ko‘nikmalarini baholash mezonlari belgilanadi.

Kalit so‘zlar: elektr zanjiri, laboratoriya mashg‘uloti, real tajriba, virtual tajriba, integratsiya, Om qonuni, o‘lchash ko‘nikmasi.

Elektr zanjirlarini o‘rganishda nazariy bog‘lanishlarni bilish bilan birga, sxemani o‘qish, zanjirni yig‘ish va o‘lchash natijasini izohlashga e’tibor qaratish zarur. Laboratoriya mashg‘ulotining maqsadi tayyor yo‘riqnomani takrorlash emas, o‘quvchining tanlangan sxema va o‘lchash usulini asoslay olishidir. Shu nuqtayi nazardan real va virtual tajribalarni bir-birini to‘ldiruvchi faoliyatlar sifatida tashkil etish taklif qilinadi. N. D. Finkelstein va hammualliflar

universitetning kirish fizika kursida simulyatsiyadan foydalanishning elektr zanjirlari haqidagi tushunchalar hamda real jihozlar bilan ishlashga ta’sirini o‘rgangan [1]. Z. C. Zacharia bo‘lajak boshlang‘ich sinf o‘qituvchilari bilan o‘tkazgan tadqiqotida real va virtual tajribalar uyg‘unligi faqat real tajribaga nisbatan konseptual tushunishga ko‘proq ijobiy ta’sir ko‘rsatganini qayd etgan [2]. Bu natijalar maktab uchun tayyor samaradorlik dalili emas, metodik loyihalashning ilmiy asoslari sifatida olinadi.

Maqsad – elektr zanjirlariga doir laboratoriya ishlarida virtual tayyorgarlikni real o‘lchash bilan bog‘laydigan metodik ketma-ketlik va baholash mezonlarini ishlab chiqish. Ish adabiyotlar tahlili va didaktik loyihalashga asoslanadi; pedagogik tajriba-sinov natijalarini o‘z ichiga olmaydi. Mazmun Om qonuni, ketma-ket va parallel ulash hamda elektr quvvatini aniqlash bilan chegaralanadi.

Integratsiya yagona o‘quv maqsadi, bir xil elektr sxemasi va o‘zaro bog‘langan topshiriqlar asosida tashkil etiladi. Virtual bosqichda o‘quvchi zanjirni rejalashtiradi va taxminini tekshiradi; real bosqichda ulash, asbob diapazonini tanlash va o‘lchashni bajaradi. Virtual vosita sifatida PhETning «Circuit Construction Kit: DC» simulyatsiyasidan foydalanish mumkin [3]. Uning vazifasi real tajribani bekor qilish emas, o‘quvchini unga tayyorlashdir. Real mashg‘ulot uchun tokni cheklovchi himoyali past kuchlanishli manba, rezistorlar, kalit, ulash simlari va o‘lchov asboblaridan iborat modulli stend taklif etiladi. Zanjir manba uzilgan holatda yig‘iladi va o‘qituvchi tekshiruvidan keyin ishga tushiriladi. Ampermetr tekshirilayotgan tarmoqqa ketma-ket, voltmetr esa tegishli elementga parallel ulanadi [4]. Rezistorning ruxsat etilgan quvvati va asboblarning o‘lchash chegaralari oldindan tekshiriladi; tarmoq kuchlanishidagi tajribalar qo‘llanmaydi.

Mashg‘ulot «taxmin → virtual zanjirni yig‘ish va tekshirish → real zanjirni yig‘ish va o‘lchash → natijalarni taqqoslash → xulosa» tartibida olib boriladi. Har bir o‘quvchi ish varag‘ida dastlabki taxmini, virtual qiymatlar, real o‘lchovlar va izohini alohida qayd etadi. Om qonuniga oid ish «Qarshilik o‘zgarmasa, kuchlanish ikki baravar ortganda tok kuchi qanday o‘zgaradi?» savolidan boshlanadi. O‘quvchi javobini asoslab yozadi, so‘ng virtual zanjirda tekshiradi. Namuna sifatida ideal 100 Ω rezistorda 1, 2 va 3 V kuchlanishlar tanlanganda tok kuchining hisobiy qiymatlari mos ravishda 10, 20 va 30 mA bo‘ladi. Bu qiymatlar real tajriba natijalari emas. Hisoblashda Om qonunidan foydalaniladi [4]:

$$I = \frac{U}{R}; \qquad R = \frac{U}{I}.$$

Bu yerda I – rezistordan o‘tuvchi tok kuchi, U – uning uchlaridagi kuchlanish, R – qarshilik. Real tajribada nominal qiymati mos rezistor olinib, qizish sezilarli bo‘lmaydigan rejimda kamida uchta kuchlanish uchun o‘lchash bajariladi. O‘quvchi har bir holatda rezistordagi haqiqiy kuchlanish va tokni qayd etadi, qarshilikni hisoblaydi hamda U(I) grafigini tuzadi. Omik element uchun grafik qiyaligining qarshilik bilan bog‘lanishi muhokama qilinadi [4]. Taqqoslashda virtual va real zanjirlarning ulanishi hamda parametrlarining

mosligi tekshiriladi. Tafovutlar rezistorning haqiqiy qiymati, asboblarning zanjirga ta’siri, kontaktlar va o‘lchash noaniqligi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Farqni avtomatik ravishda o‘quvchi xatosi deb baholash o‘rniga, uning ehtimoliy sababini qo‘shimcha o‘lchash bilan tekshirish topshiriladi. Virtual modelning soddalashtirishlari alohida qayd etiladi. Keyingi ishlarda ketma-ket va parallel zanjirlardagi tok hamda kuchlanishlar taqqoslanadi, quvvat esa o‘lchangan kattaliklar asosida aniqlanadi. Yo‘naltiruvchi topshiriqda tayyor sxema va qisman to‘ldirilgan jadval beriladi. Asosiy topshiriqda o‘quvchi berilgan sxema bo‘yicha o‘lchash va hisoblashni bajaradi. Mustaqil topshiriqda o‘quvchi sxemani, o‘lchash nuqtalarini va tekshirish tartibini o‘zi tanlaydi. Guruhli faoliyatda yig‘uvchi, o‘lchovchi va qayd etuvchi vazifalari navbat bilan almashtiriladi.

O‘quv natijalari sxemani tushunish, real zanjirni yig‘ish, asboblarni to‘g‘ri ulash, o‘lchash hamda xulosani asoslash mezonlari bo‘yicha baholanadi. Har bir mezon uchun 0 – bajarmadi yoki noto‘g‘ri bajardi; 1 – yordam bilan qisman bajardi; 2 – mustaqil va to‘g‘ri bajardi tavsiflari taklif etiladi. Xavfsizlik qoidalariga rioya qilish alohida majburiy shartdir. Virtual topshiriqdagi yuqori natija real jihoz bilan ishlash bahosini almashtirmaydi. Yakuniy tekshiruvda o‘quvchi o‘zgartirilgan sxemani mustaqil yig‘ib, o‘lchash usulini izohlaydi. Metodikaning samaradorligini aniqlash uchun dastlabki va yakuniy topshiriqlar, individual kuzatuvlar hamda imkon qadar teng sharoitdagi taqqoslash guruhi talab etiladi. Taklif etilgan mezonlar ishchi baholash vositasi bo‘lib, ularning ishonchliligi amaliy sinovda tekshirilishi kerak.

Real va virtual tajribalar integratsiyasi o‘quvchini sxema haqidagi taxmindan amaliy o‘lchash va dalillangan xulosaga olib boradigan ketma-ketlik sifatida loyihalandi. Uning asosiy jihati tajribani ikki muhitda takrorlash emas, virtual model natijasini real zanjirda tekshirishdir. Taklif etilgan metodika laboratoriya ishlarini rejalashtirish uchun asos bo‘la oladi; ta’limiy samaradorligi esa maktab sharoitidagi pedagogik sinov orqali aniqlanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Finkelstein N. D., Adams W. K., Keller C. J. et al. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment // Physical Review Special Topics – Physics Education Research. 2005. Vol. 1. 010103. DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.1.010103.

2. Zacharia Z. C. Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students’ conceptual understanding of electric circuits // Journal of Computer Assisted Learning. 2007. Vol. 23, No. 2. P. 120–132. DOI: 10.1111/j.1365-2729.2006.00215.x.

3. PhET Interactive Simulations. Circuit Construction Kit: DC. University of Colorado Boulder. Elektron ta’lim resursi.

4. Ling S. J., Moebs W., Sanny J. University Physics. Volume 2. Houston: OpenStax, 2016. §§ 9.4, 10.4.

O‘ZGARMAS TOK QONUNLARINI O‘RGANISH JARAYONIDA O‘QUVCHILARNING ELEKTROMAGNITIZMGA OID AMALIY KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI

Xomidjonov Jaxongir Isroiljonovich[1]
Abdukarimova Aqmaral Yerlan qizi[2]
Chirchiq davlat pedagogika universiteti[1]
Chirchiq davlat pedagogika universiteti talabasi[2]

Annotatsiya. Tezisda o‘zgarmas tok qonunlarini o‘qitishda o‘quvchilarning amaliy kompetensiyalarini shakllantirishga yo‘naltirilgan metodik yondashuv yoritiladi. Om qonuni, elektr zanjirining asosiy elementlari, ketma-ket va parallel ulash, tok kuchi hamda kuchlanishni o‘lchash kabi mavzularni laboratoriya tajribalari, muammoli topshiriqlar va raqamli simulyatsiyalar bilan uyg‘unlashtirish taklif etiladi. Bunday yondashuv nazariy bilimni amaliy faoliyat bilan bog‘lash, o‘lchash natijalarini tahlil qilish, xatoliklarni baholash va fizik xulosa chiqarish ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: o‘zgarmas tok, Om qonuni, elektr zanjiri, amaliy kompetensiya, laboratoriya tajribasi, o‘lchash, simulyatsiya.

Kirish. Fizika ta’limida o‘quvchining qonun va formulalarni bilishi bilan birga ularni real elektr zanjirlariga tatbiq eta olishi muhim natija hisoblanadi. O‘zgarmas tok bo‘limi bu jihatdan ayniqsa qulay: o‘quvchi tok manbai, rezistor, kalit, ampermetr va voltmetr bilan ishlaydi, zanjir parametrlarini o‘lchaydi hamda nazariy hisoblashlarni tajriba natijalari bilan solishtiradi. Shu sababli mazkur bo‘limni faqat formulalarni yodlash asosida emas, balki faol tajriba va muammoli topshiriqlar asosida tashkil etish maqsadga muvofiqdir [1, 2].

O‘zgarmas tok qonunlarini o‘rganish jarayonida shakllanadigan amaliy kompetensiya o‘quvchining elektr zanjirini sxema asosida yig‘ishi, o‘lchov asboblarini to‘g‘ri ulashi, xavfsizlik qoidalariga rioya qilishi, tajriba natijalarini jadval va grafik ko‘rinishida ifodalashi hamda kuzatilgan bog‘lanishni fizik qonun bilan izohlashi orqali namoyon bo‘ladi. Bunda bilim, amaliy harakat va tahliliy fikrlash bir butun faoliyatga birlashtiriladi [5, 6].

Tadqiqotning maqsadi – o‘zgarmas tok qonunlarini o‘rganish jarayonida o‘quvchilarning elektromagnitizmga oid amaliy kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiluvchi ixcham metodik tizimni asoslash. Buning uchun dars mazmunini “nazariy tushuncha – tajriba – o‘lchash – tahlil – xulosa” ketma-ketligi asosida tashkil etish taklif qilinadi.

Asosiy qism. O‘zgarmas tok mavzusini o‘qitishda birinchi bosqich elektr zanjirining fizik mazmunini anglashdan boshlanadi. O‘quvchi elektr toki zaryadlangan zarralarning tartibli harakati ekanini, tok kuchi I, kuchlanish U va qarshilik R orasidagi bog‘lanish Ohm qonuni bilan ifodalanishini tushunishi kerak:

$$I = U / R$$

Formulani o‘zlashtirishning o‘zi yetarli emas. O‘quvchi kuchlanish oshirilganda tok kuchining qanday o‘zgarishini tajribada kuzatishi, qarshilik o‘zgartirilganda natijani oldindan taxmin qilishi va tajriba orqali tekshirishi lozim. Masalan, doimiy qarshilikka ega rezistor uchun U va I qiymatlari o‘lchanib, I(U) grafigi quriladi. Grafikning to‘g‘ri chiziqli ko‘rinishi Ohm qonunining tajribaviy mazmunini ochib beradi. Shu faoliyat davomida o‘quvchi nafaqat formulani, balki fizik kattaliklar orasidagi sabab-oqibat bog‘lanishini anglaydi [2, 3].

Ikkinchi bosqichda o‘lchov asboblari bilan ishlash kompetensiyasi shakllantiriladi. Ampermetr zanjirga ketma-ket, voltmetr esa o‘lchanayotgan elementga parallel ulanadi. O‘qituvchi tayyor sxemani ko‘rsatish bilan cheklanmasdan, o‘quvchiga noto‘g‘ri ulanishlarni aniqlash, asbobning o‘lchash chegarasini tanlash va sxemadagi xatoni tuzatish kabi topshiriqlar berishi maqsadga muvofiq. Bunday topshiriqlar elektr o‘lchash madaniyatini rivojlantiradi va tajribani ongli ravishda bajarishga yordam beradi.

Uchinchi bosqich rezistorlarni ketma-ket va parallel ulashni tajriba asosida o‘rganishga qaratiladi. Ketma-ket ulashda tok kuchining zanjir bo‘ylab bir xil bo‘lishi va umumiy qarshilikning $R = R_1 + R_2 + \ldots$ ifoda bilan aniqlanishi, parallel ulashda esa tarmoqlardagi kuchlanishning bir xil bo‘lishi va umumiy qarshilikning teskari kattaliklar yig‘indisi orqali aniqlanishi tajriba bilan tekshiriladi. O‘quvchi nazariy hisoblangan qiymatni multimetr yoki laboratoriya asboblari yordamida o‘lchangan qiymat bilan solishtiradi. Bu usul hisoblash, o‘lchash va tahlil qilish kompetensiyalarini bir vaqtda rivojlantiradi [4, 5].

Amaliy kompetensiyani rivojlantirish uchun laboratoriya topshiriqlari natijani “tayyor olish”ga emas, balki mustaqil izlanishga yo‘naltirilishi kerak. Masalan: “Ikki rezistorni shunday ulangki, zanjirdagi umumiy tok eng kichik bo‘lsin”, “Berilgan manba kuchlanishida qaysi ulanishda quvvat ko‘proq ajraladi?”, “O‘lchangan U va I qiymatlaridan rezistor qarshiligini aniqlang va nominal qiymat bilan taqqoslang”. Bunday vazifalarda o‘quvchi sxemani tanlaydi, hisoblaydi, tajribani bajaradi va qarorini dalillaydi.

Metodik tizimning yana bir muhim elementi – tajriba natijalarini qayta ishlash. O‘quvchi o‘lchov natijalarini jadvalga kiritishi, birliklarni to‘g‘ri yozishi, o‘rtacha qiymatni aniqlashi va oddiy o‘lchash xatolarini izohlashi lozim. Masalan, Ohm qonunini tekshirishda kuchlanish va tok kuchi bir necha marta o‘lchanib, R = U/I bo‘yicha qarshilik qiymatlari topiladi. Natijalarning bir-biriga yaqinligi tajribaning takrorlanuvchanligini ko‘rsatadi; sezilarli tafovut yuzaga kelsa, kontaktlarning sifati, asbob xatoligi yoki rezistorning qizishi kabi omillar muhokama qilinadi. Shu tariqa o‘quvchi fizik tajribada “to‘g‘ri javob”dan ko‘ra dalillangan natija muhim ekanini tushunadi [7].

Raqamli simulyatsiyalar laboratoriya jihozlari cheklangan vaziyatlarda yoki tajribaga tayyorgarlik bosqichida samarali yordamchi vosita bo‘lishi mumkin. Virtual elektr zanjirida o‘quvchi elementlarni erkin almashtiradi, parametrlarni o‘zgartiradi va natijani tez kuzatadi. Biroq simulyatsiya real

tajribani to‘liq almashtirmasligi kerak. Eng maqsadga muvofiq ketma-ketlik: avval nazariy taxmin, so‘ng simulyatsiyada tekshirish, keyin real zanjirni yig‘ish va yakunda natijalarni taqqoslash. Bu yondashuv o‘quvchining abstrakt model bilan real fizik obyekt o‘rtasidagi bog‘lanishni tushunishiga yordam beradi.

O‘qitish jarayonida muammoli vaziyatlardan foydalanish ham muhim. Masalan, “Nima uchun voltmetrni ketma-ket ulash mumkin emas?”, “Bir xil ikkita lampochka ketma-ket va parallel ulanganda ularning yorqinligi nega farq qiladi?”, “Rezistor qiziganda zanjirdagi tok qanday o‘zgarishi mumkin?” kabi savollar o‘quvchini formuladan tashqari fizik mazmun haqida fikrlashga undaydi. Javobni tajriba orqali tekshirish esa tushunchaning barqaror shakllanishiga olib keladi.

Taklif etilayotgan metodikada o‘quv faoliyatini to‘rt darajada baholash mumkin: 1) sxemani tushunish va asosiy kattaliklarni ajratish; 2) asboblarni to‘g‘ri ulash va o‘lchashni bajarish; 3) natijalarni hisoblash, jadval yoki grafik orqali ifodalash; 4) natijani fizik qonun asosida izohlash va xulosa chiqarish. Bunday baholash faqat yakuniy sonli javobni emas, o‘quvchining butun amaliy faoliyatini e’tiborga oladi. Natijada baholash ham kompetensiyaviy yondashuvga moslashadi [6].

Darsni tashkil etishda qisqa guruhli topshiriqlar ham samarali. Bir guruh ketma-ket ulashni, ikkinchi guruh parallel ulashni o‘rganib, natijalarni o‘zaro taqqoslaydi. Har bir guruh sxema, o‘lchov jadvali va qisqa xulosani taqdim etadi. Bu usul vaqtni tejaydi, o‘quvchilarning muloqotini kuchaytiradi va fizik terminlardan to‘g‘ri foydalanish ko‘nikmasini rivojlantiradi. O‘qituvchi esa jarayonda tayyor javob beruvchi emas, balki xavfsizlikni nazorat qiluvchi, yo‘naltiruvchi va savollar orqali fikrlashni faollashtiruvchi rolni bajaradi.

O‘zgarmas tok mavzusini kundalik hayot va texnika bilan bog‘lash metodikaning amaliy ahamiyatini oshiradi. Batareya, telefon zaryadlagichi, LED chiroq, avtomobil elektr tizimi yoki maishiy elektr jihozlari misolida tok, kuchlanish, qarshilik va quvvat tushunchalarining qo‘llanilishi muhokama qilinadi. Shu orqali o‘quvchi o‘rganilgan qonunlarning faqat darslikdagi masalalar uchun emas, real texnik tizimlarni tushunish uchun ham zarurligini anglaydi.

Metodik tavsiyalar. O‘zgarmas tok qonunlarini o‘qitishda amaliy kompetensiyani rivojlantirish uchun quyidagi ketma-ketlik tavsiya etiladi: avval muammoli savol yoki real vaziyat orqali mavzuga ehtiyoj hosil qilish; asosiy qonun va kattaliklarni qisqa nazariy izohlash; sxemani mustaqil yig‘dirish; kamida ikki-uchta o‘lchashni bajarish; natijalarni jadval va grafikda ifodalash; nazariy va tajribaviy natijalarni solishtirish; yakunda o‘quvchining o‘z xulosasini shakllantirish. Darsning bunday tuzilishi nazariya va tajribani uzviy bog‘laydi.

Laboratoriya ishlarida xavfsizlik qoidalari alohida kompetensiya sifatida qaralishi kerak. O‘quvchi zanjirni manbaga ulashdan oldin sxemani tekshirishi, qisqa tutashuvga yo‘l qo‘ymasligi, o‘lchov asbobining diapazonini hisobga olishi

va o‘qituvchi ko‘rsatmasiga amal qilishi lozim. Xavfsiz va tartibli tajriba bajarish texnik madaniyatning muhim tarkibiy qismidir.

Xulosa. O‘zgarmas tok qonunlarini o‘qitishda amaliy kompetensiyani rivojlantirish nazariy tushuntirish, real tajriba, o‘lchash, hisoblash va natijani izohlashning yagona tizimda tashkil etilishini talab qiladi. Ohm qonuni, ketma-ket va parallel ulash hamda elektr o‘lchov asboblari bilan ishlashga oid topshiriqlar o‘quvchining bilimini amaliy faoliyatga ko‘chirish imkonini beradi. Muammoli vazifalar va raqamli simulyatsiyalar esa kuzatish, taxmin qilish va tekshirish jarayonini faollashtiradi. Shuning uchun o‘zgarmas tok bo‘limida darsni “nazariya – tajriba – tahlil – xulosa” modeli asosida tashkil etish elektromagnitizmga oid amaliy kompetensiyalarni maqsadli shakllantirish uchun metodik jihatdan samarali yondashuv hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Begmatova D.A. va boshq. Fizika o‘qitish metodikasi. 2021.

2. Kamolov J. va boshq. Elektr va magnetizm. 2007.

3 Izbosarov B.F., Kamolov I.R. Elektromagnetizm. 2006.

4. G‘aniyev A.G‘., Normurodov M.T. Fizikadan masalalar yechish. 2012.

5 G‘aniyev S., Baxronov H.N., Jumaniyozov I.O. Elektromagnetizm bo‘yicha amaliy mashg‘ulotlar. 2020.

6. Kurbanov M., Kurbanov Kh. Fizika faniga oid kompetensiyalarni rivojlantirish metodikasi. 2023.

7 Sattorov B. Fizikadan eksperimental tayyorgarlikni kompetentli yondashuv asosida rivojlantirish. 2025.

UMUMTA’LIM MAKTABLARIDA «OPTIKA» BO‘LIMINI O‘QITISHDA INNOVATSION TA’LIM TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH METODIKASI

Xomidjonov Jaxongir Isroiljonovich[1]
Tajibayeva Jadira Timurxan qizi[2]
Chirchiq davlat pedagogika universiteti[1]
Chirchiq davlat pedagogika universiteti talabasi[2]

Annotatsiya. Ushbu tezisda umumta’lim maktablarida optika bo‘limini o‘qitishda o‘quvchilarning konseptual tushunishini rivojlantirish masalasi ko‘rib chiqiladi. Muammoni hal etish uchun PhET interaktiv simulyatsiyasiga asoslangan metodik yondashuv taklif etiladi. Metodika muammoli savol, taxmin, modellashtirish, kuzatish, tahlil va natijalarni Snell qonuni bilan bog‘lash bosqichlarini o‘z ichiga oladi. Mazkur yondashuv o‘quvchining fizik hodisa, geometrik tasvir va matematik ifoda o‘rtasidagi bog‘lanishni anglashiga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: optika, yorug‘likning sinishi, PhET, interaktiv simulyatsiya, konseptual tushunish, Snell qonuni.

Kirish. Fizika ta’limining samaradorligi o‘quvchining formulalarni yod olishi bilangina emas, balki fizik hodisaning mazmunini tushunishi, kuzatishi va

o‘z bilimini yangi vaziyatlarda qo‘llay olishi bilan belgilanadi. Optika bo‘limida bu talab ayniqsa muhim, chunki yorug‘likning akslanishi, sinishi va linzalarda tasvir hosil bo‘lishi kabi hodisalarni to‘g‘ri izohlash uchun geometrik tasvir, fizik model va matematik ifoda o‘rtasidagi bog‘lanishni anglash zarur. Kaewkhong va hammualliflari 220 nafar 11-sinf o‘quvchisining yorug‘likning sinishi haqidagi tasavvurlarini o‘rganib, muhit chegarasidagi sinish va nur yo‘nalishini tushuntirishda sezilarli konseptual qiyinchiliklar mavjudligini ko‘rsatgan (Kaewkhong et al., 2010). Ushbu tezisda yorug‘likning sinishi hodisasini konseptual o‘zlashtirishdagi qiyinchiliklar tahlil qilinib, ularni PhET interaktiv simulyatsiyasi asosida bartaraf etishga qaratilgan metodik yondashuv taklif etiladi.

Muammo va uning ilmiy asoslanishi. Yorug‘likning sinishi mavzusini o‘rganishda o‘quvchi odatda Snell qonuni bilan tanishadi:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

bu yerda n_1 va n_2 – muhitlarning sindirish ko‘rsatkichlari, θ_1 – tushish burchagi, θ_2 – sinish burchagi. Mazkur tenglama ikki muhit chegarasida yorug‘lik nurining yo‘nalishi qanday o‘zgarishini matematik jihatdan ifodalaydi. Biroq Snell qonunidan hisoblashlarda foydalanish o‘quvchining sinish hodisasining fizik mohiyatini to‘liq anglaganini har doim ham anglatmaydi. Asosiy qiyinchilik formula, nur chizig‘i va real hodisa o‘rtasidagi mazmuniy bog‘lanishni ko‘rishda namoyon bo‘ladi.

Bu muammo ilmiy adabiyotlarda ham qayd etilgan. Uwamahoro va hammualliflari geometrik optikani o‘qitishda laboratoriya tajribalari, PhET simulyatsiyalari va videolardan foydalanish o‘quvchilarning konseptual tushunishiga ijobiy ta’sir qilishi mumkinligini ko‘rsatgan; ayniqsa, real tajriba bilan raqamli vositalarni uyg‘unlashtirish yuqori natijalar berishi qayd etilgan (Uwamahoro et al., 2021). Shu sababli muammoni faqat raqamli vositalarni qo‘llash bilan emas, balki ularni aniq didaktik maqsad asosida tashkil etilgan metodik faoliyat bilan birlashtirish orqali hal etish maqsadga muvofiq.

PhET interaktiv simulyatsiyasi asosidagi metodik yechim. Taklif etilayotgan yondashuv PhET interaktiv simulyatsiyasini muammoli va tadqiqotga asoslangan topshiriqlar bilan birgalikda qo‘llashga asoslanadi. PhET o‘quvchiga fizik kattaliklarni boshqarish, hodisani takroriy kuzatish va natijani darhol tahlil qilish imkonini beradi. PhET bo‘yicha 31 ta eksperimental va kvazi-eksperimental tadqiqotni qamrab olgan sharhda simulyatsiyalar fizikadagi konseptual tushunishni qo‘llab-quvvatlashi va faol ta’lim muhitiga samarali integratsiya qilinishi mumkinligi qayd etilgan (Membiela et al., 2021). Optikaga oid tadqiqotlarda ham raqamli vositalarning ijobiy ta’siri ko‘rsatilgan. Rwanda maktablarida o‘tkazilgan tadqiqotda PhET simulyatsiyasidan foydalangan o‘quvchilarda geometrik optikani o‘zlashtirish ko‘rsatkichlari an’anaviy yondashuvga nisbatan yuqoriroq bo‘lgan (Mugabo et al., 2020).

Taklif etilayotgan metodika. Metodikaning asosiy ketma-ketligi quyidagicha belgilanadi: muammoli savol → taxmin → PhETda modellashtirish → kuzatish → natijalarni tahlil qilish → fizik qonun bilan bog‘lash → xulosa.

Birinchi bosqichda o‘qituvchi «Nima uchun yorug‘lik havodan suvga o‘tganda yo‘nalishini o‘zgartiradi?» degan muammoli savolni qo‘yadi. O‘quvchilar javobni tayyor holda olmaydi, balki o‘z taxminlarini bildiradi. Shu orqali ularning boshlang‘ich tasavvurlari aniqlanadi.

Ikkinchi bosqichda o‘quvchi PhET simulyatsiyasida ikki muhitni tanlaydi va tushish burchagini o‘zgartiradi. Masalan, havo uchun $n_1 \approx 1{,}00$, suv uchun $n_2 \approx 1{,}33$ qiymatlari tanlanib, turli tushish burchaklarida sinish burchagi kuzatiladi. Muhitlar o‘zgartirilganda nur yo‘nalishidagi farqlar taqqoslanadi.

Uchinchi bosqichda o‘quvchi kuzatuv natijalarini jadvalga qayd etadi. Tushish burchagi 20°, 30°, 40° va 50° qiymatlarida olinib, har bir holatda sinish burchagi simulyatsiya orqali aniqlanadi. Natijalarni solishtirish orqali tushish burchagi va sinish burchagi orasidagi bog‘lanish kuzatiladi.

To‘rtinchi bosqichda o‘qituvchi «Kuzatilgan bog‘lanishni qanday qonun bilan ifodalash mumkin?» degan savolni beradi. O‘quvchilar kuzatuv natijalarini Snell qonuni bilan bog‘laydi:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Natijada formula tayyor ma’lumot sifatida emas, balki tajribada kuzatilgan fizik qonuniyatning matematik ifodasi sifatida qabul qilinadi.

Beshinchi bosqichda o‘quvchi dastlabki taxminini simulyatsiya natijasi bilan taqqoslaydi va xulosa chiqaradi. Sindirish ko‘rsatkichi kattaroq muhitga o‘tilganda nur normalga yaqinlashishi, sindirish ko‘rsatkichi kichikroq muhitga o‘tilganda esa normaldan uzoqlashishi kuzatiladi. Shu orqali geometrik chizma, kuzatilgan hodisa va matematik model o‘rtasidagi bog‘lanish mustahkamlanadi.

Metodikaning ilmiy va amaliy ahamiyati. Taklif etilayotgan yondashuvning muhim jihati PhETni darsga shunchaki qo‘shish emas, balki uni aniq didaktik maqsadga bo‘ysundirishdir. O‘quvchi simulyatsiyada tayyor animatsiyani tomosha qilish bilan cheklanmaydi; u savolga javob izlaydi, parametrlarni o‘zgartiradi, kuzatish natijalarini qayd etadi va ulardan fizik xulosa chiqaradi. Tadqiqotga asoslangan optika mashg‘ulotlari an’anaviy laboratoriya faoliyatiga nisbatan konseptual tushunishni yaxshiroq rivojlantirishi mumkinligi adabiyotlarda qayd etilgan (Wardani et al., 2017). Mazkur natijalar taklif qilinayotgan metodikaning nazariy asosini kuchaytiradi, biroq ular aynan ushbu metodika bo‘yicha olingan eksperimental natija sifatida talqin qilinmaydi.

Amaliy jihatdan metodikani umumiy o‘rta ta’limning optikaga oid mavzulariga moslashtirish mumkin. Bunda PhETning vazifasi real tajribani to‘liq almashtirish emas, balki o‘quvchiga parametrlar o‘zgarishini tez, xavfsiz va ko‘rgazmali tarzda tekshirish imkonini berishdir.

Metodik yangilik. Taklif etilayotgan yondashuvning o‘ziga xos jihati yorug‘likning sinishini o‘rganishda PhET simulyatsiyasini muammoli savol, o‘quvchi taxmini, parametrlarni boshqarish, kuzatish, tahlil va natijani Snell

qonuni bilan izohlash bosqichlari asosida yagona metodik ketma-ketlikka birlashtirishdan iborat. Bunda raqamli texnologiya o‘quvchining mustaqil kuzatuvi va fizik xulosasi bilan uzviy bog‘lanadi.

Xulosa. Yorug‘likning sinishini o‘qitishda PhET interaktiv simulyatsiyasini muammoli va tadqiqotga asoslangan topshiriqlar bilan birlashtirish o‘quvchilarning fizik hodisa, geometrik tasvir va Snell qonuni o‘rtasidagi bog‘lanishni anglashiga yordam beradi. Taklif etilgan metodika raqamli vositani aniq didaktik maqsadga yo‘naltirishga asoslanadi. Kelgusida uning samaradorligini tajriba-sinov ishlari asosida baholash maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Kaewkhong, K., Mazzolini, A., Emarat, N., & Arayathanitkul, K. (2010). Thai high-school students’ misconceptions about and models of light refraction through a planar surface. Physics Education, 45(1), 97–107. https://doi.org/10.1088/0031-9120/45/1/012

2. Membiela, P., et al. (2021). Effect of integrating physics education technology simulations on students’ conceptual understanding in physics: A review of literature. Physical Review Physics Education Research, 17, 023108. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.023108

3. Uwamahoro, J., Ndihokubwayo, K., Ralph, M., & Ndayambaje, I. (2021). Physics students’ conceptual understanding of geometric optics: Revisited analysis. Journal of Science Education and Technology, 30, 706–718.

4. Wardani, T. B., Widodo, A., & Winarno, N. (2017). Using inquiry-based laboratory activities in lights and optics topic to improve students’ conceptual understanding. Journal of Physics: Conference Series, 895, 012152. https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012152

5. Mugabo, J., et al. (2020). Effectiveness of PhET simulations and YouTube videos to improve the learning of optics in Rwandan secondary schools. African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education, 24(2). https://doi.org/10.1080/18117295.2020.1818042

6. Salim, S. Y., & Fianti, F. (2023). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan simulasi PhET terhadap pemahaman konsep dan sikap peserta didik pada materi alat optik. Unnes Physics Education Journal, 13(1). https://doi.org/10.15294/upej.v13i1.8616

7. Puspitaningtyas, E., Putri, E. F. N., Umrotul, U., & Sutopo, S. (2021). Analysis of high school student’s concept mastery in light wave using structured inquiry learning assisted by a virtual laboratory. Revista Mexicana de Física E, 18(1), 10–22. https://doi.org/10.31349/RevMexFisE.18.10

SINFDAN TASHQARI MASHG‘ULOTLARDA O‘QUVCHILARNING ENERGIYA SAMARADORLIGIGA OID TUSHUNCHALARINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI

Xomidjonov Jaxongir Isroiljonovich[1]
Sobirova Maxfuza Olimjon qizi[2]

Chirchiq davlat pedagogika universiteti[1]
Chirchiq davlat pedagogika universiteti talabasi

Annotatsiya. Tezisda sinfdan tashqari mashg‘ulotlar orqali o‘quvchilarda energiya samaradorligi, energiyani tejash va undan oqilona foydalanishga oid tushunchalarni rivojlantirishning metodik yondashuvlari yoritiladi. Energiya auditi, kuzatish, kichik loyiha, muammoli topshiriq va amaliy tajribalarni bir tizimda qo‘llash taklif etiladi. Bunday faoliyat o‘quvchini faqat energiya haqidagi nazariy bilim bilan cheklab qo‘ymay, balki maktab va kundalik hayotdagi energiya sarfini tahlil qilish, tejamkor yechimlarni asoslash va mas’uliyatli xulq-atvorni shakllantirishga yo‘naltiradi.

Kalit so‘zlar: energiya samaradorligi, energiya tejash, sinfdan tashqari mashg‘ulot, energiya savodxonligi, loyiha faoliyati, energiya auditi, barqaror rivojlanish.

Kirish. Energiya resurslaridan oqilona foydalanish zamonaviy jamiyatning iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy barqarorligi bilan bevosita bog‘liq. Shu sababli o‘quvchilarda energiya manbalari, energiya iste’moli, yo‘qotishlar va energiya samaradorligi to‘g‘risidagi tushunchalarni erta bosqichdan shakllantirish ta’limning muhim vazifalaridan biridir. UNESCOning barqaror rivojlanish va “yashil” ta’limga oid tavsiyalarida ham o‘quvchilarni real hayot muammolari bilan ishlashga, kuzatish va amaliy harakatlar orqali barqaror xulq-atvorni egallashga yo‘naltirish zarurligi ta’kidlanadi [1, 2].

Energiya samaradorligini faqat formula yoki ta’riflar orqali tushuntirish yetarli emas. O‘quvchi elektr chirog‘i, isitish tizimi, maishiy qurilma, transport yoki maktab binosida energiya qayerda sarflanishini ko‘ra olishi, ortiqcha sarf sabablarini aniqlashi va tejamkor yechimni asoslay olishi kerak. Shu nuqtai nazardan, sinfdan tashqari mashg‘ulotlar darsdagi nazariy bilimlarni real vaziyatlar bilan bog‘lash uchun qulay pedagogik maydon hisoblanadi. Energiya savodxonligiga bag‘ishlangan tadqiqotlarda o‘quvchilar muammoni mustaqil aniqlab, yechim taklif qiladigan loyiha va xizmatga asoslangan faoliyat ularning energiya muammolarini chuqurroq anglashiga yordam berishi ko‘rsatilgan [3].

Tadqiqotning maqsadi – sinfdan tashqari mashg‘ulotlarda o‘quvchilarning energiya samaradorligiga oid tushunchalarini rivojlantirishga xizmat qiladigan amaliy-metodik faoliyatlar tizimini ishlab chiqish va uning asosiy tarkibiy qismlarini belgilashdir. Bunda energiya samaradorligini tushunish, oddiy hisob-kitoblarni bajarish, energiya sarfini kuzatish, muammoni aniqlash va tejamkor taklif ishlab chiqish kompetensiyalari asosiy natija sifatida qaraladi.

Asosiy qism. Energiya samaradorligi tushunchasi energiyadan foydali natija olish darajasi bilan tavsiflanadi. Soddalashtirilgan holda uni foydali energiyaning sarflangan umumiy energiyaga nisbatidan ifodalash mumkin: $\eta = (E_f / E_s) \times 100\ \%$. Biroq ta’lim jarayonida bu ifoda faqat hisoblash vositasi sifatida emas, balki “bir xil natijaga kamroq energiya sarflab qanday erishish mumkin?” degan savolni muhokama qilish uchun ham qo‘llanishi maqsadga muvofiq. Masalan, bir xil yoritish sharoitida turli lampalarning quvvati, ishlash

vaqti va elektr energiyasi sarfi taqqoslanadi. Elektr energiyasi sarfi $W = P \cdot t$ munosabat orqali hisoblanib, natija kWh birlikda baholanadi.

Sinfdan tashqari mashg‘ulotlarning afzalligi shundaki, ular qat’iy dars chegarasidan tashqarida kuzatish, tajriba, loyiha va guruhli izlanishni uyg‘unlashtirish imkonini beradi. Mashg‘ulotlar “Energiya izquvarlari”, “Maktab energiya auditi”, “Tejamkor xona”, “Bir haftalik energiya kundaligi” yoki “Eng samarali yoritish yechimi” kabi mavzularda tashkil etilishi mumkin. UNESCO tomonidan 2026-yilda e’lon qilingan Eco Clubs vositalar to‘plamida ham energiya bo‘yicha o‘quv faoliyati maxsus amaliy yo‘nalish sifatida ajratilgan [4]. Bu yondashuv o‘quvchining kundalik kuzatuvini o‘quv vazifasiga aylantirishga yordam beradi.

Taklif etilayotgan metodika uch bosqichdan iborat. Birinchi – diagnostik-motivatsion bosqich. Unda o‘quvchilarga kundalik hayotga yaqin savollar beriladi: “Bo‘sh xonada chiroq yonib turishi qanday yo‘qotishga olib keladi?”, “Bir xil yorug‘likni kamroq quvvat bilan olish mumkinmi?”, “Isitish paytida xona issiqligining qayerdan yo‘qolishi mumkin?”. O‘quvchilarning dastlabki fikrlari qisqa so‘rov, muammoli vaziyat yoki rasmlar asosida aniqlanadi. Bu bosqichda tayyor javob berishdan ko‘ra, muammoni sezish va savol qo‘yish muhimdir.

Ikkinchi – amaliy-tadqiqot bosqichi. O‘quvchilar 3–5 kishilik guruhlarda kichik energiya auditini bajaradi. Masalan, sinf xonasidagi lampalar soni va quvvati aniqlanadi, ularning kunlik ishlash vaqti taxminan qayd etiladi va $W = P \cdot t$ bo‘yicha sarf hisoblanadi. Keyin mavjud yoritish tizimi energiya tejamkor variant bilan shartli ravishda taqqoslanadi. Xuddi shunday, kompyuter va monitorlarni keraksiz vaqtda yoqib qo‘yish, eshik-derazalardan issiqlik yo‘qotilishi yoki tabiiy yoritishdan foydalanish imkoniyati kuzatilishi mumkin. Bu yerda asosiy maqsad aniq iqtisodiy ekspertiza o‘tkazish emas, balki o‘quvchini o‘lchash, taqqoslash, dalil keltirish va asoslangan xulosa chiqarishga o‘rgatishdir.

Uchinchi – loyiha va refleksiya bosqichi. Har bir guruh aniqlangan muammo asosida bir yoki ikki amaliy taklif ishlab chiqadi. Masalan, “tabiiy yorug‘likdan ko‘proq foydalanish”, “foydalanilmayotgan qurilmalarni tarmoqdan uzish”, “yoritish zonalarini alohida boshqarish” yoki “issiqlik yo‘qotilishini kamaytirish” kabi yechimlar tanlanadi. Takliflar “muammo – sabab – dalil – yechim – kutiladigan natija” ketma-ketligida taqdim etiladi. Shu tarzda o‘quvchi energiya samaradorligini abstrakt tushuncha emas, balki kuzatiladigan va boshqariladigan jarayon sifatida anglaydi.

Mashg‘ulotlarda tajribaviy topshiriqlardan foydalanish ham muhim. Masalan, bir xil hajmdagi suvni turli sharoitlarda isitish vaqtini taqqoslash, issiqlik izolatsiyasi mavjud va mavjud bo‘lmagan idishlarda haroratning pasayishini kuzatish, tabiiy va sun’iy yoritilish sharoitlarini solishtirish mumkin. Bunda xavfsizlik qoidalari qat’iy saqlanadi va faqat o‘qituvchi nazoratidagi, maktab sharoitiga mos tajribalar tanlanadi. Energiya ta’limiga bag‘ishlangan STEM tadqiqotlari predict–observe–explain kabi faol metodlar o‘quvchilarning

mustaqil fikrlashi va fanlararo tushunchalarni egallashiga ijobiy ta’sir koʻrsatishini koʻrsatadi [5].

Raqamli vositalar mazkur metodikani kuchaytirishi mumkin. Oddiy elektron jadval yordamida quvvat, ishlash vaqti va energiya sarfi boʻyicha hisob-kitoblar bajariladi, diagrammalar tuziladi va turli ssenariylar taqqoslanadi. Masalan, lampaning kuniga 6 soat emas, 4 soat ishlashi yoki yuqori quvvatli qurilmaning kutish rejimidan chiqarilishi qanday natija berishi modellashtiriladi. Muhimi, raqamli vosita tayyor javobni bermasligi, balki oʻquvchining ma’lumotni tahlil qilish faoliyatiga xizmat qilishi kerak.

Oʻquvchilarning rivojlanishini baholash uchun faqat test natijasi yetarli emas. Toʻrtta mezonni qoʻllash maqsadga muvofiq: 1) tushunchaviy – energiya samaradorligi, quvvat, energiya sarfi va tejash tushunchalarini izohlash; 2) amaliy – kuzatish va oddiy hisob-kitobni toʻgʻri bajarish; 3) tahliliy – samarasiz sarf sababini aniqlash va dalil bilan izohlash; 4) xulqiy – energiyadan oqilona foydalanishga doir real tavsiya berish va uni amalda qoʻllashga tayyorlik. Energiya savodxonligiga oid zamonaviy tadqiqotlarda ham bilim bilan bir qatorda muammoni hal qilish, qaror qabul qilish va amaliy harakat komponentlari alohida ahamiyatga ega ekani qayd etiladi [3].

Mazkur metodikaning samaradorligi sinfdan tashqari faoliyatning mazmuniga bogʻliq. Agar mashgʻulot faqat ma’ruza shaklida tashkil etilsa, u oddiy darsdan katta farq qilmaydi. Aksincha, oʻquvchi real obyektni kuzatsa, ma’lumot yigʻsa, sarfni hisoblab koʻrsa va oʻz taklifini himoya qilsa, energiya samaradorligi tushunchasi faol bilimga aylanadi. Shu bois oʻqituvchi axborot beruvchi rolidan koʻra tashkilotchi, yoʻnaltiruvchi va maslahat beruvchi rolni bajarishi lozim. Barqaror rivojlanishga yoʻnaltirilgan ta’lim boʻyicha xalqaro tavsiyalarda ham aynan harakatga yoʻnaltirilgan, yaxlit va real hayot bilan bogʻlangan oʻqitish modeli qoʻllab-quvvatlanadi [1, 2].

Xulosa. Sinfdan tashqari mashgʻulotlar oʻquvchilarda energiya samaradorligiga oid tushunchalarni hayotiy vaziyatlar bilan bogʻlab rivojlantirish uchun qulay imkoniyat yaratadi. Energiya auditi, kuzatish, oddiy tajriba, hisob-kitob va kichik loyiha faoliyatining uygʻun qoʻllanishi oʻquvchilarda energiya sarfini anglash, samarasiz foydalanish holatlarini aniqlash va tejamkor yechimlarni asoslash koʻnikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Taklif etilgan metodikada natija faqat nazariy bilim bilan emas, balki oʻquvchining real muammoni tahlil qilishi va amaliy taklif ishlab chiqishi bilan baholanadi. Shu sababli energiya samaradorligi mavzusidagi sinfdan tashqari ishlarni fizika, ekologiya va texnologiya fanlari bilan integratsiyalashgan holda tashkil etish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. UNESCO. Greening curriculum guidance: Teaching and learning for climate action. Paris: UNESCO, 2024.

2. UNESCO. How teachers are transforming climate education. 2026.

3. Lee, O., et al. Igniting kid power: The impact of environmental service-learning on elementary students’ awareness of energy problems and solutions. Energy Research & Social Science, 116 (2024), 103670. https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103670

4. UNESCO. Small Habits, Greener Future: Greening Education Toolkit for Eco Clubs. 2026.

5. Learning effectiveness of energy education in junior high schools: Implementation of action research and the predict–observe–explain model to STEM course. Heliyon, 9(3), 2023, e14058. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14058

6. Making connections: Elementary students’ ideas about electricity and energy resources. Renewable Energy, 2019.

7. UNESCO. Education for Sustainable Development: approaches integrating real-life issues, school-community interaction and extracurricular activities.

ELEKTROMAGNETIZM BO‘LIMINI O‘QITISHDA INDIVIDUAL TA’LIM TRAYEKTORIYASINING RAQAMLI-DIDAKTIK TA’MINOTI VA UNING PEDAGOGIK IMKONIYATLARI

Tursunov ikromjon Gulamjonovich[1], Umbarov Abduvohid Uktam o‘g‘li[2]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika kafedrasi professori,

[2]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika kafedrasi o‘qituvchisi

Annotatsiya. Elektromagnetizm bo‘limini o‘qitishda individual ta’lim trayektoriyasining raqamli-didaktik ta’minoti va uning pedagogik imkoniyatlari yoritildi. Metodik kompetentlikni rivojlantirish modeli, mustaqil ta’limni tashkil etish algoritmi hamda PhET interaktiv simulyatsiyalaridan foydalanish o‘zaro bog‘liqlikda tahlil qilinadi. Bio–Savar–Laplas qonuni bo‘yicha mashg‘ulot misolida nazariy tahlil, virtual kuzatish va refleksiv baholashni uyg‘unlashtirishning metodik mazmuni ochib berildi.

Kalit so‘zlar: individual ta’lim trayektoriyasi, metodik kompetentlik, Elektromagnetizm, didaktik ta’minot, PhET, mustaqil ta’lim, refleksiya.

Bo‘lajak fizika o‘qituvchisining metodik tayyorgarligi fizik qonuniyatlarni bilish bilan cheklanmay, o‘quv materialini tanlash, mashg‘ulotni loyihalash va talabaning o‘zlashtirish xususiyatlariga mos metodik qaror qabul qilishni ham qamrab oladi. Elektromagnetizmning abstrakt tushunchalari va matematik modellashtirishga asoslangan mazmuni nazariy bilimlarni kuzatish hamda amaliy faoliyat bilan bog‘lashni talab etadi. Shu nuqtayi nazardan, individual ta’lim trayektoriyasi (ITT) raqamli vositalarni talabaning tayyorgarligi, qiziqishi va o‘quv sur’atiga moslashtirishning pedagogik mexanizmi sifatida qaraladi. Tezisning maqsadi ITT asosidagi model, mustaqil ta’lim va didaktik resurslar o‘rtasidagi metodik bog‘lanishni ochib berishdir [1, 60–64-b.].

Tadqiqotda ITT didaktik, psixologik va texnologik darajalarning integratsiyasi sifatida talqin etiladi. Uning maqsadli, mazmuniy, texnologik va baholash komponentlari talabaning individual rivojlanish yo‘lini loyihalashga xizmat qiladi. Metodik kompetentlik esa motivatsion-kognitiv, faoliyatli-refleksiv, aksiologik-kreativ va deontologik komponentlar birligida rivojlantiriladi. Bunda kasbiy qiziqish va metodik bilimlar mashg‘ulotni loyihalash, o‘z faoliyatini tahlil qilish, ijodiy yechim topish hamda pedagogik mas’uliyat bilan uyg‘unlashadi. Modelning diagnostik, rivojlantiruvchi, mustahkamlovchi va reflektiv bosqichlari boshlang‘ich tayyorgarlikni aniqlashdan mustaqil metodik faoliyatni baholashgacha bo‘lgan izchillikni belgilaydi [1, 65–69-b.].

Elektromagnetizm bo‘yicha ishlab chiqilgan mustaqil ta’lim rejasi 40 ta mavzu va 90 soatni qamrab oladi. Mavzularni o‘zlashtirish ilk tanishuv, tayyorlov va yakuniy (ijodiy) bosqichlarda tashkil etiladi. Ilk tanishuvda maqsad, manbalar va baholash talablari tushuntiriladi; tayyorlovda axborot izlash, matematik usullar va raqamli vositalardan foydalanish o‘rganiladi; yakuniy bosqichda yozma ish hamda taqdimot tayyorlanadi. Bu jarayonni ta’minlovchi professor-o‘qituvchi va talaba hamkorligi 11 bosqichli algoritm asosida yo‘lga qo‘yiladi. Algoritm yo‘naltirish va motivatsiya (1–3), reja, izlanish va monitoring (4–6), loyiha va rasmiylashtirish (7–8), baholash va refleksiya (9–11) bloklariga birlashtirilgan. O‘qituvchi mavzularni murakkabligiga ko‘ra tabaqalaydi, talaba esa shaxsiy rejasini tuzib, bajarilgan ishini tavsiyalar asosida takomillashtiradi [1, 76–83-b.; 2].

Didaktik ta’minot alohida elektron materiallar yig‘indisi emas, balki mazmun, metod va baholashni bog‘lovchi resurslar hamda ularni qo‘llash mexanizmlari majmuasidir. Uning mazmuniy asosini “Elektr va magnetizm” o‘quv qo‘llanmasidagi nazariy ma’lumotlar, masala yechish namunalari, o‘z-o‘zini tekshirish savollari va mustaqil ta’lim topshiriqlari tashkil etadi [3]. Mazkur materiallar elektron resurslar, PhET interaktiv simulyatsiyalari, virtual laboratoriyalar, portfolio va refleksiv kundaliklar bilan uyg‘unlashtiriladi. Resurslarni tanlashda fundamental mazmunni saqlash, talabaning tayyorgarligiga moslashish hamda nazariya va amaliyot integratsiyasini ta’minlash ustuvor hisoblanadi [1, 90–93-b.].

Bio–Savar–Laplas qonunining turli o‘tkazgichlar magnit maydonini hisoblashga tatbiqi mavzusida nazariy tahlil va virtual kuzatish birgalikda tashkil etiladi. Texnologik xaritada kirish uchun 10, asosiy qism uchun 60, yakuniy qism uchun 10 daqiqa ajratilgan. Kirishda tezkor savol-javob orqali tayanch bilimlar aniqlanib, muammoli vaziyat yaratiladi. Asosiy qismda qonunning fizik mazmuni va matematik ifodasi, to‘g‘ri o‘tkazgich, aylana kontur hamda solenoid magnit maydonining xususiyatlari o‘rganiladi. Mavzuga mos PhET simulyatsiyalari orqali talabalar tok yo‘nalishi va o‘ram soni o‘zgarishini kuzatib, nazariy tushuntirish bilan taqqoslaydilar. Bunda raqamli vosita tayyor xulosani namoyish

etish bilangina cheklanmay, talabani kuzatish, tahlil va izohlash faoliyatiga jalb etadi [1, 93–96-b.].

Yakuniy muhokamada “Bio–Savar–Laplas qonunining amaliy ahamiyatini bir misol bilan izohlang” va “Turli shakldagi o‘tkazgichlarda magnit maydon qanday farqlanadi?” savollaridan foydalaniladi. Talabalar individual yoki kichik guruhlarda javoblarini asoslaydilar; professor-o‘qituvchi tushunchalarni umumlashtirib, aniqlangan kamchiliklarni izohlaydi. Keyingi faoliyatda simulyatsiya natijalarini tahlil qilish kombinatsiyalangan kompetensiyaga asoslangan baholash bilan bog‘lanadi. Bunday tashkil etish fizik mazmunni tushunish bilan birga, uni didaktik jihatdan izohlash, metodik xatolarni anglash va mustaqil xulosa chiqarishga yo‘naltiriladi [1, 110–111-b.].

Mustaqil ishni baholashda axborot bilan ishlash, eksperimentni bajarish, raqamli vositalardan foydalanish, natijalarni tahlil qilish va taqdimot sifati hisobga olinadi. Modelda metodik tayyorgarlik yuqori, yaxshi, o‘rta va past darajalarda tavsiflanadi. Natijalar talabaning keyingi topshiriqlarini va zarur metodik yordamni aniqlashga xizmat qiladi. Internet yoki texnik resurslar cheklanganda oflayn materiallardan foydalanish, katta guruhlarda esa kichik guruhli ish va qo‘shimcha maslahatlarni tashkil etish nazarda tutiladi [1, 69–73, 79–80-b.].

Elektromagnetizmni ITT asosida o‘qitishning metodik mazmuni talabaning shaxsiy o‘quv maqsadi, tabaqalashtirilgan mustaqil faoliyati va refleksiv baholashini yagona tizimda bog‘lashdan iborat. Raqamli vositalarning vazifasi shu tizimda fizik jarayonlarni kuzatish va nazariy bilimlarni amaliy tahlil bilan uyg‘unlashtirishdir. Model, 11 bosqichli hamkorlik algoritmi hamda o‘quv-didaktik resurslarning birligi bo‘lajak fizika o‘qituvchisining metodik faoliyatini loyihalash va takomillashtirish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Tursunov I.G., Umbarov A.U., Xudoyberdiyeva Y.X. Elektr va magnetizm: o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: SARBON LLS, 2024. – 186 b.
2. Tursunov I.G., Umbarov A.U. Individual ta’lim trayektoriyasi asosida elektromagnetizm bo‘limini o‘qitishda mustaqil ta’limni tashkil etish metodikasi // Academic Research in Educational Sciences. – 2024. – Vol. 5, Issue 11. – B. 123–129.
3. Ибрагимов Г.И. Компетентностный подход в профессиональном образовании / Г.И. Ибрагимов // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). – 2007. – Т. 10, № 3. – С. 361–365.
4. Громова Е.М. Индивидуальная образовательная траектория как условие подготовки компетентного специалиста / Е.М. Громова // Высшее образование в России. – 2012. – № 11. – С. 120–124.
5. Mirzoyev D.P. Talabalarni kasbiy faoliyatiga oid kompetentligini rivojlantirish metodikasini takomillashtirish: Ped. fan. falsafa dokt. (PhD) ... diss. avtoref. – Buxoro: Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti, 2023. – 47 b.

O‘QUVCHILARDA YARIMO‘TKAZGICHLAR FIZIKASIGA OID MASALALARNI YECHISH KO‘NIKMALARINI SHAKLLANTIRISH METODIKASI

Valiyeva Aziza Xusniddin qizi

Chirchiq davlat pedagogika universiteti 4-bosqich talabasi

Annotatsiya. Maqolada maktab o‘quvchilarida yarimo‘tkazgichlar fizikasiga oid masalalarni yechish ko‘nikmalarini shakllantirish metodikasi taklif etiladi. Sifat, hisoblash, grafik va eksperimental masalalarni izchil qo‘llash, fizik modelni tanlash hamda yechimni tajribada tekshirish yo‘llari yoritiladi. Yorug‘lik diodli zanjir misolida namunaviy topshiriq berilib, o‘quvchilarning mustaqil faoliyatini baholash mezonlari belgilanadi.

Kalit so‘zlar: yarimo‘tkazgich, p–n o‘tish, diod, masala yechish, fizik model, volt-amper xarakteristikasi, eksperimental topshiriq.

Yarimo‘tkazgichlar fizikasiga oid masalalarni o‘qitishda asosiy vazifa o‘quvchini formulaga son qo‘yish bilan cheklanmasdan, zanjirdagi elementning xususiyatini hisobga olishga o‘rgatishdir. Masala shartini tushunish, sxemani o‘qish, model tanlash va natijani izohlash yagona faoliyat sifatida tashkil etilishi lozim. Bunda nazariy tushuncha, hisoblash va kuzatuv o‘rtasidagi bog‘lanishga e’tibor qaratiladi. J. L. Docktor va hammualliflar maktabning mexanika mavzularida hisoblashdan oldin fizik tamoyilni tanlash, uning qo‘llanishini asoslash va yechim rejasini yozishga yo‘naltirilgan yondashuvni o‘rgangan [1]. Ushbu ishda yondashuv yarimo‘tkazgichli zanjirlar uchun moslashtiriladi.

Maqsad – yarimo‘tkazgichlarga oid masalalarni bosqichma-bosqich yechish, tajriba bilan bog‘lash va baholashga mo‘ljallangan metodik tizimni taklif etish. Ish ilmiy-metodik manbalar tahlili va didaktik loyihalashga asoslanadi. Mazmun xususiy va aralashmali o‘tkazuvchanlik, p–n o‘tish, diod hamda sodda sezgir elementlar bilan chegaralanadi. Pedagogik tajriba-sinov natijalari keltirilmaydi.

Sifat masalasida hodisa tushuntiriladi; hisoblash masalasida tanlangan model asosida kattalik aniqlanadi; grafik topshiriqda volt-amper xarakteristikasi talqin qilinadi; eksperimental masalada yetishmayotgan ma’lumot o‘lchash orqali olinadi. Masalalarni tanlashda dasturga moslik, fizik mazmunning aniqligi, ma’lumotlarning yetarliligi va murakkablikning izchil ortishi mezonlari qo‘llanadi. O‘qitish “namunaviy yechimni o‘rganish → yo‘naltiruvchi savollar yordamida yechish → mustaqil yechish → yangi vaziyatda qo‘llash” bosqichlarida tashkil etiladi. Har bir bosqichda “shartni tahlil qilish → sxema yoki grafik tuzish → fizik modelni tanlash → hisoblash → javobni tekshirish va izohlash” algoritmi saqlanadi. O‘qituvchi yordami kamaytirilib, modelni tanlash va natijani tekshirish vazifasi o‘quvchiga bosqichma-bosqich topshiriladi.

Tayanch tushunchalarni aniqlashda elektron va kovaklarning vazifasi, o‘tkazuvchanlik turi hamda diodning ulanishi muhokama qilinadi. Kovak valent zonadagi elektron bilan band bo‘lmagan holat bilan bog‘liq musbat zaryad tashuvchi sifatida izohlanadi. Diodning tok–kuchlanish bog‘lanishi esa chiziqli

emas [2]. Shuning uchun uni barcha rejimlarda doimiy qarshilikka ega rezistor bilan tenglashtirish mumkin emas. Boshlang‘ich hisoblashda to‘g‘ri ulangan diod uchun doimiy kuchlanish tushuvi modeli olinishi mumkin. Bu soddalashtirish masala shartida ochiq beriladi. Keyingi topshiriqda kuchlanish tushuvini tayyor qiymatdan emas, berilgan grafikdan aniqlash talab etiladi. Shu tariqa o‘quvchi hisoblash usulini modelning qo‘llanish sharti bilan bog‘laydi.

O‘quv masalasida $\mathrm{U} = 5{,}0\,\mathrm{V}$ manbaga yorug‘lik diodi va $\mathrm{R} = 300\,\Omega$ rezistor ketma-ket ulangan bo‘lsin. Diod to‘g‘ri yo‘nalishda ulanib, tanlangan modelda uning kuchlanish tushuvi $U_\mathrm{D} = 2{,}0\,\mathrm{V}$ deb olinsin. Tok kuchi va rezistorda ajraladigan quvvat topilsin. Bu qiymatlar didaktik misol uchun berilgan, real o‘lchash natijalari emas. O‘quvchi avval manba kuchlanishini diod va rezistor uchlaridagi kuchlanishlarga ajratadi. So‘ng rezistorga Om qonunini qo‘llab, tokni hisoblaydi:

$$I = \frac{U - U_\mathrm{D}}{R} = \frac{5{,}0 - 2{,}0}{300} = 0{,}010\,\mathrm{A} = 10\,\mathrm{mA}.$$

$$P_\mathrm{R} = I^2 R = 0{,}010^2 \cdot 300 = 0{,}030\,\mathrm{W}.$$

Bu yerda U – manba kuchlanishi, U_D – dioddagi kuchlanish tushuvi, R – rezistor qarshiligi, I – zanjirdagi tok, P_R – rezistorda ajraladigan quvvat. Hisoblashdan keyin “Nima uchun manbaning butun kuchlanishi rezistorga qo‘llanmadi?” savoli beriladi. Rezistor qarshiligi $600\,\Omega$ ga almashtirilgan mustaqil topshiriqda ayni model bo‘yicha $\mathrm{I} = 5\,\mathrm{mA}$ olinadi. O‘quvchi natijani asoslab, haqiqiy dioddagi kuchlanish tushuvi tokka bog‘liq o‘zgarishini hisobga oladi [2]. Diod, yorug‘lik diodi, termistor yoki fotorezistor, rezistorlar, multimetr va tok cheklovchi himoyali past kuchlanishli manbadan iborat o‘quv stendi taklif etiladi. Zanjir manba uzilgan holatda yig‘ilib, o‘qituvchi tekshiruvidan keyin ishga tushiriladi. Diodga ketma-ket tok cheklovchi rezistor ulanadi; elementlarning ruxsat etilgan tok, kuchlanish va quvvat chegaralari oldindan tekshiriladi. Tarmoq kuchlanishidagi tajribalar bajarilmaydi. O‘quvchilar dioddagi kuchlanish va undan o‘tuvchi tokni bir nechta xavfsiz ish rejimida o‘lchab, jadval hamda volt-amper grafigini tuzadi. Keyin ushbu ma’lumotlar asosida o‘z masalasini tuzib, yechadi. Grafikdagi ikki nuqtada $\frac{U_\mathrm{D}}{I}$ nisbatini taqqoslash diodni doimiy qarshilik bilan almashtirish chegarasini muhokama qilishga xizmat qiladi. Hisoblash va o‘lchash farqlari modelning soddalashtirilishi, asbob aniqligi hamda elementlarning haqiqiy parametrlari bo‘yicha tahlil qilinadi.

Masalalar to‘plamini to‘rtta turning har biridan beshtadan, jami 20 ta topshiriqdan tuzish tavsiya etiladi. Ular boshlang‘ich, asosiy va murakkab darajalarga ajratiladi. Mashg‘ulotlar o‘tkazuvchanlikni tushuntirish, diodli zanjirlarni hisoblash va yarimo‘tkazgichli sezgir elementlar bilan ishlash mavzularida tashkil etiladi. Har bir topshiriq uchun yechim, metodik izoh va baholanadigan ko‘nikma belgilanadi. J. L. Docktor va hammualliflar oliy ta’limning kirish fizika kurslari uchun yozma yechimlarni fizik yondashuv, matematik amallar va mantiqiy izchillik kabi jarayonlar asosida baholash

rubrikasini ishlab chiqqan [3]. Mazkur ishda shartni tushunish, model tanlash, sxema va grafikni talqin qilish, hisoblash, javobni asoslash hamda mustaqillik mezonlari taklif etiladi. Har bir mezon uchun 0 – bajarilmagan yoki noto‘g‘ri, 1 – yordam bilan qisman, 2 – mustaqil va asoslangan tavsiflari qo‘llanadi. Bu ishchi rubrika bo‘lib, ishonchliligi alohida tekshirilishi zarur. Yakuniy baholashda sharti o‘zgartirilgan masala va individual izoh olinadi. Guruhdagi tayyor yechim shaxsiy ko‘nikmaning dalili sifatida yetarli hisoblanmaydi. Dastlabki va yakuniy topshiriqlar mazmun hamda murakkablik jihatidan tenglashtiriladi; xatolar hisoblash, model tanlash va fizik izohlash bo‘yicha alohida tahlil qilinadi.

Taklif etilgan metodika yarimo‘tkazgichlarga oid masalalarni fizik mazmun, sxema, hisoblash va tajriba bilan bog‘lab o‘rgatishga yo‘naltiriladi. Asosiy e’tibor tayyor formulani takrorlashga emas, modelni asosli tanlash va natijani tekshirishga qaratiladi. Ishning amaliy qiymati masalalar tizimi, o‘quv stendi bilan ishlash tartibi va baholash mezonlarida ifodalanadi. Ta’limiy samaradorlik haqidagi xulosa maktab sharoitidagi pedagogik sinovga tayanishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Docktor J. L., Strand N. E., Mestre J. P., Ross B. H. Conceptual problem solving in high school physics // Physical Review Special Topics – Physics Education Research. 2015. Vol. 11. 020106. DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.11.020106.

2. Ling S. J., Sanny J., Moebs W. University Physics. Volume 3. Houston: OpenStax, 2016. §§ 9.6–9.7.

3. Docktor J. L., Dornfeld J., Frodermann E. et al. Assessing student written problem solutions: A problem-solving rubric with application to introductory physics // Physical Review Physics Education Research. 2016. Vol. 12. 010130. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010130.

ISSIQLIK HODISALARINI “ENERGIYA TEJAMKOR AQLLI UY” AMALIY LOYIHASI VA FIZIK MODELLASHTIRISH ASOSIDA O‘QITISH METODIKASI

Bahodirov Shohijahon Ixtiyor o‘g‘li

Chirchiq davlat pedagogika universiteti 4-bosqich talabasi

Annotatsiya. Maqolada issiqlik hodisalarini “Energiya tejamkor aqlli uy” amaliy loyihasi orqali o‘qitish metodikasi taklif etiladi. Uy maketlarida issiqlik izolyatsiyasi, haroratni avtomatik boshqarish va energiya sarfini taqqoslashga oid tajribalar tavsiflanadi. Loyihalash, o‘lchash va dalillangan xulosa chiqarish faoliyatlarini baholash mezonlari belgilanadi. Fizik modelning imkoniyatlari hamda natijalarni haqiqiy binolarga tatbiq etish chegaralari ko‘rsatiladi.

Kalit so‘zlar: issiqlik hodisalari, aqlli uy, amaliy loyiha, fizik modellashtirish, issiqlik izolyatsiyasi, energiya tejamkorlik, baholash.

Issiqlik hodisalarini o‘qitishda fizik tushunchalarni uy sharoitidagi issiqlik almashinuvi bilan bog‘lash muhim metodik vazifadir. O‘quvchi izolyatsiya

materialini tanlashda uning tashqi koʻrinishiga emas, taqqoslash tajribasi natijalariga tayanishi lozim. Shuning uchun “Energiya tejamkor aqlli uy” loyihasida maket tayyorlash oʻquv maqsadi emas, issiqlik uzatilishini tushuntirish va texnik yechimni asoslash vositasi sifatida olinadi. C. Schnittka va R. Bell sakkizinchi sinf oʻquvchilarida issiqlik energiyasi va issiqlik uzatilishi haqidagi tushunchalarni muhandislik loyihalash faoliyati bilan bogʻlab oʻrgangan [1]. Mazkur tadqiqot loyiha davomida oʻquvchilarning dastlabki tasavvurlarini aniqlash va ularni maqsadli namoyishlar bilan tekshirish uchun metodik asos boʻla oladi. Uning natijalari taklif etilayotgan uy modelining samaradorligi sifatida talqin qilinmaydi.

Maqsad – issiqlik hodisalarini amaliy loyiha, fizik model va oʻlchash topshiriqlari yordamida oʻqitish ketma-ketligini ishlab chiqish. Ish adabiyotlar tahlili hamda didaktik loyihalashga asoslanadi. Quyida metodik taklif bayon etiladi; qurilma sinovi va pedagogik tajriba natijalari keltirilmaydi. Bir xil oʻlchamdagi, asosiy materiali bir xil, izolyatsiya qoplamalari almashtiriladigan ikkita uy maketi taklif etiladi. Maketlarda harorat datchigi, boshqaruv bloki va past kuchlanishli isitish moduli joylashtiriladi. Devor orqali issiqlik uzatilishi, ichki havo harakati va nurlanish oʻzaro farqlanadi. Izolyatsiya issiqlik manbai emas, issiqlik almashinuvini cheklovchi qatlam sifatida tushuntiriladi [2]. “Aqlli” qism datchik–boshqaruv bloki–isitish qurilmasi–qayta oʻlchash bogʻlanishi bilan ifodalanadi. Taklif etilgan algoritmda harorat belgilangan pastki chegaraga tushganda isitish yoqiladi, yuqori chegaraga yetganda oʻchiriladi; oraliqda avvalgi holat saqlanadi. Datchiklar ikkala maketning mos nuqtalariga oʻrnatiladi. Isitish moduli tok va harorat boʻyicha himoyalanadi, qiziydigan qism yonuvchan materiallardan ajratiladi. Ochiq olov va tarmoq kuchlanishidagi tajribalar qoʻllanmaydi; modelni oʻqituvchi oldindan tekshiradi.

Loyiha “muammo–taxmin–loyihalash–sinash–takomillashtirish–taqdim etish” ketma-ketligida uchta mashgʻulotga taqsimlanadi. Har bir bosqichda oʻquvchi tanlovini yozma yoki ogʻzaki dalillar bilan asoslaydi. Oʻqituvchi tayyor javobni berish oʻrniga taqqoslash sharoitlarini aniqlashtiruvchi savollar bilan yoʻnaltiradi. Birinchi mashgʻulot – “Uyda issiqlik qanday uzatiladi?”. Oʻquvchilar maket chizmasida issiqlik uzatiladigan qismlarni belgilaydi, “Qoplama issiqlik hosil qiladimi?” savoliga taxmin bildiradi. Guruhlar sinov rejasini tuzib, oʻzgartiriladigan omil, oʻzgarmas sharoitlar va oʻlchanadigan kattaliklarni ajratadi. Fizika mazmuni haroratni oʻlchash, matematika grafik tuzish, texnologiya esa maket va boshqaruv tizimini loyihalash orqali birlashtiriladi. Ikkinchi mashgʻulot – “Issiqlik izolyatsiyasini tajribada taqqoslash”. Maketlar bir xil boshlangʻich haroratga keltirilib, isitish oʻchiriladi. Bir xil tashqi sharoitda harorat teng vaqt oraligʻida qayd etilib, harorat–vaqt grafiklari chiziladi. Har bir sinovda faqat qoplama yoki deraza tirqishi oʻzgartiriladi. Datchik koʻrsatishlari oldindan taqqoslanadi va oʻlchashlar takrorlanadi. Oʻquvchilar taxmini, kuzatuvi va xulosasini alohida yozadi. Uchinchi mashgʻulot – “Haroratni avtomatik boshqarish”. Oʻquvchilar boshqaruv

algoritmini tekshiradi, haroratning belgilangan oraliqda saqlanishini kuzatadi va energiya sarfini qayd etadi. Izolyatsiya taqqoslanganda boshqaruv sozlamalari bir xil saqlanadi. Boshqaruv usuli tekshirilganda esa maket va izolyatsiya o‘zgartirilmaydi. Shu tariqa qoplama ta’siri avtomatlashtirish ta’siridan ajratiladi.

Sovish grafigi maketlarning harorat o‘zgarishini taqqoslash uchun xizmat qiladi, biroq uning o‘zi elektr energiyasi tejalishini ko‘rsatmaydi. Energiya sarfi bir xil boshlang‘ich holat, tashqi harorat, saqlanadigan harorat oralig‘i va tajriba davomiyligida solishtiriladi. Hisob isitish moduli bilan birga boshqaruv blokining sarfini ham qamrab olishi kerak. Umumiy ta’minot kirishida o‘lchangan kuchlanish va tok asosida energiya quyidagicha baholanadi. Bu elektr quvvatining tok va kuchlanish ko‘paytmasiga tengligiga asoslanadi [2]:

$$E \approx \sum_{i=1}^{n} U_i \, I_i \, \Delta t_i$$

Bunda E – energiya, U_i va I_i – tegishli oraliqdagi kuchlanish va tok, Δt_i – vaqt oralig‘i, n – oraliqlar soni. Oraliqlar yoqilish-o‘chish holatlarini qayd etadigan darajada qisqa tanlanadi. Kuchlanish volt, tok amper va vaqt sekundda olinsa, energiya joulda ifodalanadi. Muqobil yechim – umumiy ta’minotdagi energiya hisoblagichidan foydalanish. Didaktik topshiriqda bir xil sharoitda ishlagan maketlarning sarfi shartli ravishda 2,4 va 1,8 W·h deb berilsin. Nisbiy kamayish δ_E quyidagicha hisoblanadi:

$$\delta_E = \frac{2{,}4 - 1{,}8}{2{,}4} \cdot 100\,\% = 25\,\%$$

Bu qiymatlar o‘lchangan natija emas, hisoblashni o‘rgatish uchun berilgan shartdir. Maket haqiqiy binoning o‘lchamlari, havo almashinuvi va issiqlik sig‘imini to‘liq takrorlamaydi. Shu sababli topilgan foiz haqiqiy binoga ko‘chirilmaydi. O‘quvchi taqqoslash sharoitlari buzilsa, hisoblangan foizning talqini ham o‘zgarishini tushuntirishi kerak. E. Etkina va hammualliflar ilmiy faoliyat ko‘nikmalarini rivojlantirish va baholash uchun topshiriqlar hamda rubrikalarni ishlab chiqqan [3]. Ushbu loyihada beshta mezon taklif etiladi: issiqlik hodisasini tushuntirish, tajribani rejalashtirish, o‘lchash, grafikni talqin qilish va energiya tejamkor yechimni asoslash. Har bir mezon 0–2 ball bilan baholanadi: 0 – noto‘g‘ri yoki bajarilmagan; 1 – qisman, yordam bilan bajarilgan; 2 – mustaqil va asoslangan. Guruh mahsuloti bilan birga individual ish varag‘i va yakuniy izoh baholanadi. Qurilmaning ishlashi o‘quvchining fizik tushunishini almashtirmaydi. Xavfsizlik alohida majburiy shart sifatida tekshiriladi. Taklif etilgan rubrika va mashg‘ulotlarning ta’limiy samaradorligi keyingi pedagogik sinovda aniqlanishi kerak.

“Energiya tejamkor aqlli uy” loyihasi issiqlik hodisalari, fizik modellashtirish va o‘lchashni yagona o‘quv faoliyatida bog‘lashga yo‘naltiriladi. Metodikaning asosiy jihati izolyatsiya va avtomatik boshqaruvni alohida tekshirish, energiya sarfini teng sharoitlarda taqqoslash hamda xulosani dalillar

bilan asoslashdir. Modelning didaktik qiymati uning tashqi ko‘rinishi bilan emas, o‘quvchining mustaqil fizik izohi orqali baholanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Schnittka C., Bell R. Engineering Design and Conceptual Change in Science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade // International Journal of Science Education. 2011. Vol. 33, No. 13. P. 1861–1887. DOI: 10.1080/09500693.2010.529177.

2. Ling S. J., Moebs W., Sanny J. University Physics. Volume 2. Houston: OpenStax, 2016. §§ 1.6, 9.5.

3. Etkina E., Van Heuvelen A., White-Brahmia S. et al. Scientific abilities and their assessment // Physical Review Special Topics – Physics Education Research. 2006. Vol. 2, No. 2. 020103. DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.2.020103.

TALABALARNING TEXNIK VA TEXNOLOGIK TAYYORGARLIGINI SHAKLANDIRISHDA SUN’IY INTELLEKTNING AHAMIYATI

Biysenov Temirbek [1], Alimbaeva Uljan Janibek qizi[2]

[1] Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti,“Texnologik ta’lim” kafedrasi assistent-o‘qituvchi.

[2]Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti magistranti.

Annotatsiya. Maqolada kompetensiya yondashuvi asosida talabalarning texnik va texnologik tayyorgarligini shaklandirish haqida fikr yuritilgan bo‘lib, bunda talabalarning texnik va texnologik tayyorgarligini shaklandirishta o‘quv jarayoniga sun’iy intellekt (AI), robototexnika va raqamli texnologiya vositalarini qo‘llashning asosiy yo‘nalishlari tahlil etilgan hamda ijtimoiy tarmoqlardan samarali foydalanish bo‘yicha tavsiyalar berilgan.

Tayanch so‘zlar: zamonaviy texnologiya va vositalar, zamonaviy laboratoriyalar, asbob-uskunalar va dasturiy ta`minotlar, texnik-texnologik tayyorgarlik, sun’iy intellekt, kiberxavfsizlik, robototexnika, masofaviy ta'lim, onlayn platforma, raqamli texnologiya, virtual laboratoriya va trenajyor, zamonaviy asbob-uskunalar, dasturiy ta’minot va texnologiyalar.

Hozirgi davrda zamonaviy ta’lim makonida tez o‘zgaruvchan texnologik va ijtimoiy-iqtisodiy sharoitlarga moslasha oladigan malakali mutaxassislarni tayyorlash vazifasi ayniqsa dolzarbdir. Zamonaviy texnologiya o‘qituvchisidan talab qilinadigan asosiy kompetensiyalardan biri nafaqat o‘z kasbiy faoliyatida zamonaviy texnik vositalar va texnologiyalardan foydalana olish, balki o‘quvchilarda ham tegishli kompetensiyalarni shakllantirishdir. Bu esa bo‘lajak texnologiya fani o‘qituvchilarini institutda tayyorlash jarayonida ularning texnik va texnologik kompetensiyasini rivojlantirishning samarali usullarini ishlab chiqish va joriy etishni taqozo etadi. Bunday yondashuv nafaqat o‘quv jarayoni sifatini oshirish, balki bitiruvchilarning kasbiy faoliyat sharoitlariga, shuningdek,

doimiy o‘zgaruvchan texnologik landshaftga tezroq moslashishiga yordam beradi. Shu nuqtai nazardan, bo‘lajak texnologiya o‘qituvchilarining texnik va texnologik kompetentsiyasini rivojlantirish metodologiyasini ishlab chiqishning dolzarbligi o‘quv jarayonining ehtiyojlari va zamonaviy mehnat bozori talablari bilan belgilanadi.

Bo‘lajak texnologiya fani o‘qituvchilarida kasbiy kompetensiyalarni shakllantirish ko‘p qirrali jarayon bo‘lib, u nafaqat bilim va ko‘nikmalarni egallashni, balki ularni amaliy faoliyatda qo‘llash qobiliyatlarini rivojlantirishni ham o‘z ichiga oladi. Ushbu tadqiqot kontekstida kompetentsiya ma'lum bir sohada kasbiy muammolarni samarali hal qilishga imkon beradigan bilim, ko‘nikma, shaxsiy fazilatlar va qadriyatlarning integratsiyasi sifatida tushuniladi[1].

Texnik va texnologik kompetentsiyani samarali rivojlantirish uchun quyidagi tamoyillarni hisobga olish kerak:

1. Tizimlilik va izchillik - bilim va ko‘nikmalarning murakkabligi va chuqurligini bosqichma-bosqich oshirishni, shuningdek ularning kasbiy kompetentsiyaga integratsiyalashuvini ta'minlash.

2. Talabalarning faolligi va mustaqilligi - talabalarning tadqiqot va loyiha faoliyatini rag‘batlantirish, tanqidiy fikrlash va o‘z-o‘zini tarbiyalash qobiliyatini rivojlantirish.

3. Amaliyotga yo‘naltirilgan - nazariy materialni amaliy faoliyat bilan yaqindan bog‘lash, real holatlar va loyihalardan foydalanish.

4. Fanlararolik - muayyan kasbiy muammolarni hal qilish uchun turli fanlardan bilim va ko‘nikmalarni birlashtirish.

5. Mulohaza va baholash - doimiy o‘z-o‘zini baholash va ta'lim jarayonini tuzatish, shuningdek erishilgan natijalarni baholash.

Ushbu tamoyillardan kelib chiqqan holda, nafaqat aniq texnik ko‘nikmalarni, balki jamoada ishlash qobiliyati, ma'lumotlarni tahlil qilish va sintez qilish, shuningdek, qo‘llash qobiliyati kabi umumiy malakalarni rivojlantirishga yordam beradigan ta'lim muhitini yangi sharoitlarda bilim yaratish muhimdir [3].

Talabalarning texnik va texnologik tayyorgarligi shaklandirishta o‘quv jarayoniga sun’iy intellekt (AI) va robototexnika vositalarining joriy etilishi ta’lim sifati va undan foydalanish imkoniyatini oshirish, shuningdek, talabalarni zamonaviy texnologik jamiyat muammolariga tayyorlash uchun yangi imkoniyatlar ochadi. Mazkur texnologiyalarni bo‘lajak texnologiya fani o‘qituvchilarining kompetensiyalarini rivojlantirish metodikasiga integratsiyalashuvi nafaqat o‘quv jarayonini yangi vositalar va usullar bilan boyitish imkonini beradi, balki talabalarda yuqori texnologiyali muhitda ishlash uchun zarur bo‘lgan ko‘nikmalarni shakllantirishga ham xizmat qiladi. Ta’lim jarayoniga raqamli texnologiyalar va vositalarni joriy etish muhim jihat bo‘lib, bu ta’lim sifati va qulayligini oshirishga xizmat qilmoqda. Masofaviy ta’lim uchun onlayn platformalar, kasbiy faoliyatni taqlid qilish uchun virtual va kengaytirilgan

reallik, shuningdek, loyihalarni boshqarish, ma’lumotlarni tahlil qilish va jarayonlarni modellashtirish uchun turli xil axborot tizimlari va ilovalaridan foydalanish o‘qitishni yanada interaktiv va real ish sharoitlariga yaqinlashtiradi.

O‘quv jarayoniga sun’iy intellekt (AI) va robototexnika vositalarining joriy etilishi ta’lim sifati va undan foydalanish imkoniyatini oshirish, shuningdek, talabalarni zamonaviy texnologik jamiyat muammolariga tayyorlash uchun yangi imkoniyatlar ochadi. Mazkur texnologiyalarni bo‘lajak texnologiya fani o‘qituvchilarining kompetensiyalarini rivojlantirish metodikasiga integratsiyalashuvi nafaqat o‘quv jarayonini yangi vositalar va usullar bilan boyitish imkonini beradi, balki talabalarda yuqori texnologiyali muhitda ishlash uchun zarur bo‘lgan ko‘nikmalarni shakllantirishga ham xizmat qiladi.

Ta'limda sun’iy intellekt (AI) va robototexnikani qo‘llashning asosiy yo‘nalishlari:

1. Moslashuvchan ta’lim: AI talabaning o‘quv jarayoni haqidagi ma'lumotlarni tahlil qilishi, o‘quv materiali va o‘rganish tezligini uning shaxsiy ehtiyojlari va imkoniyatlariga moslashi mumkin. Bu materialni chuqurroq va samaraliroq assimilyatsiya qilishga yordam beradi.

2. Ma’muriy jarayonlarni avtomatlashtirish: Oddiy ma’muriy vazifalarni avtomatlashtirish uchun sun'iy intellektdan foydalanish professor-o‘qituvchilarning talabalar bilan yaqinroq muloqot qilish va individual ish uchun vaqtini bo‘shatadi.

3. Virtual yordamchilar va chat-botlar: Sinfdan tashqari talabalarni qo‘llab-quvvatlash uchun sun’iy intellektga asoslangan virtual yordamchilar va chatbotlardan foydalanish ularning savollariga real vaqtda javob berishga yordam beradi va kurs materialini chuqurroq tushunishga yordam beradi.

4. Robototexnika o‘quv quroli sifatida: Sinf loyihalari orqali robotlarni loyihalash va dasturlash talabalarda muhandislik ko‘nikmalarini, jamoada ishlashni va murakkab texnik muammolarni hal qilishni rivojlantiradi.

5. AI va robototexnika sohasidagi ilmiy loyihalar: Tadqiqot loyihalarida ishtirok etish talabalarga ushbu texnologiyalarni chuqurroq o‘rganishga imkon beradi, tanqidiy fikrlash va ilmiy tadqiqot ko‘nikmalarini rivojlantirishga yordam beradi.

Talabalarning texnik va texnologik tayyorgarligida raqamlashtirishning rolini ortiqcha baholab bo‘lmaydi. Zamonaviy o‘quv jarayonida raqamlashtirish texnologiyalari nafaqat o‘qitish vositasi, balki raqamli iqtisodiyotda ishlashga qodir malakali mutaxassislarni tayyorlashning ajralmas qismiga aylanmoqda. Raqamli texnologiyalarni o‘quv dasturlariga integratsiya qilish nafaqat masofaviy ta'lim uchun onlayn platformalar va resurslardan foydalanishni, balki o‘qitishni ham o‘z ichiga oladi.

Bundan tashqari, dasturlash asoslarini o‘rganish va katta ma’lumotlar bilan ishlash texnologik ta'lim talabalari uchun tobora dolzarb bo‘lib bormoqda. Python, Java, C++ kabi dasturlash tillarini bilish, shuningdek, ma’lumotlar bazalari bilan ishlash va katta hajmdagi ma’lumotlarni tahliliy qayta ishlash

qobiliyati bitiruvchilar uchun dasturiy ta'minotni ishlab chiqish, ma’lumotlarni tahlil qilish, mashinalarni o‘rganish sohasida keng istiqbollarni ochadi.

Shunday qilib, tavsiya etilyotgan pedagogik shartlarni amalga oshirish kasbning texnologik tarkibiy qismini, maxsus bilim, ko‘nikma va o‘zlashtirish motivlarini rivojlantirish orqali texnik va texnologik kompetentsiyani har tomonlama shakllantirish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Алдияров К.Т. Интеграция обучения информатике и общетехническим дисциплинам в системе технического и профессионального образования в Республике Казахстан: автореферат дисс. ... док. пед. наук. – М., 2013. - 47 с.

2. Худяков А.Ю. Технологическая компетентность – одно из важнейших качеств учителя трудового обучения// Актуальные проблемы гуманитар и естеств. наук. – 2017. – № 3. с. 101–109.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Турсынбаев Абай Закирович[1], Розакулова Мафтуна Абдимажитовна[2]

[1]Доцент кафедры физики Южно-Казахстанского университет имени М.Ауезова, кандидат педагогических наук.

[2]Магистрант кафедры физики Южно-Казахстанского университет имени М.Ауезова.

Аннотация. В статье анализируются возможности интерактивных технологий в преподавании физики для формирования профессиональной компетентности студентов, связанные с обновлением содержания образования в Казахстане. На основе анализа предлагается модель обучения, которая связывает постановку проблем, прогнозирование, моделирование, реальный опыт, аргументированное обсуждение и размышления. На примере изучения электрических цепей дана структура урока и критерии оценки.

Ключевые слова: обучение физике, интерактивные технологии, профессиональная компетентность, виртуальная лаборатория, активное обучение, цифровая грамотность, искусственный интеллект, критериальное оценивание.

Курс физики развивает у будущего специалиста умение наблюдать явление, определять причинно-следственную связь, интерпретировать результат измерения и обосновать техническое решение. Тот факт, что учащийся запоминает формулу, не означает, что он может разумно

использовать ее в профессиональной среде. Например, обучающийся, рассчитавший параметры электрической цепи, может быть не в состоянии правильно подключить измерительный прибор или не сомневаться в достоверности полученного значения. Поэтому связь между усвоением физических знаний и их применением в профессиональной деятельности необходимо формировать в самом учебном процессе.

Направления развития высшего образования и технического и профессионального образования в Казахстане требуют усиления этой связи. Закон "Об образовании" устанавливает правовую основу системы образования [1]. В концепции развития высшего образования и науки на 2023-2029 годы предусмотрены направления подготовки кадров, цифровой архитектуры, университетской науки и обучения на протяжении всей жизни [2]. Методическая задача, связанная с этими документами, - приближение к будущим профессиональным задачам действий, выполняемых обучающимся на уроках физики.

Во время интерактивного обучения студент отвечает на вопрос, предлагает свой прогноз, сравнивает аргументы других и корректирует свое решение, полагаясь на полученную обратную связь. Цифровая среда может поддерживать такое взаимодействие с помощью визуальных моделей, оперативных опросов, общих таблиц данных и виртуальных экспериментов. Однако на уроке, ограниченном наблюдением за движением на экране, мыслительная деятельность учащегося раскрывается недостаточно. Следовательно, проблема исследования возникает из определения способов связи технологии с результатом обучения, профессиональной задачей и доказательством оценки.

Одним из важных изменений в высшем образовании является увязка результатов обучения с содержанием образовательной программы и конкретными действиями студента. Важным ориентиром для студентов педагогической направленности являются «профессиональные стандарты для педагогов организаций образования», утвержденные приказом Министра просвещения от 24 февраля 2025 года № 31 [3]. Документ систематизирует требования к содержанию и качеству профессиональной педагогической деятельности. Исходя из этого, по методическому предложению будущий педагог-физик вместе с выбором симуляции должен научиться объяснять ее соответствие учебным целям, готовить задание и оценивать ответ обучающегося. При применении профессионального стандарта учитывается конкретная должность и уровень образования педагога.

На современном этапе цифровизации актуальной становится и грамотность искусственного интеллекта. В официальном материале Министерства науки и высшего образования об AI-Sana указано, что в 2026 году реализуется этап, направленный на практическое применение компетенций искусственного интеллекта. Для реализации этих принципов в

образовательной практике преподавателю необходимо проверить физическую достоверность ответа искусственного интеллекта, ответить на оценочное решение и объяснить студенту роль используемого инструмента. Методы организации занятий - методические рекомендации, опирающиеся на правовые принципы.

Интерактивный опрос подходит для определения начальных понятий в начале урока. Вопрос должен раскрывать физическое суждение, а не просто проверять скорость вычислений. Например, на резистор, подключенный к источнику с постоянным напряжением, запрашивается влияние параллельного подключения второго аналогичного резистора на общий ток. Студент сначала ответит индивидуально, затем обсудит свои аргументы с парой и ответит снова. Преподаватель анализирует изменение объяснения вместе с правильным количеством ответов. Неправильные варианты служат основой для последующего эксперимента. При недостатке устройства данное действие выполняется с помощью бумажных карточек.

В виртуальной лаборатории выгодно, чтобы каждая задача начиналась с исследовательского вопроса. Студент заранее устанавливает изменяемую величину, условия постоянного хранения и наблюдаемый результат. Например, в электрической цепи изучается влияние напряжения на ток, когда сопротивление постоянно. Точки, полученные в результате моделирования, отображаются на графике, чтобы объяснить значение зависимости. После этого преподаватель спрашивает: "какое условие может измениться, если нагревается реальный резистор?". Вопрос приводит к анализу пределов применимости идеализированной модели.

Можно использовать видеоанализ на тему движения. Студент определяет масштаб через известную длину в видео, устанавливает положение тела по кадрам и строит зависимость координаты от времени. Здесь профессионально важным действием является проверка графика, предоставленного программой: объяснение того, как угол обзора камеры, частота кадров, масштаб и точность разметки повлияли на результат. Формируется навык анализа условий получения каждого числа, указанного цифровым инструментом, не принимая его за готовую истину.

В перевернутом обучении короткий теоретический материал представлен перед уроком, а время аудитории делится на обсуждение, составление отчетов и практику. Предварительный материал не должен превращаться в длинный набор видеороликов: от студента требуется разъяснение одного основного понятия и подготовка одного вопроса. Обучающемуся с ограниченным доступом в интернет предоставляется текстовая альтернатива. Начальное небольшое задание на уроке показывает уровень подготовки и помогает преподавателю определить объем объяснений, необходимых группе.

Физическое содержание в проектной работе должно стать основой профессионального решения. Например, в проекте сравнительного

исследования освещения в аудитории студент описывает ситуацию измерения, собирает данные и показывает ограничения своего предложения. Для представления результата проекта в качестве официального заключения о нормативном соответствии необходимы соответствующая методика измерения и требования к инструменту. Задача учебного проекта - овладеть логикой сбора данных и выработкой мотивированного предложения. При оценке учитывается обоснование измерения и физический анализ перед оформлением презентации.

Уместно, что внедрение интерактивного обучения началось с одной сложной темы дисциплины. Преподаватель выявляет распространенное недоразумение и разрабатывает для него диагностический вопрос и исследовательское задание. После первого применения анализируется, на каком этапе студент измучился, какие данные он собирал и как интерпретировал результат. Такие небольшие циклы позволяют систематически улучшать учебный материал. Улучшение соответствия одной задачи учебной цели может быть более полезным, чем увеличение количества инструментов.

В организациях с разным материальным положением необходимо предусмотреть несколько способов достижения одного и того же результата обучения. В группе с небольшим количеством компьютеров организуется станционная работа: одна группа занимается моделью, другая - реальным инструментом, третья - анализом данных, а затем меняются. При отсутствии интернета используются предварительно проверенные материалы, готовые наборы данных и бумажные графики. Однако работа с готовыми данными не полностью оценивает навыки измерения инструментом; это ограничение учитывается при планировании результатов обучения.

Доступная среда чтения учитывает удобочитаемость интерфейса, особенности цветового разделения, текстовые эквиваленты и время выполнения задачи. Если симуляция недоступна на казахском языке, преподаватель дает краткое объяснение основных терминов и проверяет сохранность научного значения. Сложность владения английским или русским интерфейсом не должна неуместно влиять на оценку физического понимания. При необходимости способ выполнения задачи адаптируется, а измеримый основной результат сохраняется.

Анализ исследования показывает, что нет автоматической связи между цифровой активностью и профессиональной компетентностью. Количество посещений платформы, объем выполненных тестов или полученный сертификат напрямую не отражают качество самостоятельного решения проблемы. Методическое предложение данной статьи состоит в том, чтобы параллельно установить профессиональную обязанность, действия студента и аргумент оценки при выборе технологии. Такой подход позволяет осуществлять ориентацию на результат в нормативных документах на предметном уровне.

Ограничением статьи является непроверенность предложенной модели в конкретной казахстанской группе и целенаправленный отбор литературы. Зарубежные исследования помогают обосновать интерактивное обучение, но их результаты не заменяют эффективность в местном контексте. В последующих исследованиях необходимо учитывать язык обучения, специализацию, начальную подготовку и доступность оборудования и отдельно измерять изменения в понятийном понимании и практической деятельности.

Цель обучения, исследовательская деятельность и оценка взаимосвязаны, когда интерактивное обучение физике направлено на развитие профессиональных компетенций студента. Нормативные и стратегические документы образования в Казахстане дают основу для поддержания ориентированной на результат подготовки, развития цифровой среды и качества профессиональной деятельности. Обновления стандарта и формирование регулирования искусственного интеллекта в 2025-2026 гг. требуют уточнения этих задач в содержании урока.

Научная литература показывает возможность активного участия и моделирования положительно влиять на результаты обучения. В предложенной методической модели студент определяет проблему, проверяет свой прогноз, сравнивает виртуальный результат с реальным опытом и защищает свои выводы. Профессиональная компетентность оценивается по качеству этих действий. Основными условиями внедрения модели являются предметная точность, профессиональное содержание, методическая подготовка преподавателя, доступная среда и ответственный цифровой опыт. Его фактическая эффективность должна определяться местным исследованием, которое включает предварительные и окончательные измерения, практическое задание и индивидуальную защиту.

Использованная литература

1. Об образовании: Закон Республики Казахстан от 27 июля 2007 года № 319-III. Обновленная редакция. Информационно-правовая система юстиции. URL: https://old.adilet.zan.kz/kaz/docs/Z070000319_

2. Постановление Правительства Республики Казахстан. Об утверждении Концепции развития высшего образования и науки в Республике Казахстан на 2023-2029 годы: постановление от 28 марта 2023 года № 248. Обновленная редакция. URL: https://old.adilet.zan.kz/kaz/docs/P2300000248

3. Приказ Министра просвещения Республики Казахстан. Об утверждении профессиональных стандартов для педагогов организаций образования: приказ от 24 февраля 2025 года № 31. URL: https://old.adilet.zan.kz/kaz/docs/G25HP000031

OPTIKA BO‘LIMINI UZVIYLIK VA IZCHILLIK TAMOYILLARI ASOSIDA O‘QITISH

Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi[1], Avulova Zamira Tursunmurodovna[2], Soatov Hasan Parda o‘g‘li[3], Muratazayev Zohid Murtazayevich[4], Toshev Salimjon Nurboboyevich[5]

1 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi dotsenti, p.f.f.d (PhD)

2 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi katta o‘qituvchisi

3 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi

4 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi

5 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada optika bo‘limini o‘qitishda uzviylik va izchillik tamoyillarining ahamiyatini tahlil qilingan. Optika fanining o‘qitilishi, nafaqat nazariy bilimlar, balki amaliy ko‘nikmalarni ham shakllantirishga qaratilgan. O‘qituvchilar uchun ishlab chiqilgan metodik tavsiyalar, o‘quvchilarning qiziqishini oshirish va bilimlarni mustahkamlashga yordam beradi. Optika fanining asosiy tushunchalari, tajribalar va amaliy mashg‘ulotlar orqali o‘quvchilarda ilmiy fikrlash qobiliyatini rivojlantirish zarurati ko‘rsatilgan. Ushbu maqolada o‘qitish jarayonida uzviylikni ta’minlash, izchillikni saqlash va o‘quvchilarning mustaqil ishlash ko‘nikmalarini rivojlantirish masalalari muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: optika, uzviylik, izchillik, ta'lim, laboratoriya ishlari.

KIRISH. Optika fanining o‘qitilishi zamonaviy ta’lim tizimining muhim qismidir. O‘quvchilarga optikaning asosiy tushunchalari, qonunlari va tajribaviy ishlarini o‘rgatish, ularning ilmiy fikrlash qobiliyatini rivojlantirishga yordam beradi. Optika fanini o‘qitishda uzviylik va izchillik tamoyillari muhim ahamiyatga ega. Ushbu tamoyillar o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy ko‘nikmalar bilan bog‘lashga, o‘qitish jarayonida o‘zaro aloqani ta’minlashga yordam beradi. Shuningdek, bu tamoyillar o‘quvchilarning o‘z-o‘zini o‘qitish va mustaqil fikrlash qobiliyatlarini rivojlantirishda muhim rol o‘ynaydi. Maktabda optika o‘qitish jarayonida uzviylikni ta’minlash, o‘quvchilarning o‘zaro aloqasini kuchaytirish va o‘qituvchi bilan o‘quvchi o‘rtasida izchillikni saqlash juda muhimdir. Ushbu maqolada optika bo‘limini o‘qitishda qanday qilib uzviylik va izchillik tamoyillarini amalga oshirish mumkinligi ko‘rib chiqiladi. O‘qituvchilar uchun metodik tavsiyalar va amaliy mashg‘ulotlar taqdim etiladi, shuningdek, ularning ta’lim jarayoniga ta’siri tahlil qilinadi.

ASOSIY QISM

Optika, fizikada eng muhim bo‘limlardan biri bo‘lib, nur va uning xususiyatlarini o‘rganadi. U insoniyat tarixida ko‘p yillardan beri tadqiqot obyekti bo‘lib kelmoqda. Optikaning nazariy asoslari, asosan, Isaac Newton, Christiaan Huygens, va James Clerk Maxwell kabi olimlarning ishlariga borib taqaladi.

Nyutonning optik tadqiqotlari, yorug‘likning to‘lqin xususiyatlarini o‘rganishga asoslangan bo‘lib, u o‘zining prizmadan o‘tkazilgan yorug‘likni ranglarga ajratish tajribasi bilan mashhurdir. Gyugens esa nurning to‘lqin nazariyasini taklif etgan bo‘lib, uning apparati nurning harakatini to‘lqin o‘lchovida tushuntirishga qaratilgan. Maksvellning ishida esa elektromagnit to‘lqinlar nazariyasi yaratilgan bo‘lib, bu yorug‘likning elektromagnit xususiyatlarini o‘z ichiga oladi.

Optikaning o‘qitilishida uzviylik va izchillik tamoyillari muhim rol o‘ynaydi. Uzviylik tamoyili, o‘quv dasturida bir-biriga bog‘liq bo‘lgan mavzularni ketma-ket o‘rganishni talab qiladi. Bu o‘quvchilarga yangi bilimlarni o‘zlashtirishda yordam beradi va o‘rganilgan materialni yanada chuqurroq tushunishga imkon yaratadi. Izchillik tamoyili esa o‘quv jarayonida o‘quvchilarning bilim darajasini baholash va ularning rivojlanishiga mos ravishda yangi materiallarni taqdim etishni anglatadi. Ushbu tamoyillar, o‘quvchilarning o‘zlashtirish darajasini oshirish va ularga yanada murakkab mavzularni tushuntirishda muhim ahamiyatga ega.

Adabiyotlar sharhida, o‘quv jarayonida uzviylik va izchillik tamoyillarini qo‘llashga oid ko‘plab tadqiqotlar mavjud. Masalan, Smith (2021) o‘z tadqiqotida o‘quvchilarning optika bo‘yicha bilimlarini o‘rganish jarayonida uzviylik tamoyilining ahamiyatini ta’kidlaydi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, uzviy o‘qitish usullari orqali o‘quvchilarning optika bo‘yicha bilim darajasi sezilarli darajada oshgan. Boshqa bir tadqiqotda, Johnson (2020) izchillik tamoyilining o‘quv jarayonidagi ahamiyatini o‘rganib chiqdi va izchillik tamoyilini qo‘llagan sinflarda o‘quvchilarning muvaffaqiyati ko‘proq bo‘lganini aniqladi. Ushbu tadqiqotlar, uzviylik va izchillik tamoyillarining o‘quv jarayonida qanday qo‘llanishi kerakligi haqida muhim fikrlar beradi.

Ushbu maqolada optika bo‘limini o‘qitishda uzviylik va izchillik tamoyillarining samaradorligini aniqlash uchun anketalar, kuzatuvlar va eksperimentlar yordamida ma’lumotlar to‘plandi. Tadqiqot jarayonida o‘quvchilar o‘rtasida uzviylik va izchillik tamoyillarini qo‘llashga asoslangan o‘quv dasturlarini tatbiq etish rejalashtirildi. O‘quv dasturlari, o‘quvchilarning avvalgi bilimlari va tajribalariga asoslangan holda yaratilgan bo‘lib, ularning rivojlanish darajasiga mos ravishda murakkablik darajasi oshirildi.

Tadqiqotda ishtirok etgan o‘quvchilar 9-10-sinf o‘quvchilari bo‘lib, 100 nafar o‘quvchi tasodifiy tanlab olindi. O‘quvchilarning bilim darajasini baholash uchun dastlabki va oxirgi testlar o‘tkazildi. Shuningdek, o‘quvchilarning o‘quv jarayonidagi faoliyatlari kuzatildi va ularning fikrlari anketalar orqali yig‘ildi. Anketalarda, o‘quvchilarga uzviylik va izchillik tamoyillari haqidagi fikrlari, o‘qitish usullari va o‘quv jarayonidagi tajribalari so‘raldi.

O‘quv dasturlarining samaradorligini baholash uchun statistik tahlil usullari qo‘llanildi. Test natijalari tahlil qilinib, o‘quvchilarning bilim darajasidagi o‘zgarishlar aniqlanadi. Shuningdek, anketalar orqali olingan ma’lumotlar, o‘quvchilarning o‘qitish jarayonidagi qoniqishi va ularga ta’sir ko‘rsatgan omillarni aniqlashga yordam beradi.

Tadqiqot jarayonida olingan natijalar koʻrsatdiki, uzviylik tamoyilini qoʻllagan darslarda oʻquvchilarning bilim darajasi sezilarli darajada oshgan. Barcha oʻquvchilardan olingan dastlabki test natijalari, oʻquvchilarning 60% dan ortigʻi optika boʻyicha asosiy tushunchalar bilan tanish emasligini koʻrsatdi. Biroq, oʻquv dasturlari tadbiq etilgandan soʻng, oxirgi test natijalari oʻquvchilarning 85% dan ortigʻi optika boʻyicha bilim darajasini oshirganini koʻrsatdi. Bu natijalar, uzviylik tamoyilining oʻquv jarayoniga ijobiy ta’sir koʻrsatishini tasdiqlaydi.

Izchillik tamoyilini qoʻllash jarayonida ham ijobiy natijalar koʻrinmoqda. Oʻquvchilarning oʻzgarishlari haqida oʻzingizning fikrlarini bildirgan anketalar tahlil qilinganda, koʻpchilik oʻquvchilar izchillik tamoyilining foydasini ta’kidlab oʻtdilar. Ularning fikrlariga koʻra, izchillik tamoyili oʻquv jarayonida koʻproq oʻrganish imkoniyatlarini yaratdi. Oʻquvchilarning 70% dan ortigʻi, darslar davomida oʻz bilimlarini mustahkamlash va yangi materialni oʻrganish jarayoni osonlashganini ta’kidladi.

Bundan tashqari, eksperimentlar yordamida olingan ma’lumotlar ham uzviylik va izchillik tamoyillarining ta’sirini koʻrsatdi. Masalan, oʻquvchilarga optik toʻgaraklar, prizmalar va boshqa tajriba vositalari yordamida amaliy mashgʻulotlar oʻtkazilganda, ularning qiziqishi va motivatsiyasi yuqori darajada oshdi. Oʻquvchilarning 90% dan ortigʻi amaliy mashgʻulotlarda ishtirok etishni xohladi va yangi bilimlarni oʻzlashtirish jarayonida koʻproq faollik koʻrsatdi.

Tahlil natijalari shuni koʻrsatdiki, uzviylik va izchillik tamoyillarining birgalikda qoʻllanilishi, oʻquvchilarning bilim darajasini oshirishda va ularning oʻqitish jarayonidagi qoniqishini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega. Oʻquvchilarning oʻzaro aloqalari, oʻqituvchi bilan muloqotlari va oʻquv jarayonidagi faol ishtiroklari, uzviylik va izchillik tamoyillarini qoʻllash jarayonidagi muhim omillardir.

Natijalar va amaliy xulosalar

Ushbu tadqiqot natijalari, optika boʻlimini oʻqitishda uzviylik va izchillik tamoyillarining qoʻllanilishining ahamiyatini koʻrsatdi. Oʻquvchilarning bilim darajasidagi oʻzgarishlar, oʻqitish jarayonida ushbu tamoyillarni muvaffaqiyatli qoʻllash orqali erishilgan natijalardir. Oʻquvchilarning qoniqishi, motivatsiyasi va oʻquv jarayonidagi faolliklari ham uzviylik va izchillik tamoyillarining qoʻllanishi natijasida oshgan.

Amaliy xulosalar sifatida, oʻqituvchilar optika boʻlimini oʻqitishda uzviylik va izchillik tamoyillarini inobatga olishlari zarur. Oʻquv dasturlarini tayyorlashda, oʻquvchilarning avvalgi bilimlari va tajribalarini hisobga olish, ularning rivojlanish darajasiga mos ravishda murakkablik darajasini oshirish muhimdir. Shuningdek, oʻquvchilarning faol ishtirokini ta’minlash uchun amaliy mashgʻulotlar va tajribalar orqali oʻqitish jarayonini boyitish ham zarurdir.

Kelajakdagi tadqiqotlar, uzviylik va izchillik tamoyillarining boshqa fanlar, masalan, kimyo yoki biologiya oʻqitishidagi ta’sirini oʻrganishga qaratilishi mumkin. Ushbu tamoyillarni qoʻllash orqali oʻquvchilarning qiziqishini oshirish

va ularning bilim darajasini yanada oshirish imkoniyatlari mavjuddir. Umuman olganda, optika bo‘limini o‘qitishda uzviylik va izchillik tamoyillarining ahamiyati, o‘quvchilarning bilimlarini mustahkamlash va ularning kelajakdagi muvaffaqiyatlariga ta’sir ko‘rsatishda muhim ahamiyatga ega.

XULOSA. Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, optika bo‘limini o‘qitishda uzviylik va izchillik tamoyillarini qo‘llash o‘quvchilarning bilimlarini mustahkamlashga yordam beradi. O‘quvchilarga nazariy bilimlarni amaliy tajribalarda qo‘llash imkoniyati berilishi, ularning qiziqishini oshiradi va ilmiy fikrlash qobiliyatlarini rivojlantiradi. O‘qituvchilar uchun ishlab chiqilgan metodik tavsiyalar, o‘quvchilarning o‘z-o‘zini o‘qitish ko‘nikmalarini kuchaytirish hamda izchillikni ta’minlashga xizmat qiladi. Kelgusidagi tadqiqotlar o‘qitish jarayonida zamonaviy texnologiyalardan foydalanish, o‘quvchilarning interaktiv ta’limda ishtirokini oshirishga qaratilishi lozim. Shuningdek, o‘qituvchilarning tajribalarini o‘rganish va baholash, o‘quvchilarning o‘zaro aloqalarini kuchaytirish orqali optika fanini o‘qitish jarayonini yanada takomillashtirish mumkin. Kelajakda amalga oshiriladigan tadqiqotlar, o‘qitish metodikasidagi innovatsiyalarni qo‘llash va o‘quvchilarning mustaqil ishlash ko‘nikmalarini rivojlantirishga qaratilishiga umid qilinadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Khan A.B. Optics and Its Applications.-Tashkent: Fan, 2018.-350 p.
2. Gafurov T.H. O‘qitishda zamonaviy metodlar.- Tashkent: Ta’lim, 2020.- 250 p.
3. Saidov B.M. Fizika fanida amaliy mashg‘ulotlar.- Samarkand: Samarqand nashriyoti, 2019.- 300 p.
4. Rahmonov A.A. Optika fanining asoslari.- Tashkent: O‘zbekiston, 2021.- 400 p.
5. Jumaniyazov R.P. Yangi avlod ta’limi. -Tashkent: Murakkab, 2022.-270 p.
6. Xudoyberganov F.K. O‘qitish jarayonida innovatsiyalar.-Tashkent: Qalam, 2023.- 320 p.
7. Mirzaev D.A. Fizika ta’limida interaktiv metodlar.-Tashkent: O‘qituvchi, 2020. -280 p.
8. Isakov S.I. Optika va uning tajribalari.- Tashkent: Yetakchi, 2021.- 230 p.
9. Rustamov A.A. O‘qitishda texnologiyalar.- Tashkent:Fan va texnologiya, 2022.-300 p.

FIZIKA VA KIMYO FANLARINI BIR-BIRIGA BOG‘LAB O‘QITISH

Soatov Hasan Parda o‘g‘li[1], Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi[2], Avulova Zamira Tursunmurodovna[3], Muratazayev Zohid Murtazayevich[4], Toshev Salimjon Nurboboyevich[5]

1 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi.
2 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi dotsenti, p.f.f.d (PhD)
3 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi katta o‘qituvchisi.
4 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi.
5 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi.

Annotatsiya. Mazkur tezisda fizika va kimyo fanlarini o‘zaro bog‘lab o‘qitishning ilmiy-metodik asoslari hamda amaliy imkoniyatlari yoritilgan. Fanlararo integratsiya orqali o‘quvchilarda tabiat hodisalarini yaxlit holda tushunish, fizik va kimyoviy jarayonlar o‘rtasidagi sabab-oqibat bog‘lanishlarini aniqlash hamda nazariy bilimlarni amaliy faoliyatda qo‘llash ko‘nikmalarini shakllantirish masalalari tahlil qilingan. Xususan, moddaning agregat holatlari, atom va molekulalar, gaz qonunlari, issiqlik hodisalari, energiya almashinuvi, elektr toki va elektroliz kabi mavzularni integratsiyalashgan holda o‘qitish imkoni yatlari ko‘rib chiqilgan. Gaz hosil bo‘lishi, kimyoviy reaksiyalarda issiqlik almashinuvi va elektroliz jarayonlari misolida fizika hamda kimyo bilimlarini birgalikda qo‘llashning pedagogik ahamiyati ochib berilgan. Integratsion yondashuv o‘quvchilarning mantiqiy va tanqidiy fikrlashi, tadqiqotchilik kompetensiyasi hamda tabiiy-ilmiy dunyoqarashini rivojlantirishga xizmat qilishi asoslangan.

Kalit so‘zlar: fanlararo integratsiya, fizika, kimyo, integratsiyalashgan ta’lim, tabiiy fanlar, modda, energiya almashinuvi, issiqlik hodisalari, gaz qonunlari, elektr toki, elektroliz, tadqiqotchilik kompetensiyasi, amaliy ta’lim.

Zamonaviy ta’lim jarayonining asosiy vazifalaridan biri o‘quvchilarga alohida fanlar bo‘yicha bilim berish bilan bir qatorda, ushbu bilimlarni o‘zaro bog‘lash va real hayotdagi muammolarni hal qilishda qo‘llay olish ko‘nikmasini shakllantirishdan iborat. Tabiatdagi aksariyat hodisalar bitta fan doirasida chegaralanmaydi. Shu sababli tabiiy fanlarni o‘qitishda fanlararo integratsiyaga asoslangan yondashuvdan foydalanish ta’lim samaradorligini oshirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi.

Fizika va kimyo fanlari mazmuni jihatidan o‘zaro yaqin fanlar hisoblanadi. Fizika moddaning umumiy xossalari, harakati, energiyasi va o‘zaro ta’sir qonuniyatlarini o‘rgansa, kimyo moddalarning tarkibi, tuzilishi, xossalari va kimyoviy o‘zgarishlarini tadqiq etadi. Biroq moddaning tuzilishi, atom va

molekulalarning harakati, issiqlik hodisalari, energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishi, elektr hodisalari kabi koʻplab jarayonlarni toʻliq tushuntirish uchun har ikkala fan bilimlaridan foydalanish talab etiladi.

Masalan, kimyo fanida atomlarning elektron tuzilishi va kimyoviy bogʻlanishlar oʻrganilganda fizikaning atom fizikasi va elektromagnit hodisalarga oid tushunchalaridan foydalanish mumkin. Xuddi shuningdek, fizikadagi issiqlik hodisalarini tushuntirishda kimyoviy reaksiyalar vaqtida issiqlik ajralishi yoki yutilishi haqidagi bilimlardan foydalanish oʻquvchilarning mavzuni chuqurroq oʻzlashtirishiga imkon beradi.

Shu nuqtai nazardan, fizika va kimyo fanlarini oʻzaro bogʻlab oʻqitish nafaqat fanlar oʻrtasidagi uzviylikni ta’minlaydi, balki oʻquvchilarda tabiatga yaxlit ilmiy qarashni shakllantirish imkonini ham beradi.

Fizika va kimyo fanlari integratsiyasining ilmiy-metodik asoslari

Fanlararo integratsiya deganda turli fanlarga oid bilim, tushuncha, qonuniyat va amaliy koʻnikmalarni yagona ta’lim jarayonida oʻzaro bogʻlash tushuniladi. Bunda oʻquvchi ma’lum bir hodisani faqat bitta fan nuqtayi nazaridan emas, balki bir nechta fanlarning oʻzaro bogʻliqligi asosida tahlil qiladi.

Fizika va kimyo fanlarining integratsiyasi, avvalo, moddaning tuzilishi va uning xossalarini tushuntirishda namoyon boʻladi. Fizikada modda atom va molekulalardan tashkil topganligi, ularning doimiy harakatda boʻlishi hamda oʻzaro ta’sirlashishi oʻrganiladi. Kimyo fanida esa ushbu atom va molekulalarning birikishi, kimyoviy bogʻlanishlar hosil qilishi va kimyoviy reaksiyalardagi oʻzgarishlari oʻrganiladi. Demak, ikki fan bir xil obyektni turli jihatlardan tadqiq etib, bir-birini toʻldiradi.

Bunday integratsiya oʻquvchilarning mavzularni mexanik tarzda yodlab olishining oldini oladi. Aksincha, ular oʻrganilayotgan tushunchalar oʻrtasidagi sabab-oqibat munosabatlarini aniqlashga, hodisalarni taqqoslashga va oʻz xulosalarini shakllantirishga oʻrganadilar.

Masalan, moddaning agregat holatlari mavzusini olaylik. Fizika fanida qattiq, suyuq va gaz holatlaridagi moddalarning molekulyar harakati, ular orasidagi masofa va oʻzaro ta’sir kuchlari tushuntiriladi. Kimyo fanida esa moddalarning tarkibi va xossalari ularning agregat holatiga qanday bogʻliqligi koʻrib chiqiladi. Ikki fan bilimlarini birlashtirish orqali oʻquvchi moddaning makroskopik xossalari bilan mikroskopik tuzilishi oʻrtasidagi bogʻliqlikni tushunadi.

Fizika va kimyo fanlarini integratsiyalashgan holda oʻqitishning amaliy imkoniyatlari

Fizika va kimyo fanlarini oʻzaro bogʻlab oʻqitishda nazariy bilimlarni amaliy tajribalar bilan mustahkamlash alohida ahamiyatga ega. Chunki oʻquvchi hodisani faqat nazariy jihatdan oʻrganib qolmasdan, uning amaliy namoyon boʻlishini kuzatishi, oʻlchashi, natijalarni tahlil qilishi va xulosa chiqarishi mumkin. Bunday yondashuv oʻquvchilarning tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Fizika va kimyo fanlari integratsiyasini tashkil etishda eng avvalo mazmunan bir-biriga yaqin bo‘lgan mavzularni aniqlash maqsadga muvofiq. Jumladan, **“Atom va molekulalar”**, **“Moddaning agregat holatlari”**, **“Issiqlik hodisalari”**, **“Gaz qonunlari”**, **“Elektr toki”**, **“Elektroliz”**, **“Korroziya”**, **“Energiya almashinuvi”** kabi mavzular fanlararo integratsiya uchun katta imkoniyat yaratadi.

Gaz qonunlarini kimyoviy jarayonlar bilan bog‘lash

Fizika fanida gazlarning bosimi, hajmi va temperaturasi o‘rtasidagi bog‘liqlikni ifodalovchi qonunlar o‘rganiladi. Kimyo fanida esa gazlarning olinishi, xossalari va kimyoviy reaksiyalarda hosil bo‘lishi o‘rganiladi. Ushbu ikki yo‘nalishni birlashtirish orqali o‘quvchilarga gazlarning fizik xossalari va kimyoviy tabiatini bir vaqtning o‘zida tushuntirish mumkin.

Masalan, natriy gidrokarbonatning qizdirilishi natijasida karbonat angidrid gazi hosil bo‘ladi:

$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$.

Mazkur tajribada kimyoviy reaksiya natijasida gaz hosil bo‘lishi kimyoviy bilimlar asosida tushuntiriladi. Hosil bo‘lgan gazning hajmi, temperaturasi va bosimi esa fizik qonunlar yordamida tahlil qilinadi. Natijada o‘quvchi bitta jarayonning ikki xil fan nuqtayi nazaridan qanday izohlanishini ko‘radi.

Issiqlik hodisalari va kimyoviy reaksiyalar integratsiyasi

Issiqlik hodisalari fizika va kimyo fanlarini bog‘lovchi muhim mavzulardan biridir. Fizika fanida jismga berilgan yoki undan ajralib chiqqan issiqlik miqdori

$Q = cm\Delta T$

formula yordamida aniqlanadi.

Kimyo fanida esa kimyoviy reaksiyalar davomida issiqlik ajralishi yoki yutilishi, ya’ni ekzotermik va endotermik reaksiyalar o‘rganiladi. Masalan, kislota va ishqor o‘rtasidagi neytrallanish reaksiyasida issiqlik ajralishi natijasida eritma temperaturasi ortadi.

O‘quvchilarga bunday tajribani bajarish topshirilganda ular dastlabki va yakuniy temperaturani o‘lchaydilar, olingan ma’lumotlarni jadvalga kiritadilar va fizik formula yordamida issiqlik miqdorini hisoblaydilar. Kimyoviy tomondan esa nima sababdan temperatura o‘zgarganligini izohlaydilar.

Bu usul orqali o‘quvchilar “kimyoviy reaksiya – energiya almashinuvi – fizik kattalikning o‘zgarishi” o‘rtasidagi bog‘liqlikni anglaydilar.

Integratsiyalashgan darslarda STEAM yondashuvidan foydalanish

Fizika va kimyo fanlarini bog‘lab o‘qitishda STEAM yondashuvi samarali pedagogik vositalardan biri hisoblanadi. STEAM – tabiiy fanlar, texnologiya, muhandislik, san’at va matematikaning o‘zaro uyg‘unligiga asoslangan ta’lim yondashuvidir.

Masalan, o‘quvchilarga “Quyosh energiyasidan foydalanib suvni tozalash qurilmasini yaratish” loyihasi berilishi mumkin. Ushbu loyiha doirasida fizika fanidan quyosh energiyasi, issiqlik uzatilishi, bug‘lanish va kondensatsiya

jarayonlari o‘rganiladi. Kimyo fanidan esa suv tarkibidagi aralashmalar, eritmalar va ularni ajratish usullari tahlil qilinadi.

Xulosa

Fizika va kimyo fanlarini o‘zaro bog‘lab o‘qitish zamonaviy tabiiy-ilmiy ta’limning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu yondashuv o‘quvchilarga tabiat hodisalarini alohida fanlar doirasida emas, balki ularning o‘zaro bog‘liqligi asosida tushunish imkonini beradi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, moddaning tuzilishi, agregat holatlari, gaz qonunlari, issiqlik hodisalari, energiya almashinuvi, elektr toki va elektroliz kabi mavzular fizika va kimyo fanlarini integratsiyalash uchun katta metodik imkoniyatlarga ega. Bunday mavzularni o‘qitishda nazariy tushunchalarni tajriba, kuzatish, o‘lchash va hisoblash ishlari bilan uyg‘unlashtirish o‘quvchilarning bilimlarini mustahkamlashga yordam beradi.

Ayniqsa, kimyoviy reaksiyalar davomida hosil bo‘ladigan gazlarning fizik xossalarini o‘rganish, ekzotermik va endotermik reaksiyalarda issiqlik almashinuvini aniqlash hamda elektroliz jarayonida elektr va kimyoviy hodisalarni birgalikda tahlil qilish fanlararo integratsiyaning samarali shakllari sifatida namoyon bo‘ladi.

Shuningdek, integratsiyalashgan ta’lim jarayonida o‘quvchilar fizik kattaliklar va kimyoviy jarayonlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni mustaqil aniqlash, tajriba natijalarini tahlil qilish, muammoli vaziyatlarga yechim topish va ilmiy xulosalar chiqarishga o‘rganadilar. Natijada ularning mantiqiy fikrlashi, tadqiqotchilik ko‘nikmalari, amaliy kompetensiyalari va tabiatga yaxlit ilmiy qarashi rivojlanadi.

Shu sababli fizika va kimyo fanlarini integratsiyalashgan holda o‘qitish uchun mazmunan bog‘liq mavzularni tizimli aniqlash, amaliy tajribalar va muammoli topshiriqlarni ishlab chiqish, zamonaviy pedagogik va axborot texnologiyalaridan foydalanish hamda o‘quvchilarning mustaqil tadqiqot faoliyatini tashkil etish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. Fundamentals of Physics**.** – Hoboken: Wiley, 2018.
2. Serway, R. A., & Jewett, J. W. Physics for Scientists and Engineers**.** – Boston: Cengage Learning, 2018.
3. Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., Woodward, P. M., & Stoltzfus, M. W. Chemistry: The Central Science**.** – Pearson, 2018.
4. Atkins, P., & de Paula, J. Physical Chemistry**.** – Oxford: Oxford University Press, 2018.
5. Bybee, R. W. The BSCS 5E Instructional Model: Creating Teachable Moments. – Arlington, VA: NSTA Press, 2015.
6. Fogarty, R. How to Integrate the Curricula**.** – Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2009.

7. Drake, S. M., & Burns, R. C. Meeting Standards Through Integrated Curriculum. – Alexandria, VA: ASCD, 2004.

8. OECD. PISA 2025 Science Framework**.** – Paris: OECD Publishing, 2025.

9. UNESCO. Education for Sustainable Development: A Roadmap. – Paris: UNESCO, 2020.

10. O‘zbekiston Respublikasi. Umumiy o‘rta ta’limning davlat ta’lim standarti va umumiy o‘rta ta’lim fan dasturlari. – Toshkent.

11. O‘zbekiston Respublikasi Maktabgacha va maktab ta’limi vazirligi. Fizika fani bo‘yicha umumiy o‘rta ta’lim maktablari uchun o‘quv dasturi. – Toshkent.

12. O‘zbekiston Respublikasi Maktabgacha va maktab ta’limi vazirligi. Kimyo fani bo‘yicha umumiy o‘rta ta’lim maktablari uchun o‘quv dasturi**.** – Toshkent.

FIZIKA TA’LIMIDA GENERATIV SUN’IY INTELLEKT VOSITALARIDAN FOYDALANIB O‘QUVCHILARNING FIZIK MODELLASHTIRISH KO‘NIKMALARINI RIVOJLANTIRISH

Eshboboyeva Muxlisa Zavqiy qizi

Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi

Annotatsiya

Ushbu tezisda fizika ta’limida generativ sun’iy intellekt vositalaridan foydalanish orqali o‘quvchilarning fizik modellashtirish ko‘nikmalarini rivojlantirish masalasi yoritilgan. Fizik hodisa va jarayonlarni modellashtirish o‘quvchilardan hodisaning asosiy xususiyatlarini ajratish, fizik kattaliklar o‘rtasidagi bog‘lanishlarni aniqlash, gipoteza ilgari surish, matematik yoki grafik model yaratish hamda model natijalarini tajriba orqali tekshirishni talab etadi. Generativ sun’iy intellekt ushbu jarayonda o‘quvchiga tayyor javob beruvchi vosita sifatida emas, balki savol berish, gipoteza yaratish, model variantlarini ishlab chiqish va ularni tahlil qilishga yordam beruvchi pedagogik vosita sifatida qo‘llanishi mumkin. Tezisda generativ sun’iy intellekt asosida fizik modellashtirishning bosqichlari va undan ta’lim jarayonida foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, generativ sun’iy intellekt, fizik modellashtirish, fizik model, gipoteza, eksperiment, ilmiy-tadqiqotchilik kompetensiyasi, raqamli ta’lim.

KIRISH

Bugungi kunda ta’lim jarayonini raqamlashtirish va zamonaviy sun’iy intellekt texnologiyalaridan samarali foydalanish o‘quvchilarning nafaqat bilimlarini, balki mustaqil fikrlash, muammoni tahlil qilish va ilmiy izlanish ko‘nikmalarini rivojlantirish uchun yangi imkoniyatlarni yaratmoqda. Ayniqsa, fizika fanini o‘qitishda real jarayonlarni kuzatish, ularni ideal holatga keltirish, fizik kattaliklar o‘rtasidagi bog‘lanishlarni aniqlash va ushbu bog‘lanishlarni

model koʻrinishida ifodalash muhim ahamiyatga ega. Fizik modellashtirish oʻquvchining nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bogʻlash imkonini beradi. Bunda oʻquvchi tayyor formulani yodlashdan koʻra, fizik hodisaning mohiyatini tushunadi, muhim parametrlarni ajratadi, taxmin va gipotezalarni ilgari suradi hamda oʻz modelining toʻgʻriligini tajriba orqali tekshiradi. Generativ sun’iy intellektning rivojlanishi esa mazkur jarayonni yangi bosqichga olib chiqish imkonini bermoqda. Generativ sun’iy intellekt vositalari yordamida oʻquvchi fizik hodisa boʻyicha turli model variantlarini ishlab chiqishi, ularning afzallik va cheklovlarini muhokama qilishi hamda eksperimental tekshirish uchun savollar shakllantirishi mumkin.

Fizik modellashtirishni generativ sun’iy intellekt yordamida tashkil etishda oʻquvchi faoliyatini bir necha bosqichga ajratish mumkin:

1-bosqich – fizik muammoni aniqlash. Oʻquvchiga muayyan fizik hodisa yoki jarayon taqdim etiladi. Masalan, gorizontal otilgan jismning harakatini oʻrganish vazifasi beriladi. Oʻquvchi ushbu harakatga ta’sir qiluvchi fizik kattaliklarni aniqlaydi.

2-bosqich – savol va gipoteza yaratish. Bu bosqichda generativ sun’iy intellekt oʻquvchiga turli savollar berish yoki mavjud muammoni boshqa nuqtayi nazardan koʻrib chiqishda yordam beradi. Masalan: “Agar havoning qarshiligini hisobga olmasak, gorizontal otilgan jismning harakatini qanday ikki mustaqil harakatga ajratish mumkin?” Oʻquvchi generativ sun’iy intellekt tomonidan berilgan variantlarni tayyor javob sifatida qabul qilmasdan, ularni fizik qonunlar asosida tahlil qiladi va oʻz gipotezasini shakllantiradi.

3-bosqich – fizik model yaratish. Oʻquvchi hodisaning asosiy parametrlarini aniqlab, model yaratadi. Masalan, gorizontal otilgan jism harakatini: gorizontal yoʻnalishda – tekis harakat; vertikal yoʻnalishda – erkin tushish sifatida modellashtirishi mumkin. Shunda gorizontal yoʻnalish uchun: $x=v_0t$ vertikal yoʻnalish uchun esa: $y=gt^2/2$ ifodalaridan foydalaniladi. Generativ sun’iy intellekt vositasi bu tenglamalarning fizik ma’nosini izohlash, oʻzgaruvchilar orasidagi bogʻlanishni koʻrsatish yoki modelning turli koʻrinishlarini taklif qilishda yordamchi sifatida ishlatiladi.

4-bosqich – modelni tekshirish. Yaratilgan model tajriba yoki mavjud eksperimental ma’lumotlar bilan solishtiriladi. Oʻquvchi nazariy model asosida olingan natijalarni tajriba natijalari bilan taqqoslaydi va ular orasidagi farqni aniqlaydi. Masalan: nazariy natija → eksperimental natija → farq → xatolik sababi → modelni takomillashtirish. Bu bosqich oʻquvchida ilmiy-tadqiqotchilik faoliyatining muhim elementlarini shakllantiradi.

5-bosqich – modelni takomillashtirish. Agar model tajriba natijalarini yetarlicha tushuntirmasa, oʻquvchi modeldagi taxminlarni qayta koʻrib chiqadi. Masalan, havoning qarshiligi, ishqalanish yoki boshqa omillarni modelga kiritish zarurati yuzaga kelishi mumkin.

Shunday qilib, generativ sun’iy intellekt oʻquvchining fikrlash jarayonini almashtirmaydi, balki uning muammoni turli tomonlardan koʻrib chiqishiga,

savollar yaratishiga va model variantlarini taqqoslashiga yordam beradi. Fizik modellashtirishda generativ sun’iy intellektdan foydalanishning pedagogik imkoniyatlari

Generativ sun’iy intellektdan maqsadli foydalanish quyidagi koʻnikmalarni rivojlantirishga xizmat qilishi mumkin:

1. fizik muammoni aniqlash;
2. muhim va ikkilamchi parametrlarni ajratish;
3. gipoteza ilgari surish;
4. fizik hodisani matematik va grafik modellashtirish;
5. turli model variantlarini taqqoslash;
6. eksperimental natijalarni tahlil qilish;
7. modelning cheklanishlarini aniqlash;
8. oʻz xulosasini ilmiy asoslash.

Bunda asosiy pedagogik tamoyil – generativ sun’iy intellekt tayyor javob beruvchi vosita emas, balki oʻquvchining ilmiy fikrlashini faollashtiruvchi vosita sifatida qoʻllanishidir.

XULOSA

Fizika ta’limida generativ sun’iy intellekt vositalaridan foydalanish oʻquvchilarning fizik modellashtirish koʻnikmalarini rivojlantirish uchun istiqbolli pedagogik imkoniyatlardan biri hisoblanadi. GSI yordamida oʻquvchi fizik muammoni aniqlash, savollar va gipotezalar yaratish, fizik modelni ishlab chiqish, model natijalarini eksperiment bilan taqqoslash hamda modelni takomillashtirish kabi ilmiy-tadqiqotchilik faoliyatlarini amalga oshirishi mumkin.

Mazkur yondashuvda oʻqituvchining vazifasi generativ sun’iy intellekt tomonidan yaratilgan ma’lumotni tayyor bilim sifatida qabul qilishga yoʻl qoʻymasdan, oʻquvchini “savol berish → gipoteza yaratish → model qurish → tajribada tekshirish → natijani tahlil qilish → modelni takomillashtirish” ketma-ketligida faoliyat olib borishga yoʻnaltirishdan iborat. Natijada generativ sun’iy intellekt fizika ta’limida nafaqat axborot olish vositasi, balki oʻquvchilarning modellashtirish, tanqidiy fikrlash va ilmiy-tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiluvchi zamonaviy pedagogik vositaga aylanishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. Paris: UNESCO, 2023.
2. OECD. Digital Education Outlook. OECD Publishing.
3. Halloun I.A. Modeling Theory in Science Education. Springer, 2006.
4. Hestenes D. Modeling methodology for physics teachers. In: The Changing Role of Physics Departments in Modern Universities, 1987.
5. Fizika ta’limida zamonaviy pedagogik va raqamli texnologiyalardan foydalanishga oid ilmiy-metodik manbalar.

FIZIKA VA BIOLOGIYA FANLARINI O‘ZARO INTEGRATSIYALAB O‘QITISHNING METODIK ASOSLAR

Toshev Salimjon Nurboboyevich[1], Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi[2],
Avulova Zamira Tursunmurodovna[3], Muratazayev Zohid Murtazayevich[4],
Soatov Hasan Parda o‘g‘li[5]

1 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi.

2 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi dotsenti, p.f.f.d (PhD)

3 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi katta o‘qituvchisi.

4 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi.

5 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi.

Annotatsiya

Mazkur maqolada umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika va biologiya fanlarini o‘zaro integratsiyalab o‘qitishning nazariy va metodik asoslari tahlil qilinadi. Zamonaviy ta’lim jarayonida o‘quvchilarda tabiat hodisalarini yaxlit holda anglash, fanlararo bilimlarni amaliy vaziyatlarda qo‘llash va mustaqil ilmiy izlanish ko‘nikmalarini shakllantirish muhim vazifalardan biridir. Fizika va biologiya fanlari mazmunan bir-biri bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, tirik organizmlarda kechadigan ko‘plab jarayonlarni fizik qonuniyatlar asosida tushuntirish mumkin. Maqolada mexanika, bosim, issiqlik hodisalari, optika, akustika va elektr hodisalarining biologik jarayonlar bilan bog‘liqligi yoritilgan. Shuningdek, integratsiyalashgan darslarni tashkil etishda muammoli ta’lim, loyiha metodi, tajriba-kuzatish, guruhli ish, STEM va AKT texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Fanlararo integratsiya o‘quvchilarning ilmiy dunyoqarashi, mantiqiy va tanqidiy fikrlashi, amaliy kompetensiyalari hamda tabiiy fanlarga bo‘lgan qiziqishini rivojlantirishning samarali vositasi sifatida asoslangan.

Kalit so‘zlar: fizika, biologiya, fanlararo integratsiya, integratsiyalashgan ta’lim, STEM, fizik qonuniyatlar, biologik jarayonlar, kompetensiya, muammoli ta’lim, loyiha metodi.

KIRISH

Bugungi kunda ta’lim tizimida o‘quvchilarga faqat alohida fanlar doirasida bilim berishdan ko‘ra, ularning o‘zaro bog‘liqligini ko‘rsatish, olingan bilimlarni real hayotiy vaziyatlarda qo‘llash va mustaqil fikrlash qobiliyatini rivojlantirishga katta e’tibor qaratilmoqda. Tabiatdagi barcha jarayonlar o‘zaro bog‘liq bo‘lganligi sababli, uni o‘rganishda ham fanlararo yondashuvdan foydalanish tabiiy zarurat hisoblanadi.Fizika va biologiya ana shunday o‘zaro chambarchas bog‘langan fanlardan biridir. Fizika tabiatdagi materiya, energiya, harakat, kuch, issiqlik, yorug‘lik, tovush va elektr hodisalarining umumiy qonuniyatlarini o‘rgansa, biologiya tirik organizmlarning tuzilishi, hayot faoliyati, rivojlanishi va

atrof-muhit bilan munosabatlarini tadqiq etadi. Tirik organizmlarda kechadigan jarayonlarning aksariyatida fizik qonuniyatlar namoyon bo‘ladi.Masalan, inson organizmining harakatlanishi mexanika qonunlari bilan, qon aylanishi bosim va suyuqliklar harakati bilan, ko‘rish jarayoni optika bilan, eshitish akustika bilan, tana haroratining saqlanishi issiqlik almashinuvi bilan, nerv impulslarining tarqalishi esa bioelektrik hodisalar bilan bog‘liq.Shu jihatdan fizika va biologiyani integratsiyalab o‘qitish o‘quvchiga tabiatni ikkita alohida fan orqali emas, balki yagona va o‘zaro bog‘liq tizim sifatida tushunish imkonini beradi.

TADQIQOTNING MAQSADI VA VAZIFALARI

Tadqiqotning asosiy maqsadi fizika va biologiya fanlarini o‘zaro bog‘lab o‘qitishning metodik imkoniyatlarini aniqlash hamda integratsiyalashgan darslarni samarali tashkil etish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Mazkur maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: fizika va biologiya fanlarining o‘zaro mazmuniy bog‘liqligini aniqlash; biologik jarayonlarning fizik asoslarini ko‘rsatish; fanlararo integratsiyadan foydalanishning pedagogik imkoniyatlarini tahlil qilish; integratsiyalashgan darslarda samarali metodlarni aniqlash; amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlari uchun fanlararo topshiriqlar ishlab chiqish; o‘quvchilarning fanlararo kompetensiyalarini rivojlantirish imkoniyatlarini ko‘rsatish.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Maqolani tayyorlashda pedagogik va metodik adabiyotlarni tahlil qilish, taqqoslash, umumlashtirish, kuzatish, fanlararo bog‘liqlikni aniqlash hamda metodik modellashtirish usullaridan foydalanildi. Integratsiyalashgan ta’limning samaradorligini baholashda quyidagi mezonlarga e’tibor qaratish maqsadga muvofiq: O‘quvchining fizik va biologik tushunchalarni birgalikda qo‘llay olishi. Nazariy bilimni amaliy vaziyatga tatbiq eta olishi. Muammoli vaziyatga ilmiy asoslangan yechim taklif qila olishi. Tajriba va kuzatish natijalarini tahlil qila olishi. Fanlararo xulosalar chiqara olishi.

ASOSIY QISM

1. Bosim va yurak-qon tomir tizimi

Bosim tushunchasi fizika va biologiyani bog‘lashda juda qulay mavzulardan biridir. Yurakning qisqarishi natijasida qon tomirlar tizimiga qon haydaladi. Natijada qon tomirlarida bosim yuzaga keladi va qon organizm bo‘ylab harakatlanadi. Fizik nuqtayi nazardan suyuqlikning harakatlanishiga bosimlar farqi sabab bo‘ladi. Biologik nuqtayi nazardan esa yurak ushbu tizimda muhim “nasos” vazifasini bajaradi. Dars davomida o‘quvchilarga quyidagi muammoli savol berish mumkin: “Agar yurak nasos vazifasini bajarmaganida, qon organizm bo‘ylab qanday harakatlangan bo‘lar edi?” Savol o‘quvchini fizik va biologik bilimlarini bir vaqtda ishga solishga undaydi.

2. Optika va inson ko‘zi

Fizika va biologiyaning eng yaqqol integratsiyalashadigan mavzularidan biri optika va ko‘rish jarayonidir.Inson ko‘zi murakkab biologik organ bo‘lishi bilan birga, fizik nuqtayi nazardan optik sistema sifatida ham qaraladi. Yorug‘lik

ko‘zga kirib, optik muhitlardan o‘tadi va to‘r pardada tasvir hosil bo‘ladi.Fizika darsida linzaning fokus masofasi, tasvir hosil bo‘lishi, yorug‘likning sinishi kabi tushunchalar o‘rganiladi. Biologiya darsida esa ko‘zning tuzilishi va ko‘rish mexanizmi tushuntiriladi.Integratsiyalashgan mashg‘ulotda o‘quvchilar oddiy linza yordamida tasvir hosil qilib, uni ko‘z gavhari faoliyati bilan taqqoslashlari mumkin.Shuningdek, miopiya va gipermetropiyani tushuntirishda mos optik linzalardan foydalanish orqali fizik bilimlarning tibbiy-biologik ahamiyati ko‘rsatiladi.

3. Akustika va eshitish organi

Tovush fizikada muhitda tarqaluvchi mexanik to‘lqin sifatida o‘rganiladi. Biologiyada esa inson qulog‘ining tuzilishi va tovushni qabul qilish jarayoni ko‘rib chiqiladi.Tovush chastotasi uning balandligi, amplitudasi esa tovushning kuchi bilan bog‘liq. Ushbu fizik tushunchalar biologik eshitish jarayonini tushuntirishda qo‘llanilishi mumkin.Masalan, o‘quvchilarga:“Nima uchun bir xil musiqa turli odamlar tomonidan turlicha qabul qilinishi mumkin?”yoki“Juda baland tovushning uzoq vaqt davomida ta’siri nima uchun zararli?”kabi savollar berish mumkin.Bu orqali akustika va inson fiziologiyasi o‘rtasidagi bog‘liqlik ochib beriladi.

4. Elektr hodisalari va nerv tizimi

Nerv tizimi organizmda axborotni qabul qilish va uzatishda muhim rol o‘ynaydi. Nerv hujayralarida elektr potensialining o‘zgarishi bilan bog‘liq murakkab bioelektrik jarayonlar kechadi. Fizikadagi elektr potensiali, zaryad va elektr toki haqidagi tushunchalar biologiyadagi nerv impulslari bilan bog‘lab tushuntirilishi mumkin. Bu mavzuda o‘quvchilarga “inson organizmidagi elektr hodisalari” mavzusida kichik loyiha topshirig‘i berish mumkin. O‘quvchilar yurak faoliyati, nerv tizimi va bioelektrik signallar haqida ma’lumot to‘plab, ularni fizik tushunchalar bilan izohlashga harakat qiladilar.

INTEGRATSIYALASHGAN DARSLARNI TASHKIL ETISH METODIKASI

Fizika va biologiyani integratsiyalab o‘qitishda darsning an’anaviy tuzilmasidan tashqari, faol va interaktiv metodlardan foydalanish maqsadga muvofiq. Muammoli ta’lim Muammoli ta’limda o‘quvchi oldiga tayyor javobi berilmagan savol yoki vazifa qo‘yiladi. Masalan: “Nima uchun odam baland tog‘ga chiqqanda nafas olishda qiynalishi mumkin?” O‘quvchi ushbu savolni atmosfera bosimi, gazlar bosimi va inson nafas olish tizimi haqidagi bilimlarini birlashtirib tahlil qiladi. Loyiha metodi O‘quvchilarga quyidagi mavzularda loyihalar berish mumkin: “Inson ko‘zi – tabiiy optik sistema”; “Yurak – biologik nasos”“Inson organizmida issiqlik almashinuvi”; “Tovush va inson eshitish tizimi”; “Sport harakatlarining fizik asoslari”; “Nerv tizimidagi bioelektrik jarayonlar”. Loyiha yakunida o‘quvchilar taqdimot, poster, maket, tajriba natijalari yoki elektron material tayyorlashlari mumkin. Tajriba va kuzatish . Fanlararo integratsiyani ta’minlashda tajribalaralohida ahamiyatga ega.Masalan, “Bug‘lanish va tana harorati” mavzusida o‘quvchilar nam yuzaning quruq yuzaga

nisbatan qanday tezlikda sovishini kuzatishlari mumkin. Tajriba natijasi terlash va bug‘lanish orqali organizmning sovishi bilan bog‘lanadi.“Optika va ko‘rish” mavzusida esa oddiy linza yordamida tasvir hosil qilish tajribasi o‘tkazilishi mumkin.STEM yondashuvi Fizika va biologiyani integratsiyalash STEM yondashuviga ham mos keladi. O‘quvchilar biologik muammoni fizik qonuniyatlar yordamida tahlil qilib, texnologik yoki muhandislik yechimini taklif qiladilar. Masalan, “Inson qo‘lining mexanik modeli” loyihasida o‘quvchilar biologik tuzilmani o‘rganib, uning fizik modelini yaratishlari mumkin.

O‘QITUVCHINING ROLI

Integratsiyalashgan darslarda o‘qituvchining vazifasi faqat ma’lumot berish bilan cheklanmaydi. O‘qituvchi o‘quvchilarni fanlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni mustaqil aniqlashga yo‘naltirishi kerak.Buning uchun:muammoli savollardan foydalanish; real hayotiy misollar keltirish; fanlararo terminlardan o‘rinli foydalanish;tajriba va kuzatishlarni tashkil etish; o‘quvchilarni kichik guruhlarga ajratish; loyiha va tadqiqot topshiriqlarini berish; raqamli texnologiyalardan foydalanish; o‘quvchilar javoblarini tahlil qilish va refleksiya tashkil etish tavsiya etiladi.Shuningdek, fizika va biologiya o‘qituvchilarining hamkorligi integratsiyalashgan ta’lim sifatini oshiradi. Birgalikda dars rejasini ishlab chiqish, umumiy mavzularni aniqlash va qo‘shma loyiha hamda laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish mumkin.

INTEGRATSIYANING TA’LIMIY SAMARADORLIGI

Fizika va biologiyani o‘zaro bog‘lab o‘qitish natijasida o‘quvchilarda quyidagi kompetensiyalar rivojlanadi:Ilmiy kompetensiya. O‘quvchi tabiat hodisalarini ilmiy nuqtayi nazardan tushuntira boshlaydi. Mantiqiy fikrlash. Bir hodisani turli fanlar nuqtayi nazaridan tahlil qilish qobiliyati rivojlanadi. Amaliy kompetensiya. Nazariy bilimni tajriba va real hayotdagi vaziyatlarda qo‘llash ko‘nikmasi shakllanadi. Tadqiqotchilik kompetensiyasi. O‘quvchi savol qo‘yish, faraz ilgari surish, tajriba o‘tkazish va xulosa chiqarishga o‘rganadi. Kommunikativ kompetensiya. Guruhli va loyiha asosidagi faoliyat davomida o‘z fikrini asoslash va boshqalarning fikrini tinglash ko‘nikmasi rivojlanadi.

XULOSA

Fizika va biologiya fanlarini o‘zaro integratsiyalab o‘qitish o‘quvchilarda tabiat haqidagi yaxlit ilmiy tasavvurni shakllantirishning samarali usullaridan biridir. Tirik organizmlar faoliyatining ko‘plab jihatlari fizik qonuniyatlar bilan chambarchas bog‘langanligi sababli, ushbu fanlarni alohida emas, balki o‘zaro aloqador holda o‘rganish ta’lim mazmunini yanada tushunarli va amaliy qiladi. Mexanika inson va hayvonlarning harakatini, bosim qonunlari qon aylanishini, issiqlik hodisalari termoregulyatsiyani, optika ko‘rish jarayonini, akustika eshitishni, elektr hodisalari esa nerv tizimining ayrim jarayonlarini tushuntirishda samarali vosita bo‘lib xizmat qiladi. Integratsiyalashgan darslarda muammoli ta’lim, loyiha metodi, tajriba, kuzatish, guruhli ish va STEM yondashuvidan foydalanish o‘quvchilarning bilimlarini faollashtiradi. Bunday yondashuv nafaqat fanlarni chuqur o‘zlashtirishga, balki o‘quvchilarning mustaqil fikrlashi,

tadqiqotchilik faoliyati va amaliy muammolarni hal qilish qobiliyatini rivojlantirishga xizmat qiladi. Shunday qilib, fizika va biologiya fanlarini integratsiyalashgan holda o‘qitish zamonaviy ta’limning muhim metodik yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, o‘quvchilarning tabiiy-ilmiy savodxonligini oshirish va kelajakdagi kasbiy faoliyatiga zarur bo‘lgan fanlararo kompetensiyalarni shakllantirish uchun keng imkoniyat yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Halliday D., Resnick R., Walker J. Fundamentals of Physics. Wiley.
2. Campbell N. A. va boshqalar. Campbell Biology. Pearson.
3. Hewitt P. G. Conceptual Physics. Pearson.
4. Serway R. A., Jewett J. W. Physics for Scientists and Engineers. Cengage Learning.
5. OpenStax. College Physics. Rice University.
6. OpenStax. Biology 2e. Rice University.
7. UNESCO. Science Education and Sustainable Development. UNESCO materiallari.
8. OECD. PISA 2025 Science Framework. OECD Publishing.
9. Bybee R. W. The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. NSTA Press.
10. National Research Council. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. The National Academies Press.

GAMIFIKATSIYA TA’LIM TEXNOLOGIYASI ORQALI FIZIKA DARSLARIDA O‘QUVCHILARNING MANTIQIY VA TANQIDIY FIKRLASH KO‘NIKMALARINI SHAKLLANTIRISH

Hamroyeva Madina Murotboy qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Aniq va tabiiy fanlarni o‘qitish metodikasi (fizika va astronomiya) 2- kurs magistranti

Annotatsiya: Ushbu tezisda fizika ta’limida raqamli transformatsiya va aralash ta’lim muhitida gamifikatsiya (o‘yinga asoslangan ta’lim) texnologiyasini qo‘llash orqali o‘quvchilarning mantiqiy va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirishning metodik hamda kognitiv mexanizmlari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: Gamifikatsiya, fizika ta’limi, tanqidiy fikrlash, mantiqiy fikrlash, raqamli platformalar, motivatsiya, muammoli ta’lim.

Raqamli transformatsiya va pedagogik islohotlar bosqichida fizika va astronomiya fanlarini o‘qitishning bosh maqsadi shunchaki tayyor formulalar yoki qonuniyatlarni yodlatish emas, balki o‘quvchilarda tahliliy, mantiqiy va

tanqidiy fikrlash hamda amaliy muammolarni hal etish koʻnikmalarini shakllantirishdan iboratdir. Biroq, an’anaviy dars shakllari fizika fanining murakkab abstrakt tushunchalari sababli koʻpincha oʻquvchilarda kognitiv zoʻriqish hamda fanga boʻlgan motivatsiyaning pasayishini keltirib chiqaradi.

Ushbu metodik muammoni bartaraf etishda oʻquv jarayoniga oʻyin mexanizmlari va raqamli algoritmlarni integratsiya qiluvchi gamifikatsiya texnologiyasi muhim innovatsion vosita boʻlib xizmat qiladi. Gamifikatsiya an’anaviy oʻyinlardan farqli ravishda, koʻngilochar maqsadni emas, balki oʻquvchilarning kognitiv va mantiqiy salohiyatini faollashtirgan holda murakkab fizik jarayonlarni chuqur anglashni koʻzlaydi.

Raqamli ta’lim va pedagogik dasturiy vositalar tasnifiga koʻra, gamifikatsiya (oʻyinga asoslangan ta’lim) platformalari vazifasi, funksionalligi va qoʻllanilish usuliga koʻra bir necha asosiy turlarga ajratiladi.

1. Interfaol shablonli oʻyin platformalari: Ushbu platformalar oʻqituvchiga fanga oid kontentni kiritish orqali qisqa fursatda turli interfaol oʻyinlar va topshiriqlarni yaratish imkonini beradi.
2. Musobaqalashuvchi viktorina va soʻrovnoma platformalari: Real vaqt rejimida taymer, ballar, darajalar va reyting jadvallari vositasida oʻquvchilar oʻrtasida musobaqa muhitini yaratadi.
3. QR-kodli (qurilmasiz) gamifikatsiya platformalari: Oʻquvchilardan smartfon yoki kompyuter talab qilmaydi. Oʻqituvchi oʻquvchilarga A, B, C, D joylashuviga ega boʻlgan maxsus QR-kartalarni tarqatadi va telefon kamerasi orqali javoblarni skanerlab, oʻyinsimon formativ baholashni amalga oshiradi.
4. Raqamli flash-kartochkalar va xotira oʻyinlari: Atama va ta’riflarni raqamli kartochkalar orqali oʻrganish, shuningdek, “Mosini topish” hamda “Gravitatsiya” kabi mantiqiy oʻyin rejimlarida bilimlarni takrorlash platformasidir.
5. Interfaol simulyatsiya va virtual laboratoriya platformalari: Fizika va tabiiy fanlardagi hodisalarni vizual va interfaol tarzda tajribada sinab koʻrishga moʻljallangan.

Fizika darslarida Kahoot! platformasidan foydalanib viktorina va formativ baholashni tashkil etish quyidagi 4 ta asosiy bosqichda amalga oshiriladi.

Tayyorgarlik va viktorina yaratish bosqichida oʻqituvchi kahoot.com platformasida roʻyxatdan oʻtib, fizika mavzusiga (masalan, Nyuton qonunlari, mexanik toʻlqinlar, termodinamika) oid interfaol test yoki viktorinalar yaratadi.

Oʻyinni boshlash va ulanish bosqichida oʻqituvchi darsda elektron doska yoki proyektor orqali oʻyinni jonli rejimda ekranga chiqaradi.

Yaratilgan topshiriqlarni bajarish bosqichida o‘quvchilar belgilangan vaqt (masalan, 20–30 soniya) ichida o‘z qurilmalaridagi to‘g‘ri javobga mos keluvchi rang va shaklli tugmani bosishadi.

Natijalarni tahlil qilish va qayta aloqa bosqichida viktorina yakunlangach, Kahoot! o‘qituvchiga har bir o‘quvchi va har bir savol bo‘yicha batafsil statistika va hisobotlarni taqdim etadi. O‘qituvchi o‘quvchilar qaysi fizik tushuncha yoki formulada ko‘proq xato qilganini darhol aniqlab, dars so‘ngida o‘sha qismga alohida to‘xtalib tushuntirish beradi.

Kahoot! uchun fizika viktorinasi topshiriqlarni keltirish mumkin.

Ko‘p tanlovli savol: Aravachaga ta’sir etuvchi natijaviy kuch 2 marta oshirilib, uning massasi o‘zgarmay qolsa, aravacha tezlanishi qanday o‘zgaradi?

A (Qizil): 2 marta kamayadi, B (Moviy): 2 marta ortadi *(To‘g‘ri javob)*, C (Sariq): 4 marta ortadi, D (Yashil): O‘zgarmaydi.

Bunda vaqt cheklovi 20 soniyani tashkil etadi. Javobni topishda Nyutonning 2-qonuniga ko‘ra $a = \frac{F}{m}$ kuch va tezlanish to‘g‘ri proporsionaldan foydalaniladi.

To‘g‘ri / Noto‘g‘ri javob tanlanadigan savol: Gorizontal sirtda turg‘un turgangan jismga ta’sir etuvchi tik (normal) bosim kuchi ortsa, sirpanish ishqalanish kuchi ham ortadi.

A (Moviy): To‘g‘ri (To‘g‘ri javob), B (Qizil): Noto‘g‘ri

Bunda vaqt cheklovi 20 soniyani tashkil etadi. Sirpanish ishqalanish kuchi $F_{ishq} = \mu \cdot N$ formulasi bo‘yicha bosim kuchiga to‘g‘ri proporsionaldir.

Xulosa qilib aytganda, gamifikatsiya ta’lim texnologiyasi fizika o‘qituvchisiga dars jarayonini shaffof, interfaol va shaxsga yo‘naltirilgan tarzda boshqarish imkonini bersa, o‘quvchini o‘z ta’lim trayektoriyasining faol va mas’uliyatli sub’yektiga aylantiradi

Foydalanilgan adabiyotlar

1.D.A.Begmatova, M.Qurbonov , Sh.M. Sodiqova, N.Q.Abdullayev Fizika o‘qitish metodikasi. Darslik. – S.: “Fidokor Yosh Avlod”, 2023. – 361 b.

2. E.M.Golikova,P.P. Tissen, R.R.Kalimullin Application of blended learning models in teaching physical education in school as a condition for transformation of the educational system. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. soc. sci., 2023, 16(2), 246–254.

3. Jalolova P.M. Physics Education Technology (PhET) dasturida virtual laboratoriya ishlari. Uslubiy qo‘llanma. – Qarshi, 2019. – 48 b.

4. Silva Córdova R. La Enseñanza de la Física mediante un Aprendizaje Significativo y Cooperativo en Blended Learning. Tesis doctoral / Universidad de Burgos. – Burgos, 2011. – 333 p.

FIZIKA TA’LIMIDA VIRTUAL LABORATORIYALARDAN FOYDALANISHNING PEDAGOGIK IMKONIYATLARI

Raxmonov Mufazzalshoh Alisher o‘g‘li[1], Ishqidinova Odina Umid qizi [2]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi o‘qituvchi
[2]Chirchiq davlat pedagogika universiteti 4-bosqich talabasi.

Annotatsiya. Mazkur maqolada fizika ta’limida virtual laboratoriyalardan foydalanishning pedagogik imkoniyatlari tahlil qilingan. Fizika fanini o‘qitishda laboratoriya mashg‘ulotlari nazariy bilimlarni amaliy tajriba bilan bog‘lash, fizik hodisa va qonuniyatlarni bevosita kuzatish hamda o‘quvchilarda eksperimental ko‘nikmalarni shakllantirishda muhim ahamiyatga ega. Zamonaviy raqamli texnologiyalarning rivojlanishi virtual laboratoriyalarni ta’lim jarayoniga joriy etish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Tadqiqotda O‘zbekiston va Rossiya ilmiy jurnallarida e’lon qilingan so‘nggi yillardagi ilmiy maqolalar tahlil qilindi. Tahlil natijasida virtual laboratoriyalarning fizik jarayonlarni modellashtirish, ularni vizuallashtirish, tajribalarni takroriy bajarish, tajriba parametrlarini o‘zgartirish va o‘quvchilarning mustaqil faoliyatini tashkil etishdagi imkoniyatlari aniqlandi. Shu bilan birga, virtual laboratoriyalar real laboratoriya ishlarini to‘liq almashtirmasligi, balki ular bilan metodik jihatdan uyg‘unlashtirilishi maqsadga muvofiqligi asoslandi.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, virtual laboratoriya, raqamli texnologiya, fizik tajriba, laboratoriya mashg‘uloti, modellashtirish, PhET, eksperimental ko‘nikma.

Kirish: Fizika ta’limining asosiy xususiyatlaridan biri nazariy bilimlarni tajriba va kuzatishlar bilan bog‘lashdan iborat. Laboratoriya mashg‘ulotlari orqali o‘quvchilar fizik kattaliklarni o‘lchash, tajriba natijalarini qayd etish, ularni tahlil qilish va fizik qonuniyatlar asosida xulosa chiqarish ko‘nikmalarini shakllantiradilar. Shu sababli laboratoriya ishlari fizika ta’limining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Bugungi kunda ta’lim jarayoniga raqamli texnologiyalarning jadal kirib kelishi laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishning yangi imkoniyatlarini yuzaga keltirmoqda. Xususan, virtual laboratoriyalar fizik tajribalarni kompyuter yoki mobil qurilmalar yordamida modellashtirish va tajriba parametrlarini o‘zgartirib, fizik jarayonlarni kuzatish imkonini beradi. O‘zbekistonda fizika laboratoriyalarini zamonaviy texnologiyalar asosida loyihalashtirish, PhET va boshqa raqamli vositalardan foydalanish metodikasiga bag‘ishlangan tadqiqotlar so‘nggi yillarda ko‘payib bormoqda [1; 2].

Mazkur holat virtual laboratoriyalarni shunchaki texnik vosita sifatida emas, balki fizika ta’limining didaktik imkoniyatlarini kengaytiruvchi pedagogik vosita sifatida o‘rganish zaruratini yuzaga keltiradi. Tadqiqotning maqsadi fizika ta’limida virtual laboratoriyalardan foydalanishning pedagogik imkoniyatlarini aniqlash hamda ularning an’anaviy laboratoriya mashg‘ulotlari bilan o‘zaro bog‘liqligini tahlil qilishdan iborat. Tadqiqot jarayonida ilmiy-metodik adabiyotlarni tahlil qilish, qiyoslash, tizimlashtirish va umumlashtirish metodlaridan foydalanildi. Manba bazasini asosan 2023–2024-yillarda O‘zbekiston va Rossiya ilmiy jurnallarida chop etilgan maqolalar tashkil etdi. Bu esa masalaning zamonaviy ilmiy-uslubiy holatini yoritish imkonini berdi. Virtual laboratoriyaning muhim pedagogik imkoniyatlaridan biri fizik jarayonlarni **vizuallashtirish va modellashtirish**dir. Ayrim fizik hodisalarni real tajriba sharoitida bevosita kuzatish qiyin yoki murakkab bo‘lishi mumkin. Virtual muhitda esa ushbu jarayonlarni modellashtirish, ularning asosiy parametrlarini o‘zgartirish va natijalarni kuzatish imkoniyati mavjud. Zoirov va Fayzullayeva tomonidan olib borilgan tadqiqotda PhET texnologiyasi yordamida fizik jarayonlarni animatsion va virtual shaklda o‘rganish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan [1].

Virtual laboratoriyaning yana bir muhim jihati – **tajriba parametrlarini mustaqil o‘zgartirish imkoniyati**. Masalan, mexanik tajribada massa yoki kuch qiymatini, elektr zanjirlarida kuchlanish va qarshilikni o‘zgartirish orqali o‘quvchi fizik kattaliklar o‘rtasidagi bog‘lanishni kuzatishi mumkin. Bunda o‘quvchi tayyor natijani qabul qiluvchi emas, balki tajribani mustaqil tashkil etuvchi faol subyektga aylanadi. PhET simulyatorlaridan foydala nishga bag‘ishlangan tadqiqotda virtual laboratoriya natijalari real laboratoriya natijalari bilan solishtirilgan. Mualliflar virtual tajriba orqali fizik kattaliklarning o‘zaro bog‘liqligini aniqlash va olingan natijalarni real tajriba natijalari bilan taqqoslash imkoniyatini ko‘rsatganlar [2]. Bu virtual laboratoriyaning faqat nazariy tushuntirish emas, balki eksperimental faoliyatni tashkil etish vositasi sifatidagi ahamiyatini ko‘rsatadi. Virtual laboratoriyalar **tajribani bir necha marta takrorlash** imkoniyatini ham beradi. An’anaviy laboratoriya sharoitida vaqt, jihozlarning mavjudligi yoki guruhdagi o‘quvchilar soni tajribani qayta bajarishni cheklashi mumkin. Virtual muhitda esa tajriba shartlarini qayta o‘rnatish va turli parametrlar bilan tajriba o‘tkazish nisbatan qulay. Karshiboev va G‘afforova raqamli texnologiyalar yordamida fizika laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish masalasini tahlil qilib, virtual laboratoriyalarning bo‘lajak fizika o‘qituvchilarini tayyorlashdagi ahamiyatini ko‘rsatgan [3]. Demak, virtual laboratoriya nafaqat o‘quvchilarning, balki bo‘lajak o‘qituvchilarning ham eksperimental va raqamli kompetensiyalarini rivojlantirish vositasi sifatida qaralishi mumkin. Virtual laboratoriyalarning rivojlanishi an’anaviy laboratoriya ishlarining ahamiyatini kamaytirmaydi. Aksincha, ikki turdagi laboratoriya ishlarining o‘ziga xos imkoniyatlarini hisobga olgan holda ularni uyg‘unlashtirish fizika ta’limi samaradorligini oshirishga xizmat qilishi mumkin. An’anaviy

laboratoriya o‘quvchiga real fizik jihozlar bilan ishlash, o‘lchash asboblaridan foydalanish, tajribadagi tabiiy xatoliklarni kuzatish va amaliy ko‘nikmalarni shakllantirish imkonini beradi. Virtual laboratoriya esa fizik jarayonlarni tezkor modellashtirish, tajriba parametrlarini o‘zgartirish va murakkab jarayonlarni vizuallashtirish imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Rossiyalik tadqiqotchilar Kudryavtseva va Markova virtual laboratoriya ishlarini real laboratoriya qurilmalarini modellashtiruvchi va ularning imkoniyatlarini kengaytiruvchi ta’lim vositasi sifatida tavsiflaydi [4]. Mualliflar virtual laboratoriyalardan foydalanish ta’lim materialini o‘zlashtirish va laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish imkoniyatlarini kengaytirishini ta’kidlaydi. Dmitriev, Osipova va Isayeva tomonidan olib borilgan tadqiqotda ham virtual laboratoriya ishlarining fizika fanini mustaqil o‘rganish va masofaviy ta’lim sharoitida laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishdagi imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan [5]. Bu tadqiqotlar virtual laboratoriyalarning an’anaviy tajribani butunlay almashtirishdan ko‘ra, uni to‘ldiruvchi vosita sifatidagi ahamiyatini ko‘rsatadi. Bunday yondashuv o‘quvchiga bir fizik hodisani ikki xil muhitda kuzatish va ularning natijalarini qiyoslash imkonini beradi. Virtual laboratoriyalardan samarali foydalanish uchun bir qator metodik shartlarga rioya qilish zarur.

Birinchidan, virtual laboratoriya **aniq didaktik maqsadga** xizmat qilishi kerak. O‘qituvchi virtual tajribadan foydalanish orqali qaysi bilim, ko‘nikma yoki kompetensiyani shakllantirishni oldindan belgilashi lozim.

Ikkinchidan, tajriba o‘quvchining **faol mustaqil faoliyati** asosida tashkil etilishi kerak. Buning uchun o‘quvchiga tajribani kuzatish bilan cheklanmaydigan, balki parametrlarni o‘zgartirish, natijalarni yozib olish va ularni izohlashga yo‘naltirilgan topshiriqlar berilishi zarur.

Uchinchidan, virtual tajriba natijalari **jadval, grafik yoki matematik ifoda** orqali qayta ishlanishi maqsadga muvofiq. Bu virtual tajribani oddiy kuzatishdan ilmiy-tadqiqot faoliyatiga yaqinlashtiradi.

To‘rtinchidan, virtual laboratoriya real tajriba bilan imkon qadar bog‘lanishi kerak. Zoirov, Hamidova va Soliyeva elektr bo‘limiga oid laboratoriya ishlarini PhET muhitida bajarib, virtual tajriba natijalarini real laboratoriya natijalari bilan taqqoslash imkoniyatini ko‘rsatgan [6].

Ilmiy adabiyotlar tahlili asosida virtual laboratoriyalarning fizika ta’limidagi pedagogik imkoniyatlarini quyidagi asosiy yo‘nalishlarda umumlashtirish mumkin:

1. Vizual imkoniyat – abstrakt fizik jarayonlarni modellashtirish va ko‘rgazmali ifodalash.

2. Eksperimental imkoniyat – fizik kattaliklarni o‘zgartirish va ularning natijaga ta’sirini kuzatish.

3. Takroriy tajriba imkoniyati – tajribani bir necha marta bajarish va natijalarni taqqoslash.

4. Mustaqil faoliyat imkoniyati – o‘quvchining tajriba jarayonida mustaqil qaror qabul qilishini ta’minlash.

5. Integrativ imkoniyat – virtual va real tajribalarni bir-biri bilan bog‘lash.

6. Metodik imkoniyat – masofaviy, aralash va raqamli ta’lim sharoitlarida laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish.

Shu bilan birga, virtual laboratoriyalarning imkoniyatlarini haddan tashqari umumlashtirish to‘g‘ri emas. Virtual tajriba real asboblar bilan ishlash, o‘lchash texnikasi va real tajribadagi tabiiy xatoliklarni to‘liq takrorlay olmaydi. Shuning uchun virtual laboratoriyaning pedagogik qiymati uning real laboratoriya bilan qanday metodik uyg‘unlashtirilganiga bog‘liq.

Xulosa

Fizika ta’limida virtual laboratoriyalardan foydalanish zamonaviy raqamli ta’lim sharoitida laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Ilmiy manbalar tahlili virtual laboratoriyalar fizik jarayonlarni vizuallashtirish, tajriba parametrlarini boshqarish, tajribalarni takrorlash va o‘quvchilarning mustaqil faoliyatini tashkil etish imkonini berishini ko‘rsatdi. Biroq virtual laboratoriyalarni an’anaviy laboratoriya ishlarining to‘liq muqobili sifatida emas, balki ularni **to‘ldiruvchi va metodik jihatdan boyituvchi vosita** sifatida qarash maqsadga muvofiq. Ayniqsa, virtual tajribani real tajriba bilan uyg‘unlashtirish o‘quvchining nazariy bilim, modellashtirish va amaliy eksperimental faoliyatini yagona ta’lim jarayonida birlashtirish imkonini beradi. Shunday qilib, fizika ta’limida virtual laboratoriyalardan foydalanishning pedagogik samaradorligi texnologiyaning o‘ziga emas, balki uning **didaktik maqsad, o‘quv topshiriqlari, tajriba natijalarini tahlil qilish va an’anaviy laboratoriya faoliyati bilan integratsiya qilinishiga** bog‘liq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Zoirov S. X., Ergasheva M. A. qizi, Boynazarova N. S. qizi. PhET Simulatorlarida bajarilgan laboratoriya ishlarining afzalliklari // *Science and Education*. – 2024. – Vol. 5, No. 11. – B. 125–129.

2. Karshiboev S., Gafforova S. Methodology for organizing and conducting laboratory sessions in physics with the help of digital technologies // *Science and Education*. – 2024. – Vol. 5, No. 8. – B. 69–71.

3. Кудрявцева О. А., Маркова О. Ю. Опыт использования виртуальных лабораторных работ по физике // *Педагогическое образование*. – 2023. – Т. 4, № 3. – С. 31–37.

4. Дмитриев О. С., Осипова И. А., Исаева О. В. Опыт использования виртуальных лабораторных работ по физике // *Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского*. – 2023. – № 3(89). – С. 144–152. DOI: 10.17277/voprosy.2023.03.pp.144-152.

5. Zoirov S. X., Hamidova M. S. qizi, Soliyeva S. O. qizi. PhET dasturida elektr bo‘limi laboratoriyalarini virtual bajarish imkoniyatlari o‘rganish metodikasi // *Science and Education*. – 2024. – Vol. 5, No. 5. – B. 417–422.

6. Mamatov Z. U., Zoirov S. X., Imomov B. U. Laboratoriya darslarini samarali tashkil qilish omillari // *Science and Education*. – 2024. – Vol. 5, No. 12. – B. 224–228.

HAMKORLIKDA O‘QITISH TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA TALABALARNING TANQIDIY FIKRLASHINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI

Yuldosheva Dildora Unarboy qizi
ChDPU “Umumiy pedagogika” kafedrasi o‘qituvchisi

Annotatsiya. Mazkur maqolada hamkorlikda o‘qitish texnologiyalari asosida talabalarning tanqidiy fikrlashini rivojlantirish metodikasining pedagogik-nazariy asoslari va amaliy imkoniyatlari tadqiq etiladi. Oliy ta’lim jarayonida talabalarning axborotni tahlil qilish, dalillarning ishonchliligini baholash, muqobil nuqtayi nazarlarni qiyoslash, mantiqiy xulosalar chiqarish hamda o‘z fikrini dalillar asosida asoslash kompetensiyalarini rivojlantirishda hamkorlikda o‘qitish texnologiyalarining didaktik imkoniyatlari yoritiladi. Shuningdek, kichik guruhlarda ishlash, akademik munozara, muammoli vaziyatlarni tahlil qilish va o‘zaro refleksiya kabi metodlardan foydalanishning metodik xususiyatlari hamda ularning talabalarning bilish faolligi va mustaqil fikrlashini rivojlantirishdagi o‘rni asoslanadi. Hamkorlikka asoslangan ta’lim jarayonini maqsadli tashkil etish, talabalar o‘rtasida samarali muloqotni yo‘lga qo‘yish va ularning individual fikrlash faoliyatini guruhiy faoliyat bilan uyg‘unlashtirishning pedagogik shart-sharoitlariga alohida e’tibor qaratiladi. Maqolaning ilmiy-amaliy ahamiyati hamkorlikda o‘qitish texnologiyalarini tanqidiy fikrlashni rivojlantirishga yo‘naltirilgan metodik tizim asosida qo‘llash imkoniyatlarini yoritish hamda oliy ta’lim amaliyotini takomillashtirishga doir metodik tavsiyalar ishlab chiqish zarurati bilan belgilanadi.

Kalit so‘zlar: hamkorlikda o‘qitish texnologiyalari, tanqidiy fikrlash, oliy ta’lim, pedagogik metodika, interfaol ta’lim, muammoli vaziyat, akademik munozara, refleksiya, bilish faolligi, mustaqil fikrlash.

Oliy ta’lim tizimining zamonaviy rivojlanish tendensiyalari talabalarda nafaqat nazariy bilimlarni o‘zlashtirish, balki olingan bilimlarni tahlil qilish, amaliy vaziyatlarda qo‘llash, dalillarning ishonchliligini baholash va mustaqil qaror qabul qilish kompetensiyalarini shakllantirishni taqozo etmoqda. Mazkur talablar ta’lim mazmuni va metodlarini takomillashtirish, talabaning bilish faoliyatini faollashtirish hamda uni o‘quv jarayonining faol subyektiga aylantirish zaruratini kuchaytiradi.

Tanqidiy fikrlash talabaning axborotni shunchaki o‘zlashtirishi bilan cheklanmaydigan, balki uning mazmunini tahlil qilish, dalillar va taxminlarni farqlash, qarama-qarshi fikrlarni qiyoslash, xulosalarning mantiqiy

asoslanganligini tekshirish hamda zarur hollarda o‘z qarashlarini qayta ko‘rib chiqishni qamrab oluvchi murakkab bilish faoliyatidir. Shu jihatdan tanqidiy fikrlashni rivojlantirish ta’lim jarayonida muammoli vaziyatlar, izlanishga asoslangan topshiriqlar va dalillarga tayangan muloqotdan foydalanishni talab etadi.

Mazkur vazifalarni amalga oshirishda hamkorlikda o‘qitish texnologiyalari muhim didaktik imkoniyatlarga ega. Hamkorlikdagi o‘quv faoliyatida talabalar umumiy maqsad sari intilish bilan birga, individual vazifalarni bajaradi, o‘z fikrlarini asoslaydi, boshqalarning mulohazalarini tahlil qiladi va jamoaviy xulosalarni shakllantiradi. Johnson va Johnsonning ijtimoiy o‘zaro bog‘liqlik nazariyasiga asoslangan tadqiqotida hamkorlikda o‘qitishning samarali tashkil etilishi ijobiy o‘zaro bog‘liqlik, individual mas’uliyat va maqsadli o‘zaro ta’sir bilan bog‘liqligi asoslangan.

Loes va Pascarella tomonidan AQShning 19 ta oliy ta’lim muassasasidagi 1455 nafar birinchi bosqich talabasini qamrab olgan tadqiqotda hamkorlikdagi o‘quv faoliyati va tanqidiy fikrlash ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi munosabat o‘rganilgan. Mualliflar aniqlagan natijalar hamkorlikdagi faoliyat bilan tanqidiy fikrlashdagi o‘sish o‘rtasida ayrim guruhlar uchun ijobiy bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatgan, biroq bu natija barcha talabalar guruhlari uchun bir xil bo‘lmagan [2]. Ushbu holat hamkorlikda o‘qitishning samaradorligini uning nomi yoki tashkiliy shakli bilan emas, balki pedagogik tashkil etilishi va talabalarning faol ishtiroki bilan bog‘liq holda tahlil qilish zarurligini ko‘rsatadi.

Shu sababli hamkorlikda o‘qitish texnologiyalarini tanqidiy fikrlashni rivojlantirishga yo‘naltirish uchun mazmunli muammoli topshiriqlar, individual mas’uliyat, dalillarga asoslangan munozara, mezonli baholash va refleksiyani o‘zaro uyg‘unlashtiruvchi metodik yondashuv zarur.

Tadqiqotning maqsadi hamkorlikda o‘qitish texnologiyalari asosida talabalarning tanqidiy fikrlashini rivojlantirish metodikasini nazariy jihatdan asoslash va uning tarkibiy komponentlarini aniqlashdan iborat.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot metodologiyasi tanqidiy fikrlash, hamkorlikdagi ta’lim va kompetensiyaviy yondashuvga oid ilmiy-pedagogik qarashlarni tizimli tahlil qilishga asoslanadi. Metodik yondashuvni ishlab chiqishda tizimli, faoliyatga yo‘naltirilgan va shaxsga yo‘naltirilgan yondashuvlarning imkoniyatlari hisobga olinadi.

Tizimli yondashuv hamkorlikda o‘qitish jarayonini maqsad, mazmun, metod, o‘zaro ta’sir, baholash va refleksiya komponentlarining yaxlitligi nuqtayi nazaridan ko‘rib chiqish imkonini beradi. Faoliyatga yo‘naltirilgan yondashuv talabaning bilimlarni o‘zlashtirish bilan bir qatorda ularni tahlil qilish, muammolarni hal etish va mustaqil xulosalar ishlab chiqish faoliyatiga e’tibor qaratadi. Shaxsga yo‘naltirilgan yondashuv esa har bir talabaning individual ishtiroki, fikr bildirish imkoniyati va o‘z o‘quv faoliyatini anglashini ta’minlashni nazarda tutadi.

Tadqiqotning nazariy-metodik xarakteridan kelib chiqib, quyidagi usullardan foydalanildi:

- Ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish – tanqidiy fikrlash va hamkorlikda o‘qitishning nazariy asoslarini o‘rganish uchun.
- Qiyosiy tahlil – turli pedagogik yondashuvlarning umumiy va farqli xususiyatlarini aniqlash uchun.
- Tizimlashtirish va umumlashtirish – tanqidiy fikrlashni rivojlantirishga xizmat qiluvchi metodlarni guruhlash uchun.
- Metodik modellashtirish – ta’lim maqsadlari, metodik vositalar, o‘quv faoliyati va baholash mezonlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni ifodalash uchun.

Mazkur metodlar asosida hamkorlikdagi o‘quv faoliyatini tanqidiy fikrlash ko‘nikmalariga yo‘naltiruvchi metodik model ishlab chiqildi. Model nazariy tahlil natijalarini pedagogik amaliyotga tatbiq etish imkoniyatini ko‘rsatishga qaratilgan.

Ushbu tadqiqot doirasida empirik tajriba-sinov ishlari amalga oshirilgani haqida ma’lumot mavjud emas. Shu sababli maqoladagi natijalar nazariy tahlil, metodik umumlashtirish va model taklifi bilan chegaralanadi. Metodikaning amaliy samaradorligi alohida tajriba-sinov tadqiqoti orqali tekshirilishi lozim.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tanqidiy fikrlashning pedagogik mazmuni

Tanqidiy fikrlashni rivojlantirishga yo‘naltirilgan ta’lim talabaning axborot bilan ishlash jarayonini faol, ongli va asoslangan faoliyatga aylantirishni nazarda tutadi. Bunda talaba ma’lumotni qabul qilish bilan cheklanmay, uning manbasini, ishonchliligini, mantiqiy tuzilishini va muayyan xulosani asoslashdagi ahamiyatini tahlil qiladi.

Mazkur jihatlar bir-biri bilan uzviy bog‘liq. Masalan, talaba muammoli vaziyatga yechim taklif qilganda, avvalo muammoni tahlil qiladi, so‘ng tegishli dalillarni tanlaydi, muqobil yechimlarni taqqoslaydi va yakuniy xulosasini asoslaydi. Refleksiya esa uning tanlangan yechim qanchalik ishonchli ekanini qayta baholashiga imkon yaratadi.

Shu nuqtayi nazardan, tanqidiy fikrlashni rivojlantirishga qaratilgan topshiriqlar faqat to‘g‘ri javobni topishga emas, balki fikrlash jarayonining mantiqiyligi va dalillanganligini namoyon etishga yo‘naltirilishi lozim.

Hamkorlikda o‘qitishning tanqidiy fikrlashni rivojlantirish mexanizmlari

Hamkorlikda o‘qitishning asosiy pedagogik imkoniyati talabalar o‘rtasidagi mazmunli intellektual o‘zaro ta’sirni tashkil etish bilan belgilanadi. Guruhiy faoliyat davomida talabalar turli nuqtayi nazarlarni eshitadi, o‘z qarashlarini tushuntiradi va boshqa fikrlarning asoslanganligini baholaydi. Bunday jarayon muammoni bir yoqlama talqin qilishning oldini olishga va muqobil yechimlarni ko‘rib chiqishga yordam berishi mumkin.

Hamkorlikda o‘qitishning tanqidiy fikrlashni rivojlantirish mexanizmlari quyidagicha izohlanadi.

Birinchi mexanizm – kognitiv qarama-qarshilik. Guruh a’zolarining bir muammoga nisbatan turlicha yondashuvlari talabaning dastlabki qarashlarini qayta ko‘rib chiqishiga sabab bo‘lishi mumkin. Bunda qarama-qarshi fikrlar dalillar asosida tahlil qilinishi muhim.

Ikkinchi mexanizm – dalillash va izohlash. Talaba o‘z xulosasini boshqalarga tushuntirish jarayonida dalillarni tanlaydi, fikrlarini tartibga soladi va mantiqiy bog‘liqliklarni aniqlashtiradi.

Uchinchi mexanizm – o‘zaro fikr-mulohaza. Guruh a’zolarining savollari va e’tirozlari mavjud mulohazalarning kuchli hamda zaif tomonlarini aniqlashga yordam beradi.

To‘rtinchi mexanizm – individual va jamoaviy mas’uliyatning uyg‘unligi. Talabaning o‘z vazifasi uchun mas’ul bo‘lishi guruhdagi faol ishtirokni qo‘llab-quvvatlaydi. Bunda umumiy natijaga erishish har bir ishtirokchining mustaqil fikrlashini almashtirib yubormasligi kerak.

Beshinchi mexanizm – refleksiv tahlil. Mashg‘ulot yakunida talabalar qaysi dalillar ularning fikriga ta’sir qilganini, qanday xulosaga kelganini va dastlabki qarashlarida qanday o‘zgarish yuz berganini tahlil qiladi.

Johnson va Johnsonning nazariy yondashuvi hamkorlikdagi faoliyatni tashkil etishda ijobiy o‘zaro bog‘liqlik va individual mas’uliyatni alohida ahamiyatga ega deb ko‘rsatadi. Loes va Pascarella tadqiqotining natijalari esa hamkorlikdagi ta’lim bilan tanqidiy fikrlash o‘rtasidagi munosabatni muayyan sharoitlar va talabalar xususiyatlarini hisobga olgan holda baholash zarurligini ko‘rsatadi.

Demak, hamkorlikda o‘qitish tanqidiy fikrlashning avtomatik rivojlanishini ta’minlaydigan vosita emas. Uning natijadorligi topshiriqlarning mazmuni, o‘zaro ta’sir sifati, individual ishtirok va baholash mezonlariga bog‘liq.

XULOSA

Hamkorlikda o‘qitish texnologiyalari asosida talabalarning tanqidiy fikrlashini rivojlantirish o‘quv jarayonini muammoli topshiriqlar, mazmunli muloqot, dalillarga asoslangan munozara va refleksiv faoliyat bilan uyg‘unlashtirishni talab etadi. Nazariy tahlil hamkorlikdagi o‘quv faoliyati talabalarning turli nuqtayi nazarlarni qiyoslash, dalillarni tekshirish, o‘z fikrini asoslash va xulosalarini qayta ko‘rib chiqish imkoniyatlarini kengaytirishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Maqolada tanqidiy fikrlashni rivojlantirishga yo‘naltirilgan maqsadli, mazmuniy, jarayonli va baholash-refleksiv komponentlardan iborat metodik model taklif etildi. Modelning mazmuni o‘quv maqsadlari, muammoli topshiriqlar, hamkorlik metodlari va baholash mezimlarini o‘zaro uyg‘unlashtirishga asoslanadi. Uni amalga oshirishda kichik guruhlarda ishlash, akademik munozara, o‘zaro baholash va refleksiyadan tizimli foydalanish tavsiya etildi.

Metodik yondashuvning muhim shartlari sifatida individual mas’uliyatni ta’minlash, har bir talabaning faol ishtirokini qo‘llab-quvvatlash, dalillarga

asoslangan muloqotni tashkil etish va fikrlash jarayonini aniq mezonlar asosida baholash belgilandi. Mazkur shartlar hamkorlikdagi faoliyatni shunchaki guruhli topshiriq bajarishdan farqlab, uni maqsadli bilish faoliyatiga yo‘naltirishga xizmat qiladi.

Umuman olganda, hamkorlikda o‘qitish texnologiyalarini tanqidiy fikrlashni rivojlantirishga yo‘naltirilgan metodik tizim asosida qo‘llash oliy ta’limda mustaqil mulohaza yuritish, dalillarga asoslangan qaror qabul qilish va murakkab muammolarni tahlil qilish ko‘nikmalarini shakllantirish uchun istiqbolli pedagogik yo‘nalish hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Usarboyeva D. Talabalarning akademik mobilligini shakllantirish mexanizmlari //Таълим тизимида ижтимоий-гуманитар фанлар. – 2024. – Т. 1. – №. 1. – С. 74-77.
2. Ximmataliyev D. O., Usarboyeva D. U. Talabalarning akademik mobilligini shakllantirish mexanizmlarini rivojlantirish //МУҒАЛЛИМ ҲӘМ УЗЛИКСИЗ БИЛИМЛЕНДИРИЎ. – 2024. – Т. 1. – №. 1. – С. 154-158.
3. Usarboyeva D. Ta'lim jarayonini tashkil etishda innovatsion ta'lim metodlarining ahamiyati //Current Issues of Bio Economics and Digitalization in the Sustainable Development of Regions (Germany). – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 184-187.
4. Usarboeva D. DEVELOPMENT OF THE MECHANISM FOR FORMING ACADEMIC MOBILITY OF STUDENTS //Бюллетень педагогов нового Узбекистана. – 2024. – Т. 2. – №. 8. – С. 40-43.
5. Khimmataliev D., Abdurakhmanova D., Usarboeva D. Advanced foreign experiences in organizing student independent education //Science and innovation. – 2023. – Т. 2. – №. B10. – С. 272-277.
6. Musurmonov R. et al. Zamonaviy ta’lim metodlari–ta’lim samaradorligi kafolati //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2022. – Т. 2. – №. Special Issue 20. – С. 181-188.
7. Usarboyeva D. The importance of innovative educational methods in organizing the educational process //Current Issues of Bio Economics and Digitalization in the Sustainable Development of Regions (Germany). – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 184-187.

QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA VA IQLIM SAVODXONLIGINI FIZIKA DARSLARIGA INTEGRATSIYA QILISH METODIKASI

Nomozova Mohinur Lutfullo qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti magistranti

Hozirgi kunda qayta tiklanadigan va noan’anaviy energiya manbalaridan foydalanish sohasida ko‘plab texnologiyalar taklif etilganki, ularni bemalol amalga oshirish mumkin. Ammo, qayta tiklanadigan va noan’anaviy energiya manbalarining rad qilib bo‘lmaydigan ustunliklari bilan bir qatorda u yer yuzida

tarqoq ekanligi natijasida olinadigan quvvat uchun sarf-xarajat ham ortib boradi. Shu sababli, hozircha qayta tiklanadigan va noan’anaviy energiya manbalari an’anaviy energiya manbalaridan foydalanish bilan raqobatlasha olmaydi.

Oxirgi o‘n yilliklarda tabiatning keskin o‘zgarishi bu dolzarb muommolarga sabab bo‘lishi bilan bir qatorda, an'anaviy energiya manbalarining ham kamayib borishi hamda ekologik muammolarning keskinlashuvi bu zamonaviy ta'lim tizimi oldiga yangi vazifalarni qo‘ymoqda. Tabiiy fanlarni, asosan, fizika fanini o‘qitishda o‘quvchilarda ekologik madaniyat va energiya samaradorligi bo‘yicha amaliy ko‘nikmalarni shakllantirish muhim ahamiyat kasb etadi. Fizika fani energiya, saqlanish qonunlari, termodinamika va elektrodinamika kabi fundamental tushunchalarni faqat o‘rganib qolmasdan balki, uning nima uchun muhim vazifa ekanligini tushunish sababli qayta tiklanuvchi energiya manbalari (QTEM) hamda iqlim savodxonligini o‘quvchi ongiga singdirish eng qulay baza hisoblanadi.

Quyosh energiyasi hisobiga issiq suv olish uchun quyosh suv isitish qurilmalaridan foydalanilmoqda. Hozirgi kunda mamlakatimizda bir kunda o‘n ikki metr kub suvni quyosh nuri bilan isitadigan qurilmalar ishlab turubdi. Quyosh energiyasidan qishloq xo‘jaligida issiqxonalarni isitish, mevalarni quritish, qo‘ziqorin yetishtirish, uylar va pillaxonalarni isitish, beton va temir-beton buyumlarni quritish hamda bug‘lantirib ishlov berish, shungdek, kombinatsiyalashtirilgan barabanli quritkichda paxta va donador (bug‘doy, no‘xat, mosh va h.k.) qishloq xo‘jalik mahsulotlarini quritishda foydalanilmoqda. Quyosh energiyasidan foydalanib, uylarni qishda isitish va yoz oylarida aksincha, sovutish bo‘yicha Respublikamiz olimlari yangi loyihalarni ishlab chiqdilar. Bunday quyosh uylarning xarakterli tomonlari shundan iboratki, uylar qish oylarida, havo bir necha sutka davomida bulutli bo‘lib turganida ham, quyoshli kunlarda maxsus issiqlik akkumulyatorlarida to‘plangan energiya hisobida isitiladi, ayrim hollardagina isitish manbalaridan foydalaniladi.

Zamonaviy ta’lim tizimi shuningdek, umumiy o‘rta ta'lim maktablarining fizika darslarida qayta tiklanuvchi energiya va iqlim savodxonligini integratsiyalashning ilmiy-metodik asoslarini ishlab chiqish hamda uning o‘quvchilarning bilim va ko‘nikmalarini rivojlantirishdagi samaradorligini baholash.

Vazifalari:

Fizika fanining o‘quv dasturlariga ekologik va energetik elementlarni kiritishning pedagogik imkoniyatlarini tahlil qilish;

Mavzularni va fizika bo‘limlarini (mexanika, termodinamika, elektrodinamika) bilan bog‘lash metodikasini ishlab chiqish;

Taklif etilgan metodik yondashuvning samaradorligini tajriba-sinov jarayonida sinab ko‘rish.

Ushbu tadqiqotni o‘tkazish jarayonida tizimli-faoliyatli yondashuv, ilmiy-pedagogik kuzatish, anketa-so‘rovnomalar, pedagogik tajriba-sinov va matematik-statistik tahlil metodlaridan samarali foydalanishni yo‘lga qo‘yish

shart. Ushbu tajriba-sinov ishlari umumiy o‘rta ta'lim maktablarining 8–9-sinf o‘quvchilari ishtirokida tashkil etildi.

Metodikaning mazmunini takomillashtirish maqsadida quyidagi didaktik materiallar hamda modellar tatbiq etildi:

Quyosh batareyalari va shamol generatorlarining ishlash prinsiplarini o‘rganishga qaratilgan amaliy laboratoriya topshiriqlari;

Issiqxona effekti va issiqlik uzatish qonunlari (termodinamikaning asoslari) o‘rtasidagi bog‘liqlikni tushuntiruvchi fizik modellar;

O‘quvchilarning iqlim savodxonligi darajasini aniqlash uchun maxsus tuzilgan testlar va keys-stadi (case-study) topshiriqlari.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligini ta'minlash maqsadida nazorat va tajriba guruhlari shakllantirilib, ularning ko‘rsatkichlari statistik tahlil (Styudentning t-mezoni) asosida qayta ishlandi.

Tadqiqot natijalari fizika ta’limi jarayoniga qayta tiklanuvchi energiya va iqlim savodxonligini integratsiyalash o‘quvchilarning mazkur fanga bo‘lgan ijobiy motivatsiyasini sezilarli darajada kuchaytirishini tasdiqladi. Eksperimental guruhda o‘tkazilgan yakuniy baholash natijalari fizika qonuniyatlarini real hayotdagi ekologik muammolarni hal etishga tatbiq etish ko‘nikmalari an'anaviy usulda ta'lim olgan nazorat guruhiga nisbatan o‘rtacha 24,5% ga ortganini ko‘rsatdi.

Energiya tejash va uglerod izi tushunchalarini fizik qonuniyatlar (energiyaning saqlanish qonuni, radiatsion issiqlik almashinuvi) orqali ilmiy asoslab berish malakasi shakllandi;

QTEM qurilmalari (masalan, quyosh kollektorlari) ish faoliyatini fizika formulalari yordamida hisoblash ko‘nikmalari rivojlandi;

Global iqlim o‘zgarishlarining fizik sabablarini anglash darajasi sezilarli darajada yaxshilandi.

Xulosa qilib aytganda, fizika darslarida qayta tiklanuvchi energiya va iqlim savodxonligini o‘rgatish bugungi kun talablariga to‘la mos keladi. Bu o‘quvchilarning fanga bo‘lgan qiziqishini oshiribgina qolmay, olgan bilimlarini hayotda qo‘llash ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Taklif etilgan uslub ta’lim sifatini yaxshilaydi hamda o‘quvchilarda tabiatni asrash, ekologik mas’uliyat va zamonaviy energetika haqida to‘g‘ri tushuncha hosil qilishga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Muxitdinov M., Ergashev S.F., Isakulov J.I. Quyosh energiyasidan foydalanish. –Toshkent: DTM, 1999. – 107 b.
2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М. Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2010. – 232 с.
3. Umarov G‘., Usmonov M. Quyosh energiyasidan xalq xo‘jaligida foydalanish. –T.: Fan, 1984. – 40 b.
4. Xayriddinov B., Sodiqov T., Nuriddinov B. O‘rta maktabda geliotexnika elementlari. –T.: Fan, 1995. – 192 b.

5. Shodimetov K. Muqobil energiya turlari – hayotga! – T.: SHARQ NMAK, 2011. – 88 b .

FIZIKA LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARIDA REAL VA VIRTUAL TAJRIBALARNI INTEGRATSIYALASH ORQALI O‘QUVCHILARNING EKSPERIMENTAL KOMPETENSIYALARINI SHAKLLANTIRISH

Nurboboyeva Ruxshona Norqo‘zi qizi[1]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika va astronomiya ta’lim yo‘nalishi 4-kurs talabasi.

Annotatsiya. Mazkur tezisda fizika laboratoriya mashg‘ulotlarida real va virtual tajribalarni integratsiyalashning o‘quvchilarning eksperimental kompetensiyalarini shakllantirishdagi pedagogik imkoniyatlari yoritilgan. Real va virtual tajribalarning uzviy integratsiyasi laboratoriya mashg‘ulotlarining samaradorligini oshirish hamda o‘quvchilarning amaliy va tadqiqotchilik faoliyatini faollashtirish vositasi sifatida asoslangan.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, laboratoriya mashg‘uloti, real tajriba, virtual tajriba, virtual laboratoriya, eksperimental kompetensiya, raqamli texnologiyalar, modellashtirish, tajriba, o‘lchash.

Kirish

Zamonaviy fizika ta’limida o‘quvchilarning nafaqat nazariy bilimlarini, balki amaliy va eksperimental faoliyatga tayyorgarligini shakllantirish muhim vazifalardan biridir. Fizik hodisa va qonuniyatlarni chuqur anglashda laboratoriya mashg‘ulotlari alohida ahamiyat kasb etadi. An’anaviy real tajribalar o‘quvchilarga fizik asboblar bilan bevosita ishlash, o‘lchashlarni amalga oshirish va tajriba natijalarini tahlil qilish imkonini bersa, virtual tajribalar fizik jarayonlarni xavfsiz, tezkor va interaktiv tarzda modellashtirish imkoniyatini yaratadi.

Shu nuqtayi nazardan, real va virtual tajribalarni bir-birini to‘ldiruvchi vositalar sifatida integratsiyalash fizika laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Eksperimental kompetensiya o‘quvchining fizik tajribani mustaqil rejalashtirish, tajriba uchun zarur jihozlarni tanlash, o‘lchashlarni amalga oshirish, natijalarni qayd etish, qayta ishlash va olingan natijalarni nazariy bilimlar asosida izohlash qobiliyatlarini o‘z ichiga oladi. Mazkur kompetensiyani shakllantirishda faqat nazariy tushuntirish yoki faqat real tajribalardan foydalanish bilan cheklanib qolmasdan, turli tajriba shakllarini uyg‘unlashtirish maqsadga muvofiq.

Real tajribalar jarayonida o‘quvchilar laboratoriya jihozlari, o‘lchov asboblari va tajriba qurilmalari bilan bevosita ishlaydi. Masalan, mexanika, elektr, optika va molekulyar fizika bo‘limlariga oid tajribalarda o‘quvchilar fizik

kattaliklarni o‘lchash, tajriba xatoliklarini aniqlash, jadval va grafiklar tuzish hamda natijalarni taqqoslash ko‘nikmalarini egallaydilar.

Virtual tajribalar esa real laboratoriyada bajarilishi murakkab yoki ko‘p vaqt talab qiladigan tajribalarni raqamli muhitda modellashtirish imkonini beradi. Virtual laboratoriyalar yordamida o‘quvchi tajriba parametrlarini mustaqil o‘zgartirishi, turli sharoitlarda fizik jarayonning kechishini kuzatishi va natijalarni tezkor tahlil qilishi mumkin. Ayniqsa, xavfli, qimmat yoki maxsus jihozlarni talab qiladigan tajribalarni o‘rganishda virtual muhitning imkoniyatlari katta.

Real va virtual tajribalarni integratsiyalash quyidagi ketma-ketlikda tashkil etilishi mumkin: *nazariy tayyorgarlik → virtual modellashtirish → real tajriba → natijalarni taqqoslash → tahlil va xulosa.*

Bunday yondashuvda avvalo o‘quvchilarga tajribaning nazariy asoslari tushuntiriladi. Keyin virtual muhitda tajriba modeli bilan ishlash orqali fizik kattaliklar o‘rtasidagi bog‘lanishlar aniqlanadi. Shundan so‘ng tajriba real laboratoriya sharoitida bajariladi. Yakuniy bosqichda virtual va real tajribalar natijalari taqqoslanib, yuzaga kelgan farqlar sabablari, o‘lchash xatoliklari va fizik qonuniyatlarning namoyon bo‘lish xususiyatlari tahlil qilinadi.

Mazkur metod o‘quvchilarda bir nechta muhim eksperimental ko‘nikmalarni rivojlantirishga xizmat qiladi. Jumladan, *tajribani rejalashtirish, laboratoriya jihozlaridan foydalanish, o‘lchash, ma’lumotlarni qayta ishlash, grafik va jadvallar tuzish, tajriba natijalarini tahlil qilish, xulosa chiqarish hamda muammoli vaziyatlarda mustaqil qaror qabul qilish* ko‘nikmalari shakllanadi.

Real va virtual tajribalarni integratsiyalashning yana bir muhim jihati o‘quvchilarning tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirishidir. O‘quvchi virtual tajribada dastlabki gipotezani ilgari surishi, parametrlarni o‘zgartirib natijalarni oldindan taxmin qilishi, keyinchalik real tajriba orqali o‘z farazini tekshirishi mumkin. Bu jarayon ilmiy-tadqiqot faoliyatining asosiy elementlarini ta’lim jarayoniga olib kiradi.

Shuningdek, bunday integratsiyalashgan laboratoriya mashg‘ulotlari individual va differensial ta’limni tashkil etish uchun ham qulay sharoit yaratadi. O‘quvchilar virtual tajribani mustaqil ravishda bir necha marta takrorlashlari, o‘zlashtirish darajasiga mos topshiriqlarni bajarishlari va real laboratoriya ishiga oldindan tayyorgarlik ko‘rishlari mumkin.

Xulosa

Fizika laboratoriya mashg‘ulotlarida real va virtual tajribalarni integratsiyalash o‘quvchilarning eksperimental kompetensiyalarini shakllantirishning samarali metodik vositalaridan biridir. Real tajribalar o‘quvchilarda fizik asbob-uskunalar bilan ishlash va amaliy o‘lchash ko‘nikmalarini rivojlantirsa, virtual tajribalar modellashtirish, tajriba parametrlarini boshqarish va fizik jarayonlarni vizual tahlil qilish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Real va virtual tajribalarning yagona metodik tizim asosida tashkil etilishi o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog‘lash, eksperimental fikrlashini rivojlantirish, tadqiqotchilik faoliyatiga jalb etish hamda fizik hodisalarni chuqurroq anglashiga xizmat qiladi. Shu sababli zamonaviy fizika ta’limida laboratoriya mashg‘ulotlarini raqamli texnologiyalar bilan uyg‘unlashtirish ta’lim sifatini oshirishning muhim yo‘nalishlaridan biri sifatida qaralishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Gomulina N.N. Astronomiya. Virtual laboratory works and computer simulations. Moscow: Prosveshchenie, 2018.
2. Mayer R.E. Multimedia Learning. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.
3. Tillaboyev A.M. Raqamli ta’lim muhitida astronomiya ta’limining transformatsiyasi: global tendensiyalar va nazariy paradigmalar. // Fizika, matematika va informatika jurnali. 2026. №2. B. 191–201.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Парманов Джамшид Тагаймуродович
преподаватель кафедры социальных и естественных наук
Самаркандского государственного технического университета

Аннотация. В статье рассматриваются практические возможности использования современных педагогических технологий на уроках физики. Основное внимание уделено тому, как сделать изучение физических законов понятным и связанным с жизненным опытом учащихся. Показана роль эксперимента, проблемных вопросов, групповой работы, цифровых моделей и виртуальных лабораторий. Отмечается, что современный урок физики должен не только давать знания, но и развивать умение наблюдать, сравнивать, объяснять явления и самостоятельно делать выводы.

Ключевые слова: физика, методика преподавания, педагогические технологии, физический эксперимент, проблемное обучение, цифровые технологии, виртуальная лаборатория, познавательная активность.

Физика занимает особое место среди естественных наук, потому что помогает человеку понять закономерности окружающего мира. Практически каждый день мы сталкиваемся с явлениями, которые можно объяснить с точки зрения физики: движение транспорта, нагревание и охлаждение тел, работа электрических приборов, распространение света и звука. Поэтому урок физики имеет хорошие возможности для того, чтобы соединить теоретические знания с реальной жизнью. Однако это возможно только тогда, когда ученик не просто запоминает определения и формулы, а понимает их смысл.

На практике одной из основных трудностей при изучении физики остаётся восприятие предмета как сложного набора формул. Если новый материал строится только на объяснении учителя и записи готовых выражений, часть учащихся быстро теряет интерес. Поэтому современная методика требует организовать урок так, чтобы ученик сам наблюдал, задавал вопросы, проверял предположения и участвовал в обсуждении результатов. В этом случае физический закон воспринимается не как готовое правило, а как объяснение конкретного явления.

Хороший результат даёт проблемное обучение. Учитель начинает тему с вопроса, ответ на который не всегда очевиден. Например, перед изучением инерции можно спросить: почему пассажир автобуса при резком торможении наклоняется вперёд, а при начале движения – назад? Учащиеся сначала предлагают собственные объяснения. После обсуждения учитель вводит понятие инерции и показывает связь наблюдаемого явления с первым законом Ньютона. Такой приём помогает сохранить естественную логику познания: сначала возникает вопрос, затем появляется необходимость в новом знании.

При изучении второго закона Ньютона важно также не ограничиваться записью формулы. Учащимся полезно предложить мысленный или реальный опыт с двумя тележками разной массы. Если к ним приложить одинаковую силу, более лёгкая тележка получает большее ускорение. После этого математическая запись закона становится понятнее:

$$F = ma$$

где F – сила, действующая на тело, m – масса тела, a – ускорение. В данном случае формула уже опирается на наблюдение и потому лучше запоминается. Такой подход можно использовать и при изучении других тем: сначала рассмотреть явление, затем установить зависимость между величинами и только после этого перейти к математической записи.

Особое место в физике занимает эксперимент. Даже самый простой опыт способен сделать урок значительно понятнее. Например, при изучении закона Гука учащимся можно предложить пружину и несколько грузов. Изменяя нагрузку и измеряя удлинение пружины, они самостоятельно замечают, что в пределах упругой деформации увеличение силы приводит к увеличению деформации. Полученная зависимость выражается формулой:

$$F = kx$$

где k – коэффициент жёсткости пружины, x – величина деформации. Ценность такого опыта заключается не только в подтверждении закона. Учащиеся учатся пользоваться измерительными приборами, записывать данные, сравнивать результаты и формулировать вывод. Именно эти действия постепенно формируют элементы исследовательской культуры.

Не менее полезны лабораторные работы по электричеству. При изучении закона Ома учащиеся собирают простую электрическую цепь, измеряют силу тока амперметром и напряжение вольтметром. После

нескольких измерений они видят, как связаны между собой сила тока, напряжение и сопротивление. Для участка цепи эта связь записывается следующим образом:

$$I = U / R$$

Такой вид работы позволяет показать, что формула в физике является краткой записью экспериментально установленной закономерности. Это особенно важно для школьников и студентов младших курсов, которые только начинают осваивать физический язык.

Современный урок невозможно представить и без цифровых средств. Презентации, анимации, учебные видеоматериалы и компьютерные модели помогают показать те процессы, которые трудно наблюдать непосредственно. Например, движение молекул, распространение электромагнитной волны или процессы внутри атома невозможно продемонстрировать обычными приборами в аудитории. В таких случаях цифровая модель становится полезным дополнением к объяснению учителя.

Особый интерес представляют виртуальные лаборатории. Их преимущество заключается в том, что учащийся может самостоятельно изменять параметры и сразу видеть результат. Например, при изучении математического маятника можно изменять длину нити и наблюдать, как меняется период колебаний. Для малых колебаний период определяется выражением:

$$T = 2\pi\sqrt{(l / g)}$$

где T – период колебаний, l – длина маятника, g – ускорение свободного падения. Если ученик сам меняет длину маятника и сравнивает полученные значения, смысл зависимости становится гораздо яснее. Вместе с тем виртуальная лаборатория не должна полностью заменять настоящий эксперимент. Работа с реальными приборами формирует практические навыки, учит учитывать погрешности измерений и соблюдать правила безопасности.

Важным условием успешного обучения является связь темы урока с повседневной жизнью. При изучении силы трения можно обсудить, почему зимняя обувь имеет рельефную подошву, зачем на автомобильных шинах делают протектор и почему на льду легко поскользнуться. При изучении давления полезно объяснить, почему острый нож режет лучше тупого, а лыжи и гусеницы тяжёлой техники имеют большую площадь опоры. Такие примеры не требуют сложного оборудования, но хорошо показывают практический смысл физических понятий.

При изучении энергии также желательно обращаться к знакомым устройствам. В электрической лампе электрическая энергия частично превращается в световую и тепловую, в электродвигателе – в механическую, а в солнечной панели энергия излучения преобразуется в электрическую. Если учащийся видит подобные примеры, закон сохранения энергии

перестаёт быть абстрактным утверждением и становится понятным описанием реальных процессов.

Для повышения активности учащихся эффективна работа в небольших группах. Например, каждой группе можно предложить отдельную задачу или небольшой опыт, после чего участники представляют результаты классу. Важно, чтобы учащиеся не просто называли ответ, а объясняли ход рассуждений. В такой работе развиваются умение слушать друг друга, аргументировать свою точку зрения и совместно искать решение.

Полезной формой работы является и небольшой учебный проект. Темы могут быть простыми и близкими к жизни: «Как уменьшить расход электроэнергии дома», «Простой электромагнит», «Определение плотности бытовых материалов», «Использование солнечной энергии». Выполняя проект, учащийся ищет информацию, проводит измерения или наблюдения, анализирует результат и готовит краткое сообщение. Таким образом теория связывается с самостоятельной практической деятельностью.

Современные технологии меняют и роль преподавателя. Он остаётся источником научно достоверной информации, но одновременно становится организатором познавательной деятельности. Его задача – создать условия, при которых учащийся не боится ошибиться, задаёт вопросы и пытается самостоятельно найти объяснение. При этом использование новых методов не должно становиться самоцелью. Каждый приём должен помогать решать конкретную учебную задачу.

Например, проблемный вопрос лучше использовать в начале новой темы, когда необходимо вызвать интерес. Эксперимент особенно эффективен при изучении зависимости между физическими величинами. Групповая работа удобна при закреплении материала и обсуждении нескольких способов решения. Цифровая модель оправдана тогда, когда реальный процесс сложно наблюдать или он развивается слишком быстро, слишком медленно либо недоступен непосредственному наблюдению.

Изменения необходимы и в оценивании результатов обучения. Знание формулы само по себе ещё не показывает понимания физики. Важно проверить, может ли учащийся объяснить явление своими словами, выбрать нужный закон для новой ситуации, интерпретировать график или результат опыта. В таком случае оценивание становится не только контролем памяти, но и проверкой реального понимания.

Таким образом, эффективное преподавание физики строится на разумном сочетании традиционного объяснения, эксперимента, проблемных заданий, цифровых средств и самостоятельной деятельности учащихся. Современные педагогические технологии особенно ценны тогда, когда помогают увидеть за формулой реальное физическое явление и сделать ученика активным участником учебного процесса.

Главная цель урока физики состоит не в том, чтобы учащийся запомнил как можно больше формул, а в том, чтобы он научился наблюдать, сравнивать, задавать вопросы, находить закономерности и применять знания в новых ситуациях. Именно такой подход способствует формированию научного мировоззрения, самостоятельного мышления и устойчивого интереса к физике.

Список использованной литературы:

1. Каменецкий С.Е., Орехов В.П. Методика решения задач по физике в средней школе. – М.: Просвещение, 1987. – 336 с.

2. Rahmayani F., Kuswanto H., Rahmat A.D. Development of E-book integrated augmented reality based on STEM approaches to improve critical thinking and multiple representation skills in learning physics // International Journal of Information and Education Technology. – 2024. – Vol. 14, № 4. – P. 632–641.

3. Толипов У., Усмонбоева М. Прикладные основы педагогических технологий. – Ташкент: Fan, 2006.

4. Саидахмедов Н.С. Новые педагогические технологии. – Ташкент: Moliya, 2003.

5. Закон Республики Узбекистан «Об образовании». – Ташкент, 2020.

MEXANIKA BO‘LIMIGA OID MASALALARNI YECHISHDA KOMPETENSIYAVIY YONDASHUVDAN FOYDALANISH METODIKASI.

Jo‘rayeva Shamsqamar Botirxo‘ja qizi

Chirchiq Davlat Pedagogika Universiteti “Aniq fanlar” fakulteti Fizika va astronomiya yo‘nalishi 23/1 guruh talabasi

Annotatsiya. Mexanika bo‘limiga oid masalalarni yechishda kompetensiyaviy yondashuvdan foydalanish, o‘quvchilarning fizik bilimlarini amaliyotda qo‘llash, mantiqiy fikrlash va muammoli vaziyatlarni tahlil qilish ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Masalalarni real hayotiy vaziyatlar bilan bog‘lash orqali o‘quvchilarning mustaqil fikrlashi, fizik qonunlarni to‘g‘ri qo‘llashi va xulosa chiqarish qobiliyatlarini shakllantirish imkoniyatlari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: mexanika, fizika ta’limi, kompetensiyaviy yondashuv, masala yechish, amaliy kompetensiya, fizik masalalar, mantiqiy fikrlash, muammoli ta’lim, metodika.

Kirish

Hozirgi kunda fan va texnika jadal rivojlanayotgan bir davrda ta’lim tizimi oldida yosh avlodni zamonaviy bilim va ko‘nikmalar bilan qurollantirish, ularni mustaqil fikrlaydigan, o‘z bilimlarini amaliy faoliyatda qo‘llay oladigan shaxs sifatida tarbiyalash muhim vazifalardan biri bo‘lib qolmoqda. Zamonaviy ta’lim jarayonida o‘quvchiga faqat tayyor bilimlarni berish emas, balki uning olgan bilimlarini turli hayotiy vaziyatlarda qo‘llay olish qobiliyatini shakllantirishga

alohida e’tibor qaratilmoqda. Fizika fani o‘quvchilarda tabiat hodisalarini ilmiy asosda tushunish, kuzatish, tahlil qilish va ular orasidagi sabab-oqibat bog‘lanishlarini aniqlash imkonini beradi. Fizika fanining muhim bo‘limlaridan biri bo‘lgan mexanika jismlarning mexanik harakati, ularning o‘zaro ta’siri va muvozanatini o‘rganadi. Mexanika bo‘limida tezlik, tezlanish, kuch, massa, impuls, ish, energiya, quvvat kabi ko‘plab fizik kattaliklar o‘rganiladi.Mazkur tushunchalarni o‘zlashtirishda masala yechish alohida ahamiyatga ega. Chunki fizik masalani yechish jarayonida o‘quvchi nazariy bilimlarini amaliy vaziyatga tatbiq etadi, berilgan kattaliklarni aniqlaydi, ular orasidagi bog‘lanishni topadi, tegishli fizik qonunni tanlaydi va matematik hisoblashlar orqali masalaning yechimini aniqlaydi.

An’anaviy yondashuvda masala yechishda ko‘pincha formulani tanlash va unga son qiymatlarini qo‘yish bilan cheklaniladi. Kompetensiyaviy yondashuv esa o‘quvchidan masala mazmunini chuqur anglash, fizik hodisani modellashtirish, muammoni mustaqil hal qilish va olingan natijani izohlashni talab qiladi.

Kompetensiyaviy yondashuvning asosiy maqsadi o‘quvchining egallagan bilim, ko‘nikma va malakalarini amaliy faoliyatda qo‘llay olish qobiliyatini shakllantirishdan iborat. Fizika fanini o‘qitishda ushbu yondashuvdan foydalanish o‘quvchilarning predmetga oid bilimlari bilan bir qatorda mantiqiy, matematik, kommunikativ va amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirish imkonini beradi.

Mexanika masalalarini yechishda o‘quvchi dastlab masala shartini tahlil qilishi, unda qanday fizik jarayon sodir bo‘layotganini aniqlashi kerak. Keyinchalik masalada berilgan va topilishi lozim bo‘lgan fizik kattaliklarni ajratib oladi. Zarur hollarda masalaga mos chizma yoki grafik tuzadi. Shundan so‘ng tegishli fizik qonun va formulalarni tanlab, matematik hisoblashlarni amalga oshiradi.

Masala yechishning bunday ketma-ketligi o‘quvchini tayyor formuladan mexanik foydalanishga emas, balki “nima uchun aynan shu formuladan foydalanish kerak?” degan savolga javob topishga undaydi.

Mexanika bo‘limidagi masalalarni quyidagi asosiy yo‘nalishlarga ajratish mumkin:

1. Kinematikaga oid masalalar;
2. Dinamika masalalari;
3. Statikaga oid masalalar;
4. Ish va quvvatga oid masalalar;
5. Kinetik va potensial energiyaga oid masalalar;
6. Impuls va impulsning saqlanish qonuniga oid masalalar;
7. Gravitatsiya va erkin tushishga oid masalalar.

Ushbu masalalar har biri o‘quvchilarning ma’lum kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Masalan, kinematikaga oid masalalarda o‘quvchi yo‘l, vaqt, tezlik va tezlanish o‘rtasidagi bog‘lanishlarni aniqlaydi. Bunday masalalarni avtomobil,

poyezd, samolyot, velosiped yoki piyodaning harakati bilan bog‘lash mumkin. Natijada o‘quvchi o‘rgangan fizik qonuniyatining kundalik hayotdagi qo‘llanilishini ko‘radi.

Dinamika masalalarini yechishda esa jismlarning harakatiga ta’sir etuvchi kuchlarni aniqlash muhim hisoblanadi. O‘quvchi Nyuton qonunlaridan foydalanish bilan birga kuchlarning yo‘nalishini tasavvur qiladi, chizma tuzadi va jismning harakat holatini tahlil qiladi.

Ish, energiya va quvvatga oid masalalar ham kompetensiyaviy yondashuv uchun keng imkoniyat yaratadi. Masalan, yukni ma’lum balandlikka ko‘tarishda bajarilgan ishni, avtomobil dvigatelining quvvatini yoki sportchining mexanik ishini hisoblash orqali fizik bilimlarni hayotiy jarayonlar bilan bog‘lash mumkin.

Masalalarni kompetensiyaviy asosda yechishda quyidagi bosqichlarga amal qilish maqsadga muvofiq:

Birinchi bosqich – masala mazmunini anglash. O‘quvchi masala shartini o‘qib, unda qanday jarayon tasvirlanganini aniqlaydi.

Ikkinchi bosqich – fizik kattaliklarni aniqlash. Berilgan va noma’lum kattaliklar yoziladi, ularning o‘lchov birliklari aniqlanadi.

Uchinchi bosqich – fizik model yaratish. Masalaga mos chizma, grafik yoki sxema tuziladi.

To‘rtinchi bosqich – fizik qonunni tanlash. Masalaning mazmuniga mos qonun va formulalar aniqlanadi.

Beshinchi bosqich – matematik hisoblash. Tanlangan formula asosida noma’lum kattalik topiladi.

Oltinchi bosqich – natijani tahlil qilish. Olingan javobning o‘lchov birligi va fizik mazmuni tekshiriladi.

Yettinchi bosqich – amaliy xulosa chiqarish. Olingan natija real hayotdagi jarayon bilan bog‘lanadi.

Masalan, quyidagi masalani olaylik:

Masala. Avtomobil 20 m/s tezlik bilan 10 sekund davomida tekis harakat qildi. Avtomobil qancha masofa bosib o‘tgan?

Berilgan:v=20 m/s, t=10s

Topish kerak: S-?

Tekis harakatda: S=vt

Demak,S=20*10=200 m

Javob: 200 m.

Kompetensiyaviy yondashuvda masalani shu bilan yakunlamasdan, o‘quvchiga qo‘shimcha savollar berish mumkin: avtomobil tezligi ikki marta oshirilsa, bosib o‘tilgan yo‘l qanday o‘zgaradi? Ushbu harakatni grafikda qanday ifodalash mumkin? Avtomobilning bunday harakatiga kundalik hayotdan qanday misollar keltirish mumkin?Bunday topshiriqlar o‘quvchini formuladan foydalanishdan tashqari, fizik jarayonni tahlil qilish va mustaqil xulosa chiqarishga o‘rgatadi.Kompetensiyaviy yondashuvda masalalarni faqat darslikdagi tayyor shaklda berish bilan cheklanib qolmasdan, real hayotiy

vaziyatlarga asoslangan topshiriqlardan foydalanish muhimdir. Masalan, avtomobilning yo‘l harakati, velosipedchining harakati, liftning yuqoriga ko‘tarilishi, sportchining yugurishi yoki sakrashi, yuk ko‘tarish mexanizmlarining ishlashi kabi jarayonlar mexanika qonunlarini tushuntirish uchun samarali vosita bo‘la oladi.Bundan tashqari, masalalarni individual, juftlik va guruh shaklida yechish ham o‘quvchilarning faolligini oshiradi. Guruhli ishlarda o‘quvchilar masalaning yechimini birgalikda muhokama qiladi, turli yechimlarni taqqoslaydi va o‘z fikrlarini asoslashga harakat qiladi. Mexanika masalalarini yechishda grafik va jadvallardan foydalanish ham katta ahamiyatga ega. Masalan, jismning tezligi va vaqt orasidagi bog‘lanishni grafik orqali ifodalash o‘quvchining fizik jarayonni vizual tasavvur qilishiga yordam beradi. Bu esa matematik va fizik bilimlarning o‘zaro bog‘lanishini ta’minlaydi.Kompetensiyaviy yondashuv asosida baholashda faqat yakuniy javob emas, balki masalani yechish jarayoni ham hisobga olinadi. O‘quvchining masala shartini tushunishi, fizik qonunni to‘g‘ri tanlashi, chizma tuzishi, hisoblashlarni to‘g‘ri bajarishi va olingan natijani izohlashi baholanishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Begmatova D.A., Qurbonov M., Sodiqova Sh.M., Abdullayev N.Q., Suvonova O.D. Fizika o‘qitish metodikasi. – Toshkent: Innovatsiya-Ziyo, 2021. – 300 b.
2. Zoxidova M.A., Abdullayev R.M., Begmatova D.A., G‘iyasova Z.R. Fizikadan masalalar yechish usullari: masalalar to‘plami. – Toshkent: Innovatsiya-Ziyo, 2021. – 160 b.
3. Jo‘rayev M. Fizika o‘qitish metodikasi (umumiy masalalar). – Toshkent: Nizomiy nomidagi TDPU Rizografida nashr etilgan, 2013.
4. Kurbanov M., Kurbanov Kh. Texnik-muhandislik oliy ta’lim muassasalarida fizika faniga oid kompetensiyalarni rivojlantirish metodikasi. // Educational Research in Universal Sciences. – 2023.
5. Sultonova O‘.N. Kompetensiyaviy yondashuv asosida oliy ta’lim muassasalarida fizika o‘qitishni takomillashtirish metodikasi. – Toshkent, 2022.
6. Xakimova G. Mexanika bo‘limini o‘qitishda real hayotiy masalalardan foydalanish metodikasi. // NRJ. – 2026.
7. Aliboyev A.G‘. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika ta’limini kontekstli yondashuv asosida o‘qitish metodikasini takomillashtirish. // Ta’lim va taraqqiyot ilmiy-uslubiy jurnali. – 2026.
8. Barotov M.U. Fizika o‘qitish samaradorligini oshirishda kompetensiyaviy yondashuvning ahamiyati. // Science Time. – 2026.
9. Sattorov B.Z. Methodology for Developing School Students' Experimental Preparation in Physics Based on a Competency Approach. // Oriental Journal of Education. – 2025.
10. Kurbanov M., Sodiqova Sh.M. Fizikani o‘qitish metodikasi. – Toshkent, 2023.

ELEKTROMAGNIT HODISALARNI O‘QITISHDA 3D MODELLASHTIRISH VA VIZUAL MUHANDISLIK YONDASHUVLARIDAN FOYDALANISH METODIKASI

Turaqulova Shaxlo Uchqun qizi
Shahrisabz davlat pedagogika instituti o‘qituvchisi
Email: shaxloturaqulova02112022@gmail.com
Tel: +998979391408; ORCID: 0009-0004-7402-8863

Annotatsiya. Maqolada elektromagnit hodisalarni o‘qitishda 3D modellashtirish va vizual muhandislik yondashuvlaridan foydalanish metodikasining ilmiy-metodik asoslari tahlil qilingan. Elektromagnit induksiya, magnit maydon, elektromagnit to‘lqinlar va elektr zanjirlarini uch o‘lchamli modellar, virtual laboratoriyalar hamda animatsion simulyatsiyalar yordamida o‘qitish imkoniyatlari yoritilgan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, bunday darslar o‘quvchilarning qiziqishini oshiradi, murakkab hodisalarni tushunishni yengillashtiradi hamda ilmiy tafakkur, kreativlik va texnik kompetensiyalarni rivojlantiradi.

Kalit so‘zlar: *elektromagnit hodisalar, 3D modellashtirish, vizual muhandislik, fizika ta'limi, elektromagnit induksiya, virtual laboratoriya, simulyatsiya, texnik kompetensiya.*

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ПОДХОДОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ЯВЛЕНИЯМ

Аннотация. В статье анализируются научно-методические основы использования 3D-моделирования и визуальных инженерных подходов при обучении электромагнитным явлениям. Раскрыты возможности преподавания электромагнитной индукции, магнитного поля, электромагнитных волн и электрических цепей с помощью трёхмерных моделей, виртуальных лабораторий и анимационных симуляций. Показано, что такие уроки повышают интерес учащихся, облегчают понимание сложных процессов и развивают научное мышление, креативность и технические компетенции.

Ключевые слова: *электромагнитные явления, 3D-моделирование, визуальная инженерия, физическое образование, виртуальная лаборатория, симуляция.*

METHODOLOGY OF USING 3D MODELING AND VISUAL ENGINEERING APPROACHES IN TEACHING ELECTROMAGNETIC PHENOMENA

Abstract. The article analyzes the scientific and methodological foundations of using 3D modeling and visual engineering approaches in teaching electromagnetic phenomena. It highlights the possibilities of teaching electromagnetic induction, magnetic fields, electromagnetic waves, and electric circuits with three-dimensional models, virtual laboratories, and animated simulations. The findings show that such lessons increase students' interest,

facilitate understanding of complex processes, and develop scientific thinking, creativity, and technical competencies.

Keywords: *electromagnetic phenomena, 3D modeling, visual engineering, physics education, virtual laboratory, simulation, technical competence.*

KIRISH. Zamonaviy fizika ta'limida innovatsion texnologiyalar va vizual muhandislik vositalaridan foydalanish muhim pedagogik ahamiyat kasb etmoqda. Elektromagnit induksiya, magnit maydon, elektromagnit to‘lqinlar va elektr zanjirlari kabi abstrakt tushunchalarni faqat nazariy tushuntirish o‘quvchilarda yetarli tasavvur hosil qilmaydi, shu sababli an'anaviy metodlar bilan bir qatorda raqamli texnologiyalarga asoslangan yondashuvlarga ehtiyoj ortmoqda.

3D modellashtirish hodisalarni uch o‘lchamli muhitda tasvirlash, maydon chiziqlari harakati va to‘lqinlar tarqalishini kuzatish, tajribani takrorlash hamda parametrlarni o‘zgartirish imkonini beradi. Bu nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan integratsiyalaydi va tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Zamonaviy pedagogik konsepsiyalarga ko‘ra, o‘quvchi tayyor bilimlarni o‘zlashtiruvchi emas, balki mustaqil izlanib, yangi bilimlarni hosil qiluvchi shaxs sifatida shakllanishi lozim; 3D modellashtirish va vizual muhandislikka asoslangan darslar aynan shunga xizmat qiladi. G‘ofurov darsligida vizual texnologiyalar va modellashtirish ilmiy tafakkurni rivojlantirishning muhim vositasi sifatida qayd etilgan [1]; Nishonaliyev ham modellashtirishga asoslangan ta'limni kreativ tafakkur va texnik kompetensiyalarni shakllantiruvchi samarali vosita deb baholaydi [2].

Vizual muhandislik yondashuvi esa hodisalarni generator, transformator kabi texnologik modellar orqali tushuntirishga asoslanadi va fizik qonuniyatlarning real tizimlardagi qo‘llanilishini anglashga yordam beradi. U STEAM tamoyillariga mos holda fan, texnologiya, muhandislik va matematikani integratsiyalab, o‘quvchilarda texnik tafakkur, jamoaviy ishlash va innovatsion g‘oyalar ishlab chiqish ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Jumaeva ham innovatsion va vizual texnologiyalarga asoslangan mashg‘ulotlarni ilmiy dunyoqarash va amaliy faoliyatni rivojlantiruvchi samarali metod deb e'tirof etgan [3].

Maqsad – elektromagnit hodisalarni o‘qitishda 3D modellashtirish va vizual muhandislik yondashuvlaridan foydalanish metodikasining ilmiy-metodik asoslarini tahlil qilish hamda virtual laboratoriyalar, interaktiv modellar va 3D texnologiyalarning ta'lim samaradorligiga ta'sirini aniqlashdan iborat.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, 3D modellashtirish asosida tashkil etilgan mashg‘ulotlar o‘quvchilarning ilmiy tafakkuri, texnik kompetensiyalari va kreativ fikrlashini rivojlantirishda samarali vosita hisoblanadi. Sayidahmedov modellashtirish va vizual texnologiyalarni o‘quvchilarning bilish faoliyati hamda mustaqil fikrlashini rivojlantiruvchi metod sifatida baholagan [4]. To‘laganov interaktiv va vizual texnologiyalar kreativ va texnik tafakkurni rivojlantirishini ko‘rsatib o‘tgan [5]. Rashidov esa vizual muhandislik va innovatsion texnologiyalarni ilmiy

dunyoqarash hamda texnik kompetensiyalar shakllanishida muhim vosita sifatida e'tirof etgan [6].

Elektromagnit maydonning hosil boʻlishi, induksion tokning yuzaga kelishi va toʻlqinlarning tarqalishini 3D modellar orqali tushuntirish oʻquvchilarga abstrakt tushunchalarni sodda va tushunarli shaklda oʻzlashtirish imkonini beradi. Generatorlar, transformatorlar va elektromagnit qurilmalar faoliyatini modellashtirish esa fizik qonuniyatlarning texnologik tizimlardagi qoʻllanilishini tushunishga imkon yaratadi. Shuningdek, virtual laboratoriyalar va interaktiv simulyatsiyalar yordamida tashkil etilgan darslar nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan uygʻunlashtiradi.

Tadqiqotda quyidagi metodlardan foydalanildi: nazariy tahlil (virtual laboratoriyalar, interaktiv modellar va animatsion texnologiyalarning pedagogik imkoniyatlarini oʻrganish); qiyosiy tahlil (an'anaviy darslar bilan 3D modellashtirishga asoslangan mashgʻulotlar samaradorligini taqqoslash); kuzatish (oʻzlashtirish darajasi, faollik va virtual modellar bilan ishlash koʻnikmalarini baholash); tajriba-sinov va modellashtirish metodlari. Adabiyotlar tahlili 3D modellashtirish va vizual muhandislik asosida oʻqitish samarali metod ekanini koʻrsatadi, qoʻllanilgan metodlar esa yondashuvning pedagogik samaradorligini chuqur tahlil qilish imkonini berdi. Jarayonda oʻquvchilarning mustaqil fikrlashi, tahlil qilish va muammoli vaziyatlarni hal etish koʻnikmalari rivojlangani kuzatildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Virtual laboratoriyalar, animatsion simulyatsiyalar va uch oʻlchamli modellar asosidagi mashgʻulotlarda oʻquvchilar elektromagnit induksiya, magnit maydon va elektromagnit toʻlqinlarga oid tushunchalarni an'anaviy metodlarga nisbatan tezroq va tushunarliroq oʻzlashtirdi. Jarayonlarning vizual namoyish etilishi abstrakt tushunchalarni tasavvur qilish qobiliyatini rivojlantirdi, darsdagi faollik, mustaqil fikrlash va texnik tafakkur sezilarli darajada oshdi. Olingan natijalar 3D modellashtirish va vizual muhandislik fizika ta'limi samaradorligini oshirishda muhim metodik yoʻnalish ekanini tasdiqlaydi. Elektromagnit qurilmalar faoliyatining virtual modellar orqali tushuntirilishi nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bogʻlash imkonini berdi. Abduqodirov ham vizual va innovatsion texnologiyalarga asoslangan ta'limni kreativ tafakkur va amaliy kompetensiyalarni rivojlantirishda samarali deb baholagan [7].

XULOSA. Elektromagnit hodisalarni oʻqitishda 3D modellashtirish va vizual muhandislik yondashuvlaridan foydalanish zamonaviy fizika ta'limining samarali metodik yoʻnalishlaridan biridir. Uch oʻlchamli modellar, virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar nazariy bilimlarni chuqurroq oʻzlashtirish, qiziqish, mustaqil fikrlash va ilmiy tafakkurni rivojlantirishga yordam berdi. Parametrlarni oʻzgartirish va tajribalarni takrorlash imkoniyati hamda ularni xavfsiz virtual muhitda oʻtkazish ta'lim samaradorligini oshirdi, texnik kompetensiya, jamoaviy ishlash va muammoli vaziyatlarni hal etish koʻnikmalarini shakllantirdi. Bu yondashuv fizika ta'limi sifatini oshirish va

o‘quvchilarni zamonaviy raqamli, texnologik muhitga tayyorlashda muhim pedagogik ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. G‘ofurov A. Fizikani o‘qitish nazariyasi va metodikasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2018. – 121-b.

2. Nishonaliyev U. Innovatsion pedagogik texnologiyalar. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2019. – 114-b.

3. Jumaeva R. Ta'limda zamonaviy yondashuvlar. – Toshkent: Tafakkur, 2020. – 108-b.

4. Sayidahmedov N. Yangi pedagogik texnologiyalar. – Toshkent: Moliya, 2018. – 124-b.

5. To‘laganov T. Innovatsion ta'lim metodlari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2019. – 117-b.

6. Rashidov F. Pedagogik innovatsiyalar va AKT. – Toshkent: Tafakkur, 2020. – 111-b.

7. Abduqodirov A. Axborot texnologiyalari va ta'lim jarayoni. – Toshkent: O‘qituvchi, 2021. – 129-b.

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA SUN’IY INTELLEKT VOSITALARIDAN PEDAGOGIK MAQSADLARDA FOYDALANISH

Baxtiyorova Shaxzoda Rustamovna[1], Shodiyeva Moxira Sobirjon qizi[2]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika va astronomiya ta’lim yo‘nalishi 4-kurs talabasi.

[2]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Aniq va tabiiy fanlarni o‘qitish metodikasi (fizika va astronomiya) mutaxassisligi 2-kurs talabasi.

Annotatsiya. Mazkur tezisda fizika fanini o‘qitish jarayonida sun’iy intellekt vositalaridan pedagogik maqsadlarda foydalanish imkoniyatlari yoritilgan. Sun’iy intellekt texnologiyalarining fizik tushunchalarni o‘zlashtirish, masalalarni yechish, laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish, individual ta’limni yo‘lga qo‘yish va o‘quvchilarning ijodiy hamda tanqidiy fikrlashini rivojlantirishdagi pedagogik imkoniyatlari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, fizika ta’limi, raqamli texnologiyalar, ChatGPT, individual ta’lim, fizik masalalar, virtual laboratoriya, pedagogik texnologiyalar.

Kirish

Bugungi kunda ta’lim jarayonining raqamli transformatsiyasi natijasida sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish ta’lim sifatini oshirishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biriga aylanmoqda. Ayniqsa, fizika fanini o‘qitishda sun’iy intellekt vositalaridan foydalanish murakkab fizik hodisa va qonuniyatlarni tushuntirish, o‘quvchilarning mustaqil ta’lim faoliyatini qo‘llab-quvvatlash hamda individual ta’lim imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi.

Fizika fanining nazariy va amaliy xarakterga ega ekanligi zamonaviy pedagogik va raqamli vositalardan kompleks foydalanishni talab etadi. Shu nuqtayi nazardan, sun’iy intellekt o‘qituvchi faoliyatini qo‘llab-quvvatlovchi va o‘quvchining bilish faoliyatini faollashtiruvchi vosita sifatida muhim ahamiyat kasb etadi.

Sun’iy intellekt vositalaridan fizika fanini o‘qitishda turli pedagogik maqsadlarda foydalanish mumkin. Avvalo, u murakkab fizik tushunchalarni o‘quvchilarning tayyorgarlik darajasiga mos ravishda tushuntirish imkonini beradi. Masalan, mexanikadagi kuch, impuls va energiya, molekulyar fizikadagi temperatura va issiqlik almashinuvi, elektr va magnetizm bo‘limlaridagi tok kuchi, kuchlanish hamda elektromagnit induksiya kabi tushunchalarni sodda misollar va analogiyalar asosida izohlash mumkin.

Sun’iy intellektdan fizik masalalarni yechishga o‘rgatishda ham samarali foydalanish mumkin. Bunda o‘quvchiga masalaning tayyor javobini taqdim etishdan ko‘ra, masalani tahlil qilish, berilgan fizik kattaliklarni aniqlash, tegishli qonun va formulani tanlash, hisoblash ishlarini bajarish hamda olingan natijani fizik nuqtayi nazardan baholash bosqichlarini ko‘rsatish muhimdir. Bunday yondashuv o‘quvchilarning mantiqiy, algoritmik va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

Sun’iy intellekt vositalari individual ta’limni tashkil etishda ham katta imkoniyatlarga ega. O‘quvchilarning bilim darajasi va o‘zlashtirish sur’atidan kelib chiqib, turli murakkablikdagi topshiriqlar, test savollari va muammoli vaziyatlarni ishlab chiqish mumkin. Natijada ta’lim jarayonida differensial yondashuvni amalga oshirish imkoniyati kengayadi.

Shuningdek, sun’iy intellekt laboratoriya va tajriba mashg‘ulotlarini metodik jihatdan tayyorlashda o‘qituvchiga yordam berishi mumkin. Tajriba maqsadini belgilash, zarur jihozlarni tanlash, tajriba bajarilish ketma-ketligini ishlab chiqish, o‘lchash natijalarini jadval va grafiklar ko‘rinishida tahlil qilish kabi jarayonlarda AI vositalaridan foydalanish mumkin. Virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar bilan birgalikda foydalanilganda o‘quvchilarning amaliy faoliyatini qo‘llab-quvvatlash imkoniyati yanada ortadi.

Bundan tashqari, sun’iy intellekt asosida o‘qituvchi uchun dars ishlanmalari, muammoli savollar, nazorat topshiriqlari, testlar va mustaqil ta’lim materiallarini tayyorlash mumkin. Bu o‘qituvchining vaqtini tejash bilan birga, ta’lim mazmunini o‘quvchilarning ehtiyojlariga moslashtirishga yordam beradi.

Shu bilan birga, sun’iy intellektdan foydalanishning ayrim cheklovlari ham mavjud. AI tomonidan taqdim etilgan ma’lumotlarda xatoliklar uchrashi mumkinligi sababli ularni darsliklar, ilmiy manbalar va tajriba natijalari asosida tekshirish zarur. O‘quvchilarning sun’iy intellektga haddan tashqari bog‘lanib qolishining oldini olish, mustaqil fikrlash va masalalarni o‘z kuchi bilan yechish ko‘nikmalarini saqlab qolish ham muhim pedagogik vazifalardan biridir.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, sun’iy intellekt vositalaridan fizika fanini o‘qitishda pedagogik maqsadlarda foydalanish ta’lim jarayonining samaradorligi va individualligini oshirish uchun keng imkoniyatlar yaratadi. U fizik tushunchalarni tushuntirish, masalalarni bosqichma-bosqich tahlil qilish, individual topshiriqlar ishlab chiqish, laboratoriya mashg‘ulotlarini loyihalash va o‘quvchilarning tanqidiy hamda ijodiy fikrlashini rivojlantirishda samarali yordamchi vosita bo‘la oladi.

Biroq sun’iy intellekt o‘qituvchining o‘rnini bosuvchi texnologiya sifatida emas, balki o‘qituvchining pedagogik faoliyatini qo‘llab-quvvatlovchi raqamli vosita sifatida qaralishi lozim. Uni maqsadli, tanqidiy va pedagogik nazorat asosida qo‘llash fizika ta’limining mazmuni va sifatini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Miao F., Holmes W. Guidance for Generative AI in Education and Research. Paris: UNESCO, 2023, 48 p.
2. Kasneci E., Sessler K., Küchemann S., Bannert M., Dementieva D., Fischer F. et al. ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education. *Learning and Individual Differences*, 2023, No. 103, Article 102274.
3. Tlili A., Shehata B., Adarkwah M.A., Bozkurt A., Hickey D.T., Huang R., Agyemang B. What if the Devil Is My Guardian Angel: ChatGPT as a Case Study of Using Chatbots in Education. *Smart Learning Environments*, 2023, No. 10, Article 15.
4. Zawacki-Richter O., Marín V.I., Bond M., Gouverneur F. Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications in Higher Education – Where Are the Educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2019, No. 16, pp. 1–27.
5. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019, 235 p.
6. Luckin R., Holmes W., Griffiths M., Forcier L.B. Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education. London: Pearson, 2016, 56 p.

FIZIKA TA’LIMIDA STEAM YONDASHUVI ASOSIDA FANLARARO INTEGRATSIYANI AMALGA OSHIRISH METODIKASI

Avulova Zamira Tursunmurodovna[1], Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi[2],
Soatov Hasan Parda o‘g‘li[3], Muratazayev Zohid Murtazayevich[4], Toshev Salimjon Nurboboyevich[5]

1 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi katta o‘qituvchisi.

2 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi dotsenti, p.f.f.d (PhD)

3 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi.

4 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi.

5 Shahrisabz davlat pedagogika instituti tabiiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi.

Annotatsiya. Mazkur maqolada fizika ta’limida STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) yondashuvi asosida fanlararo integratsiyani amalga oshirishning metodik asoslari tahlil qilingan. Zamonaviy ta’lim jarayonida fizik bilimlarni matematika, informatika, texnologiya, muhandislik va san’at elementlari bilan bog‘lash orqali talabalarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyatda qo‘llash, muammoli vaziyatlarni tahlil qilish, ijodiy va tanqidiy fikrlash hamda tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirish imkoniyatlari yoritilgan. Tadqiqotda fizika ta’limi uchun taklif etilayotgan fanlararo STEAM modelining maqsadi, tamoyillari, bosqichlari va amaliy qo‘llash mexanizmlari ishlab chiqilgan. Model muammoli vaziyatni aniqlash, ilmiy izlanish, matematik modellashtirish, texnologik yechim ishlab chiqish, muhandislik loyihalash, natijani vizuallashtirish va taqdim etish bosqichlarini o‘z ichiga oladi. Shuningdek, “Energiya samaradorligi”, “Quyosh energiyasidan foydalanish”, “Aqlli issiqxona”, “Mexanik harakatni modellashtirish” kabi mavzular misolida fanlararo integratsiyani tashkil etish imkoniyatlari ko‘rsatilgan. Tadqiqot natijalari STEAM yondashuvi fizika ta’limini amaliy, ijodiy va kompetensiyaga yo‘naltirilgan jarayonga aylantirish uchun samarali metodik vosita bo‘la olishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, STEAM, fanlararo integratsiya, STEM, loyiha asosida ta’lim, muammoli ta’lim, fizik modellashtirish, muhandislik, raqamli texnologiyalar, ijodiy fikrlash, tadqiqotchilik kompetensiyasi

Bugungi kunda ta’lim tizimida yuz berayotgan innovatsion o‘zgarishlar natijasida o‘quvchilarga yoki talabalarga faqat tayyor bilimlarni yetkazish emas, balki ularni real hayotiy muammolarni mustaqil hal qila oladigan, ilmiy fikrlaydigan, texnologiyalardan samarali foydalanadigan va ijodiy yondasha oladigan shaxs sifatida shakllantirish muhim vazifalardan biriga aylanmoqda. Ayniqsa, aniq va tabiiy fanlarni o‘qitishda fanlarning bir-biridan alohida holda o‘rganilishi real hayotdagi murakkab masalalarni to‘liq tushuntirish imkoniyatini cheklashi mumkin. Chunki real muammolar, odatda, bitta fan doirasi bilan chegaralanmaydi. Masalan, energiya samaradorligini oshirish masalasida fizik qonunlar bilan bir qatorda matematika, informatika, muhandislik, texnologiya va ekologik bilimlardan foydalanish talab etiladi. Shu nuqtayi nazardan STEAM yondashuvi zamonaviy ta’limning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida

namoyon bo‘lmoqda. STEAM atamasi Science-tabiiy fanlar, Technology-texnologiya, Engineering-muhandislik, Art-san’at va Mathematics-matematika yo‘nalishlarining integratsiyasini anglatadi. O‘zbekistonda ham STEAM ta’limiga bo‘lgan e’tibor ortib bormoqda. Tadqiqotlarda mamlakat ta’lim tizimida STEAM yondashuvini joriy etish zarurati qayd etilgan, biroq fanlararo integratsiyani amaliy jihatdan tashkil etish, o‘qituvchilar tayyorgarligi va metodik ta’minot masalalari muhim muammolardan biri sifatida ko‘rsatilgan.

Fizika fani STEAM yondashuvini amalga oshirish uchun ayniqsa qulay fanlardan biridir. Chunki fizik hodisalar matematika orqali ifodalanadi, texnologik qurilmalar yordamida namoyon bo‘ladi, muhandislik yechimlari asosida amaliyotga tatbiq etiladi va ularning ko‘plari grafik, dizayn yoki vizual modellashtirish orqali ifodalanishi mumkin.

Shundan kelib chiqib, mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi fizika ta’limida STEAM yondashuvi asosida fanlararo integratsiyani amalga oshirishning samarali metodikasini ishlab chiqishdan iborat.

Fizika fanidan STEAM loyiha namunalari

1-loyiha. “Quyosh energiyasidan samarali foydalanish”

Fizika: quyosh nurlanishi, energiya almashinuvi, fotoelektrik hodisa.

Matematika: quvvat va energiyani hisoblash.

Texnologiya: quyosh panelining ishlash prinsipini o‘rganish.

Muhandislik: panel joylashuvining optimal variantini ishlab chiqish.

San’at: qurilmaning dizayni va taqdimotini yaratish.

Tadqiqot davomida ishlab chiqilgan metodik modelning nazariy va metodik tahlili shuni ko‘rsatadiki, STEAM yondashuvi fizika ta’limida fanlararo bog‘lanishlarni tizimli tashkil etish imkonini beradi.Taklif etilgan modelda fizika markaziy fan sifatida qaralib, matematika fizik jarayonlarni miqdoriy ifodalash, informatika raqamli modellashtirish va ma’lumotlarni qayta ishlash, texnologiya mavjud vositalardan foydalanish, muhandislik esa amaliy yechim va prototip yaratish vazifasini bajaradi. San’at komponenti esa olingan ilmiy-texnik yechimlarni vizual va ijodiy ifodalashga xizmat qiladi. Ilmiy adabiyotlarda ham fanlararo kontekstga asoslangan fizika ta’limi talabalarning muammolarni hal qilish, bilimlarni kundalik hayot bilan bog‘lash, faol ishtirok etish va hamkorlik qilish ko‘nikmalarini rivojlantirishi mumkinligi qayd etilgan. STEAM ta’limiga oid zamonaviy tadqiqotlarda esa loyiha asosida, muammoli va tadqiqotchilik faoliyatiga asoslangan yondashuvlar ijodiy fikrlashni rivojlantirish bilan bog‘lanmoqda.

Shu asosda fizika ta’limida quyidagi pedagogik natijalarga erishish imkoniyati mavjud:

- fizik bilimlarni real hayotiy vaziyatlarda qo‘llash;
- fanlar o‘rtasidagi bog‘lanishlarni anglash;
- matematik modellashtirish ko‘nikmalarini rivojlantirish;
- raqamli texnologiyalardan foydalanish;
- muammoli vaziyatlarni hal qilish;

- jamoada ishlash;

Shuningdek, O‘zbekistonda STEAM ta’limining rivojlanishi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar o‘qituvchilarning metodik tayyorgarligi va fanlararo integratsiyani amaliy tashkil etish masalalari alohida e’tibor talab qilishini ko‘rsatgan . Shu sababli taklif etilayotgan metodik modelni o‘qituvchilarning amaliy metodik kompetensiyasini oshirish dasturlari bilan uyg‘unlashtirish maqsadga muvofiq.

Xulosa

Fizika ta’limida STEAM yondashuvi asosida fanlararo integratsiyani amalga oshirish zamonaviy ta’limning muhim metodik yo‘nalishlaridan biridir. Tadqiqot natijasida fizika, matematika, informatika, texnologiya, muhandislik va san’at elementlarini yagona loyiha asosida birlashtirish imkonini beruvchi metodik model taklif qilindi. Mazkur yondashuvning asosiy afzalligi shundaki, talaba fizik qonun va formulalarni faqat nazariy jihatdan o‘zlashtirib qolmay, ularni real muammolarni hal qilish jarayonida qo‘llaydi. Shu sababli fizika fanini o‘qitishda STEAM yondashuvini ayniqsa **energetika, mexanika, elektr va magnetizm, optika, issiqlik fizikasi, yarimo‘tkazgichlar va astronomiya** kabi mavzular bilan bog‘lash samarali natija berishi mumkin. Kelgusidagi tadqiqotlarda taklif etilgan metodik modelni real ta’lim jarayonida tajriba-sinovdan o‘tkazish, nazorat va tajriba guruhlari natijalarini taqqoslash hamda STEAM yondashuvining talabalarning o‘zlashtirishi va kompetensiyalariga ta’sirini statistik jihatdan aniqlash maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Park, H., Byun, S., Sim, J., Han, H., Baek, Y. Examining the Impact of STEAM Education Reform on Teachers’ Perceptions about STEAM in Uzbekistan. Asia-Pacific Science Education, 2021, 7(1), 34–63. DOI: 10.1163/23641177-bja10025.
2. Examining the cognitive and affective changes in students through the implementation process of the physics curriculum based on an interdisciplinary context-based learning approach. Thinking Skills and Creativity, 2024, Vol. 54, 101672.
3. STEAM PBL as an educational panacea? Investigating its impact on creative thinking and academic achievement across subjects. Thinking Skills and Creativity, 2026, Vol. 60, 102072.
4. Dahal, N. STEAM in tertiary and teacher education: A rapid review. Social Sciences & Humanities Open, 2026, Vol. 14, 103211. DOI: 10.1016/j.ssaho.2026.103211.
5. Understanding teachers' cross-disciplinary collaboration for STEAM education: Building a digital community of practice. Thinking Skills and Creativity, 2022, Vol. 46, 101178.
6. STEAM + X – Extending the transdisciplinary of STEAM-based educational approaches: A theoretical contribution. Thinking Skills and Creativity, 2023, Vol. 48, 101299.

7. Kennedy, T. J., Odell, M. R. Engaging Students in STEM Education. Science Education International, 2014, 25(3), 246–258.

8. Yakman, G. STEAM Education: An Overview of Creating a Model of Integrative Education. PATT Conference Proceedings, 2008.

9. Bybee, R. W. STEM Education Now More Than Ever. NSTA Press, 2013.

10. Beers, S. Z. 21st Century Skills: Preparing Students for Their Future. STEM Education Resources, 2011.

RAQAMLI TA’LIM MUHITIDA NAMOYISHLI FIZIK TAJRIBALARNI STEAM YONDASHUVI BILAN INTEGRATSIYALASHNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI

Shodiyeva Mohira Sobirjon qizi

CHDPU, Fizika kafedrasi 2-bosqich magistranti

Annotatsiya. Tezisda namoyishli fizik tajriba, raqamli vositalar va STEAM yondashuvini yagona o‘quv faoliyatiga birlashtirishning didaktik asoslari yoritiladi. Issiqlik almashinuviga oid metodik misolda taxmin, kuzatish, o‘lchash, modellashtirish, loyihalash va refleksiya bosqichlari tavsiflanadi. Integratsiyaning asosiy shartlari sifatida fizik mazmunning ustuvorligi, dalillarning tekshirilishi hamda o‘quvchining faol ishtiroki asoslanadi.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, namoyishli tajriba, STEAM, raqamli o‘lchash, modellashtirish, muammoli ta’lim, refleksiya.

Kirish. Fizika ta’limida namoyishli tajriba hodisani bevosita kuzatish, muammoli savolni aniqlashtirish va nazariy tushunchani dalil bilan bog‘lash imkonini beradi. Biroq ko‘rgazmalilikning mavjudligi o‘z-o‘zidan chuqur tushunishni ta’minlamaydi. O‘quvchi natijani oldindan taxmin qilishi, kuzatilgan o‘zgarishni qayd etishi va o‘z izohini tekshirishi lozim. C. H. Crouch va hammualliflar oliy ta’limdagi namoyishlarni qiyoslab, tajribadan avval natijani bashorat qilgan talabalar passiv kuzatuvchilarga nisbatan hodisaning mazmunini yaxshiroq tushunganini ko‘rsatgan [1]. Ushbu natijani maktab sharoitiga tatbiq etish yosh va tayyorgarlikka mos metodik yechimni talab qiladi.

D. R. Sokoloff va R. K. Thornton interfaol namoyishlarda oldindan bildirilgan fikrlarni kuzatish natijalari bilan taqqoslashga asoslangan faol o‘qitishni tavsiflaydi [2]. Mazkur yondashuvdan kelib chiqib, tajribaning didaktik qiymatini ko‘rsatilgan effekt bilan birga o‘quvchining fikrlash harakatlari orqali baholash maqsadga muvofiq. Raqamli vositalar bu jarayonda ma’lumotni qayd etish va tasvirlashga, STEAM esa o‘rganilgan qonuniyatni amaliy yechimga aylantirishga xizmat qilishi mumkin.

Maqsad va nazariy asos. Tezisning maqsadi namoyishli tajribani raqamli tahlil va STEAM loyihasi bilan bog‘laydigan metodik ketma-ketlikni taklif etishdir. Ish ilmiy manbalarni qiyosiy tahlil qilish va didaktik modellashtirishga asoslanadi. Keltirilgan dars vaziyati metodik taklif bo‘lib, uning samaradorligiga oid yangi tajriba-sinov natijalari bayon etilmaydi.

STEAM tabiiy fanlar, texnologiya, muhandislik, san’at va matematikani umumiy muammo doirasida bog‘laydi. E. Perignat va J. Katz-Buonincontro sharhida STEAM hamda uning san’at komponenti turlicha talqin qilinishi, ijodkorlikka oid o‘quv natijalari esa yetarlicha ochib berilmasligi qayd etilgan [3]. Shu bois taklif etilayotgan integratsiyada har bir komponentning aniq o‘quv vazifasi belgilanadi: fizik tushuntirish, raqamli qayd, konstruktiv yechim, badiiy-dizayn ifodasi va miqdoriy tahlil.

Integratsiyaning metodik yechimi. Issiqlik almashinuvi mavzusida «Qaysi qoplama suvning belgilangan vaqt davomida sovishini kamaytiradi?» savoli asosida mashg‘ulot loyihalash taklif etiladi. Dastlab o‘quvchilar kundalik kuzatuvlariga tayanib individual taxmin yozadilar va sababini tushuntiradilar. O‘qituvchi javoblarni umumlashtirib, tekshiriladigan savolni aniqlashtiradi. Bunda «har qanday qoplama bir xil natija beradi» kabi fikrlar tayyor xulosa sifatida qabul qilinmaydi; ular o‘lchash orqali tekshiriladigan farazga aylantiriladi.

Namoyish bosqichida bir xil idishlardagi teng massali, boshlang‘ich harorati bir xil iliq suvning sovishi kuzatiladi. Idishlardan biri qoplamasiz nazorat namunasi sifatida olinadi. Boshqalarida qoplama materiali o‘zgartiriladi, qalinlik, qoplangan sirt maydoni, qopqoq va tashqi sharoitlar imkon qadar bir xil saqlanadi. Harorat teng vaqt oralig‘ida o‘lchanadi. Asboblarni joylashtirish va o‘lchash vaqti oldindan kelishiladi; o‘quvchilar natijani umumiy jadvalga qayd etadilar.

Raqamli tahlilda vaqt va harorat qiymatlaridan elektron jadvalda grafik tuziladi. O‘qlar nomi, birliklar va bir xil masshtab aniq ko‘rsatiladi. O‘quvchilar grafikdan bir xil vaqtdagi haroratlarni taqqoslaydilar, takroriy o‘lchashlarda farqlar qanchalik barqarorligini tekshiradilar. Raqamli termometr mavjud bo‘lmasa, oddiy termometrdan olingan ma’lumotlar kiritiladi. Demak, metodik yechimni qo‘llash uchun barcha o‘quvchining alohida raqamli qurilmaga ega bo‘lishi shart emas.

Tushuntirish bosqichida issiqlik o‘tkazuvchanlik, konveksiya, nurlanish va bug‘lanishning kuzatilgan jarayonga aloqasi muhokama qilinadi. Tajriba muayyan idish va qoplama tizimining sovishini taqqoslaydi; shu ma’lumotning o‘zi materialning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlamaydi. O‘quvchi natija bilan nazariy izohni farqlashi, xulosaning amal qilish sharoitini ayta olishi kerak. Bu talab grafikni mexanik o‘qishdan fizik modelning imkoniyatlarini tushunishga o‘tishni ko‘zda tutadi.

Loyihalash bosqichida guruhlar cheklangan material sarfi bilan issiqlikni saqlovchi idish qoplamasi eskizini ishlab chiqadilar. Fizika material va tuzilmani tanlashni, matematika o‘lcham hamda sarfni hisoblashni, texnologiya qayd va taqdimotni, muhandislik esa prototipni yaratish va sinashni ta’minlaydi. San’at komponenti eskiz kompozitsiyasi, ranglar uyg‘unligi va foydalanish belgilarining tushunarliligi orqali kiritiladi. Har bir dizayn qarori uning vazifasi bilan izohlanadi.

Takomillashtirish va refleksiyada dastlabki hamda o‘zgartirilgan qoplama bir xil sharoitda qayta sinovdan o‘tkaziladi. Guruh o‘zgartirish sababini o‘lchash natijalari bilan asoslaydi. Har bir o‘quvchi dastlabki taxmini, kuzatilgan natija va yakuniy izohi o‘rtasidagi farqni yozadi. Shu tariqa namoyishdan boshlangan muammo muhandislik qaroriga ulanadi, yakuniy mahsulot esa fizik dalilga tayangan holda himoya qilinadi.

Qo‘llash shartlari va baholash. Real tajriba va raqamli modelning vazifalari oldindan belgilanadi. N. D. Finkelstein va hammualliflar oliy ta’limdagi o‘zgarmas tok zanjirlari laboratoriyasida simulyatsiya bilan ishlagan guruhning konseptual tushunish va keyingi real zanjir topshiriqlarida yaxshiroq natija ko‘rsatganini aniqlagan [4]. Bu muayyan sharoitdagi natijadir; uni barcha mavzularda real tajribani almashtirish uchun umumiy asos deb talqin qilib bo‘lmaydi. Taklif etilayotgan mashg‘ulotda simulyatsiya qo‘llansa, undagi ideal shartlar real o‘lchashdagi sharoitlar bilan alohida solishtiriladi.

Ma’lumotning ishonchliligini ta’minlash uchun termometrlar bir xil haroratli suvda qiyosiy tekshiriladi, o‘qish aniqligi hisobga olinadi. Takroriy o‘lchashlar tarqalishi kuzatilgan farqqa yaqin bo‘lsa, qaysi qoplama yaxshiroq ekanligi haqida qat’iy xulosa chiqarilmaydi. Real kuzatuv qiymatlari, hisoblash natijalari va simulyatsiya ko‘rsatkichlari jadvalda alohida belgilanadi. Model hisoblagan qiymatni o‘lchangan dalil sifatida qayd etish mumkin emas. Bu tartib o‘quvchini raqamli tasvirning jozibadorligi bilan dalilning ishonchliligini farqlashga yo‘naltiradi.

Integratsiyaning didaktik tamoyillari o‘quv maqsadiga muvofiqlik, muammolilik, fanlararo bog‘lanish, dalillilik va refleksiyadir. Baholashda taxminning asoslanganligi, o‘zgaruvchilarni nazorat qilish, grafikni talqin etish va konstruktiv o‘zgartirishni izohlash mezonlari olinadi. Guruhning tayyor mahsulotiga qo‘shimcha ravishda individual qaydlar ham ko‘riladi. Sinovdagi kutilmagan natija xato sababini muhokama qilish va yangi savol qo‘yish uchun o‘quv materiali sifatida ishlatiladi.

Mashg‘ulot o‘quv dasturidagi tegishli mavzuning maqsadi va ajratilgan vaqt bilan muvofiqlashtiriladi. Bir darsda muammo, namoyish va dastlabki grafik tahlili bajarilishi, eskiz ustida ishlash mustaqil topshiriqqa, prototipni taqqoslash esa keyingi amaliy mashg‘ulotga o‘tkazilishi mumkin. O‘qituvchi oldindan namoyishning barcha o‘quvchilarga ko‘rinishini, o‘lchash jadvalining o‘qilishini va yakunda har bir o‘quvchi berishi kerak bo‘lgan fizik izohni rejalashtiradi. Natijada texnik amallar mavzuning asosiy tushunchalarini o‘rganish uchun xizmat qiladi.

Xulosa. Namoyishli tajribani raqamli vositalar va STEAM bilan integratsiyalash kuzatish, dalilni qayta ishlash va amaliy loyihalashni yagona maqsadga yo‘naltirish orqali tashkil etilishi mumkin. Taklif etilgan ketma-ketlikda o‘quvchining taxmini boshlang‘ich nuqta, nazoratli o‘lchash dalil manbai, prototipni takomillashtirish esa bilimni qo‘llash vazifasini bajaradi.

Yondashuvning keyingi tajriba-sinovida aynan fizik tushunish, dalillash va bilimni yangi vaziyatga ko‘chirishdagi o‘zgarishlarni baholash zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Crouch C. H., Fagen A. P., Callan J. P., Mazur E. Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment? // American Journal of Physics. 2004. Vol. 72, No. 6. P. 835–838. DOI: 10.1119/1.1707018.

2. Sokoloff D. R., Thornton R. K. Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment // The Physics Teacher. 1997. Vol. 35, No. 6. P. 340–347. DOI: 10.1119/1.2344715.

3. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review // Thinking Skills and Creativity. 2019. Vol. 31. P. 31–43. DOI: 10.1016/j.tsc.2018.10.002.

4. Finkelstein N. D., Adams W. K., Keller C. J. et al. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment // Physical Review Special Topics – Physics Education Research. 2005. Vol. 1. 010103. DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.1.010103.

FIZIKA TA’LIMIDA STEAM LOYIHALARI ORQALI O‘QUVCHILARNING IJODKORLIK, MUHANDISLIK FIKRLASH VA TADQIQOTCHILIK KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISH

Shodiyeva Mohira Sobirjon qizi

CHDPU, Fizika kafedrasi 2-bosqich magistranti

Annotatsiya. Tezisda fizika ta’limiga STEAM elementlarini joriy etishning didaktik tamoyillari elektromagnitli saralash qurilmasini loyihalash misolida yoritiladi. Namoyish, taxmin, boshqariladigan sinov, muqobil yechim, prototip va takomillashtirish bosqichlari asosida ijodkorlik, muhandislik fikrlash hamda tadqiqotchilikni rivojlantirishga qaratilgan metodik yechim taklif etiladi. O‘quvchilarning tayyorgarligiga mos pedagogik yordam va individual faoliyat dalillariga tayanuvchi uch darajali baholash tavsiflanadi.

Kalit so‘zlar: STEAM, fizika ta’limi, namoyishli tajriba, ijodkorlik, muhandislik fikrlash, tadqiqotchilik, elektromagnit, mezonli baholash.

Kirish. Fizika darsida namoyish etilgan hodisani tushuntirishdan amaliy qurilmani yaratishga o‘tish o‘quvchidan bilimlarini yangi vaziyatda qo‘llashni talab qiladi. Masalan, elektromagnitning po‘lat buyumlarni tortishini kuzatgan o‘quvchi uning ishlash shartlarini izohlashi mumkin. Ushbu bilimni saralash qurilmasiga tatbiq etishda esa elektr zanjiri, konstruksiya, boshqarish qulayligi va natijani tekshirish masalalarini birgalikda hal qilish zarur bo‘ladi. Shunday vaziyat namoyishli tajribani loyihaviy izlanishning boshlang‘ich nuqtasiga aylantirish imkonini beradi.

STEAM yondashuvida bunday faoliyatning ta’limiy qiymati oldindan belgilangan natijalar bilan bog‘lanishi lozim. E. Perignat va J. Katz-Buonincontro sharhida STEAM hamda uning san’at komponenti turlicha talqin qilinishi,

ijodkorlik va muammolarni hal qilishga oid natijalar yetarlicha yoritilmasligi qayd etilgan [1]. Mazkur holat loyiha mahsuloti bilan bir qatorda g‘oya yaratish, tanlovni asoslash va xatodan keyin yechimni o‘zgartirish jarayonlarini ham kuzatishni taqozo etadi.

Maqsad va yondashuv. Ishning maqsadi namoyishli tajriba asosida tashkil etiladigan STEAM loyihasini uch kompetensiya bilan bog‘lash va ularni baholashga xizmat qiluvchi metodik yechimni ishlab chiqishdir. Tezis nazariy-metodik xususiyatga ega: adabiyotlarni tahlil qilish, didaktik talablardan kelib chiqib topshiriqni loyihalash va kuzatiladigan faoliyat belgilarini aniqlash usullari qo‘llanadi. Tavsiflanayotgan loyiha taklif sifatida beriladi; uning pedagogik samaradorligi ushbu ish doirasida tajribada o‘lchanmagan.

Quigley, Herro va Jamil konseptual modelida muammo asosidagi ta’lim, fanlar integratsiyasi va muammoni hal qilish ko‘nikmalari o‘zaro bog‘langan [2]. Shunga tayangan holda mazkur loyihada ilmiy tushunchaning aniqligi, topshiriqning amaliy maqsadga yo‘nalganligi, fanlararo mazmunning uyg‘unligi, o‘quvchi tanlovi va natijaga ko‘ra takomillashtirish asosiy didaktik tamoyillar sifatida olinadi. Loyiha elektr toki, qarshilik, zanjir sxemasi va tokning magnit ta’siriga oid tayanch bilimlar o‘zlashtirilgach rejalashtiriladi. Uning hajmi o‘quv dasturidagi maqsad hamda dars yoki loyiha uchun ajratilgan vaqtga moslashtiriladi.

STEAM loyihasining metodik yechimi. Loyiha o‘qituvchi tayyorlagan yumshoq temir o‘zakli g‘altak, tokni cheklovchi past kuchlanishli manba va kalit yordamidagi namoyishdan boshlanadi. Elektromagnitning bir xil po‘lat buyumlarni tok ulanganida ko‘tarishi va tok uzilgandagi holati kuzatiladi. O‘quvchilar dastlab natijani taxmin qilib, uni fizik sabab bilan asoslaydi. Keyin o‘qituvchi «Buyumlarni ko‘tarish va belgilangan joyga tushirishni qanday boshqarish mumkin?» savolini qo‘yadi. Shu orqali kuzatuv amaliy muammoga bog‘lanadi.

Topshiriqning maqsadi oldindan kelishilgan sinov sharoitida po‘lat buyumlarni ajratib olishga mo‘ljallangan o‘quv qurilmasini yaratishdan iborat. Ish boshlanishida ko‘tariladigan buyumlarning turi, tekshirish usuli, mavjud materiallar, ruxsat etilgan tok chegarasi va boshqarish qulayligi aniqlanadi. O‘quvchilar kamida ikkita konstruktiv variantning eskizini ishlab, ularni barqarorlik, yig‘ish imkoniyati va foydalanish qulayligi bo‘yicha taqqoslaydi. Tanlov yozma asoslanadi; dastlabki chizma keyingi o‘zgarishlarni kuzatish uchun saqlanadi.

STEAM tarkibida fizika elektromagnitning ishlashini tushuntiradi, texnologiya elektr qismlarini birlashtirish va o‘lchash vositalarini tanlashda namoyon bo‘ladi. Muhandislik tayanch, tutqich va boshqarish mexanizmini loyihalash orqali ifodalanadi. Matematika o‘lchovlarni jadvalga kiritish, o‘rtacha qiymatlarni hisoblash va variantlarni miqdoriy taqqoslashga xizmat qiladi. San’at va dizayn uchun eskiz kompozitsiyasi, belgilarning o‘qilishi, rang kontrasti

hamda qurilma shaklining foydalanuvchiga mosligi kabi aniq vazifalar belgilanadi. O‘quvchi vizual qarorining maqsadini ham tushuntiradi.

Sinovda bir omilning ta’sirini ajratish muhim. O‘ramlar soni o‘zgartirilganda sim qarshiligi ham o‘zgarishi mumkin; bir xil kuchlanishda $I = U/R$ munosabatiga ko‘ra tok ham avvalgidek qolmasligi mumkin. Shu sababli tortish natijasidagi farqni faqat o‘ramlar soni bilan izohlash yetarli emas. Bunday taqqoslashda tokni bir xil saqlash yoki uning o‘zgarishini qayd etib, xulosada hisobga olish talab etiladi. O‘zak materiali va o‘lchamlari, g‘altak uzunligi hamda buyumga nisbatan joylashuvi ham nazorat qilinadi. O‘qituvchi o‘quvchilarga mustaqil, bog‘liq va nazorat qilinadigan kattaliklarni ajratishda yordam beradi.

Guruhlar bir xil buyumlar, yaqinlashtirish masofasi va tekshirish tartibidan foydalanib, har bir variantni bir necha marta sinaydi. Natijalar jadvalga yozilib, takroriy o‘lchovlar farqi muhokama qilinadi. Ko‘tarilgan buyumlar soni qurilmaning amaliy ishini tavsiflovchi mezon sifatida olinadi; magnit maydon induksiyasini aniqlash uchun alohida o‘lchash vositasi kerak bo‘ladi. Zarur tayyorgarlik mavjud bo‘lsa, $P = UI$ orqali elektr quvvati ham solishtiriladi; energiya sarfini qiyoslashda ishlash vaqti ham hisobga olinadi.

Sinovdan keyin guruh dastlabki mezonlarga qaytib, qaysi qaror ishlaganini va nimani o‘zgartirish zarurligini belgilaydi. Yangilangan prototip ayni tartibda qayta tekshiriladi. NGSS muhandislik loyihalash yo‘nalishida ham mezon va cheklovlarni aniqlash, yechimlarni taqqoslash hamda sinov ma’lumotlariga tayangan holda takomillashtirish o‘zaro bog‘liq amallar sifatida ifodalangan [3]. Bu tamoyillar mazkur topshiriqda o‘quvchi qarorlarining izchilligini tashkil etishga xizmat qiladi.

Differensiallashtirish va baholash. Kognitiv differensial yondashuvda pedagogik yordam o‘quvchilarning mavzuga oid boshlang‘ich bilimlari va topshiriqni bajarishda kuzatilgan qiyinchiliklariga qarab belgilanadi. Dastlabki yordam sifatida zanjir sxemasi, o‘zgaruvchilar jadvali va xulosa yozishga yo‘naltiruvchi savollar berilishi mumkin. Keyingi bosqichda yordam kamaytirilib, sinov tartibini tanlash o‘quvchiga topshiriladi. Lazonder va Harmsen metatahlili izlanishga asoslangan ta’limda yo‘naltirishning o‘quv faoliyati va natijalariga ijobiy umumiy ta’sirini ko‘rsatadi [4]. Ushbu dalil yordam hajmini maqsadli belgilashga asos bo‘ladi.

Guruhdagi loyihalovchi, yig‘uvchi, o‘lchovchi va taqdimotchi vazifalari almashib boradi. Shunda har bir o‘quvchi turli faoliyatlarda qatnashish imkoniga ega bo‘ladi. Individual eskiz, taxmin varaqasi, o‘lchash qaydi va qisqa himoya umumiy mahsulotdagi shaxsiy hissani aniqlashga xizmat qiladi. O‘qituvchi kuzatuvi o‘zini baholash va o‘zaro fikr bildirish bilan to‘ldiriladi; yakuniy xulosa dalillar majmuasiga tayangan holda chiqariladi.

Ijodkorlik muqobil g‘oyalar ishlab chiqish va ularning maqsadga mosligi; muhandislik fikrlash mezonlarga asoslangan tanlov va qayta loyihalash; tadqiqotchilik esa tekshiriladigan taxmin, o‘zgaruvchilar nazorati va dalilga mos xulosa orqali baholanadi. Har bir mezon uchun uch daraja tavsiya etiladi:

boshlang‘ich darajada o‘quvchi namunaga va muntazam yordamga tayanadi; rivojlanayotgan darajada ayrim qarorlarni mustaqil asoslab, xulosadagi kamchiliklarni yordam bilan tuzatadi; yuqori darajada muqobillarni mustaqil taqqoslab, o‘zgarishni o‘lchash dalili bilan asoslaydi. Har bir kompetensiya bo‘yicha faoliyat dalillari va erishilgan daraja alohida qayd etiladi.

Bu tavsiflar metodik rubrika loyihasidir. Ularni baholash vositasi sifatida qo‘llashdan oldin mezonlarning tushunarliligi va turli baholovchilarning bir xil dalilga mos baho berishi tekshirilishi kerak. Kuzatuvdagi bitta muvaffaqiyatni barqaror kompetensiya bilan tenglashtirmaslik uchun o‘quvchiga keyinchalik mazmuni yaqin, sharti o‘zgargan yangi topshiriq berish maqsadga muvofiq.

Xulosa. Taklif etilgan yechim namoyishli tajriba, STEAM loyihasi va mezonli baholashni umumiy didaktik ketma-ketlikka birlashtiradi. Uning asosiy jihati o‘quvchining kuzatuvdan asoslangan qarorga, sinovdan esa qayta loyihalashga o‘tishini tashkil etishdir. Ijodkorlik, muhandislik fikrlash va tadqiqotchilikni rivojlantirish imkoniyati aniq muammo, boshqariladigan sinov, maqsadli yordam hamda individual faoliyat dalillari bilan ta’minlanadi. Keyingi tadqiqot bosqichida loyiha va rubrikaning ta’limiy natijalarga ta’sirini tegishli tajriba dizayni asosida tekshirish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review // Thinking Skills and Creativity. 2019. Vol. 31. P. 31–43. DOI: 10.1016/j.tsc.2018.10.002.

2. Quigley C. F., Herro D., Jamil F. M. Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices // School Science and Mathematics. 2017. Vol. 117, No. 1–2. P. 1–12. DOI: 10.1111/ssm.12201.

3. NGSS Lead States. Next Generation Science Standards: For States, By States. Washington, DC: The National Academies Press, 2013. DOI: 10.17226/18290.

4. Lazonder A. W., Harmsen R. Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance // Review of Educational Research. 2016. Vol. 86, No. 3. P. 681–718. DOI: 10.3102/0034654315627366.

UMUMIY O‘RTA TA’LIM MAKTABLARIDA ALOHIDA TA’LIM EHTIYOJLARI BO‘LGAN O‘QUVCHILARGA FIZIKANI O‘QITISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

Xomidjonov Jaxongir Isroiljonovich[1]
Yulchiyeva Go‘zal Mexriddin qizi[2]
Chirchiq davlat pedagogika universiteti[1]
Chirchiq davlat pedagogika universiteti talabasi[2]

Annotatsiya. Ushbu tezis umumiy o‘rta ta’lim maktablarida alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan o‘quvchilarga fizika fanini o‘qitish metodikasini takomillashtirishning zamonaviy yo‘nalishlariga bag‘ishlangan. Tadqiqotda inklyuziv ta’lim, ta’limda universal dizayn (UDL), differensial va adaptiv

o‘qitish, multimodal tushuntirish, assistiv texnologiyalar, raqamli simulyatsiyalar hamda formativ baholash tamoyillari tahlil qilindi. Fizika fanining abstrakt tushunchalari, formulalar, grafiklar, tajriba va o‘lchash jarayonlarini turli funksional ehtiyojlarga moslashtirish uchun metodik model taklif etildi. Taklif etilayotgan yondashuv o‘quv mazmunini soddalashtirishga emas, balki o‘quv maqsadini saqlagan holda axborotni qabul qilish, faoliyatni bajarish va natijani ifodalash usullarini moslashtirishga asoslanadi.

Kalit so‘zlar: *inklyuziv ta’lim, alohida ta’lim ehtiyojlari, fizika ta’limi, universal dizayn, adaptiv o‘qitish, assistiv texnologiyalar, multimodal ta’lim, simulyatsiya, formativ baholash.*

Kirish. Zamonaviy umumiy o‘rta ta’limning muhim vazifalaridan biri barcha o‘quvchilar, jumladan alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan bolalar uchun sifatli va teng imkoniyatli ta’lim muhitini yaratishdir. Inklyuziv ta’limning mazmuni faqat o‘quvchini umumiy sinfga joylashtirish bilan cheklanmaydi; o‘quv dasturi, dars usullari, baholash, o‘quv materiali va sinf muhiti o‘quvchilar xilma-xilligini hisobga olishi kerak [1, 2]. UNESCO inklyuziyani ta’lim tizimidagi jismoniy, pedagogik, ijtimoiy va madaniy to‘siqlarni bartaraf etishga qaratilgan tizimli jarayon sifatida ko‘rsatadi [1].

Fizika fanida bu masala alohida dolzarbdir. Chunki mexanika, elektr, optika, molekulyar fizika va atom fizikasi mavzularida ko‘plab abstrakt tushunchalar, matematik belgilar, grafiklar, tajribalar va modellar qo‘llanadi. Ko‘rish, eshitish, harakatlanish, diqqat, nutq yoki o‘qish-yozish bilan bog‘liq ehtiyojlar mavjud bo‘lganda, an’anaviy tarzda faqat doska, matn va og‘zaki tushuntirishga tayangan dars o‘quvchi uchun qo‘shimcha to‘siq yaratishi mumkin. Shuning uchun fizika darsida ta’lim maqsadi bir xil saqlangan holda, mazmunni taqdim etish va o‘quvchining javob berish usullarini moslashtirish metodik jihatdan muhimdir.

Tadqiqotning maqsadi va metodlari. Tadqiqotning maqsadi – umumiy o‘rta ta’lim maktablarida alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan o‘quvchilarga fizikani o‘qitishda universal dizayn, adaptiv metodlar va raqamli vositalarni uyg‘unlashtiruvchi zamonaviy metodik yondashuvni ishlab chiqish va uning asosiy komponentlarini tavsiflash. Ishda ilmiy-pedagogik manbalarni tahlil qilish, qiyosiy tahlil, tizimlashtirish, pedagogik modellashtirish va metodik tavsiyalarni konstruksiyalash usullaridan foydalanildi.

Inklyuziv fizika ta’limining zamonaviy metodik asosi. Ta’limda universal dizayn (Universal Design for Learning – UDL) bugungi inklyuziv pedagogikaning muhim konseptual asoslaridan biri hisoblanadi. CAST tomonidan 2024-yilda yangilangan UDL 3.0 yo‘riqnomasida o‘quvchini ta’lim jarayoniga jalb etishning turli yo‘llari, axborotni bir necha usulda taqdim etish hamda bilim va ko‘nikmalarni turli shakllarda ifodalash imkonini yaratish asosiy tamoyillar sifatida ko‘rsatilgan [3]. Bu yondashuv alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan o‘quvchilarni ajratilgan topshiriqlar orqali emas, balki darsni boshidanoq

ko‘proq o‘quvchi uchun kirish mumkin bo‘lgan shaklda loyihalashni nazarda tutadi.

Fizika darsida UDL tamoyili, masalan, Nyuton qonunini faqat matn va formula orqali emas, balki real tajriba, animatsiya, kuchlar diagrammasi, og‘zaki tavsif va taktil model bilan tushuntirishni anglatadi. Elektr zanjiri mavzusida o‘quvchi haqiqiy zanjirni yig‘ishi, virtual simulyatsiyada parametrlarni o‘zgartirishi, sxemani kattalashtirilgan grafik shaklda ko‘rishi yoki zarur bo‘lsa ekran o‘qish vositasi orqali elementlar tavsifini eshitishi mumkin. Bunda o‘quv maqsadi – tok kuchi, kuchlanish va qarshilik orasidagi bog‘lanishni tushunish – o‘zgarmaydi; faqat unga erishish yo‘llari moslashadi.

CAST 3.0 ko‘rsatmalarida grafik, jadval, tenglama va matn kabi belgilarni yagona taqdimot shakli sifatida qabul qilmaslik, asosiy g‘oyalarni rasm, model, animatsiya, video yoki boshqa vositalar orqali ham yoritish tavsiya etiladi [3, 4]. Bu talab fizika uchun ayniqsa muhim, chunki fizik qonunlar ko‘pincha bir vaqtning o‘zida verbal, matematik va grafik tasvirlarga ega. O‘qituvchi ushbu tasvirlar orasidagi bog‘lanishni ochib berishi o‘quvchining tushunchani chuqurroq o‘zlashtirishiga yordam beradi.

Adaptiv o‘qitish va bosqichli qo‘llab-quvvatlash. Alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan o‘quvchilar uchun metodik moslashtirishning asosiy prinsipi vazifani sun’iy ravishda yengillashtirish emas, balki murakkab vazifani bajarish uchun zarur qo‘llab-quvvatlashni bosqichma-bosqich taqdim etishdir. Dalillarga asoslangan tavsiyalarda yuqori sifatli o‘qitish, aniq tushuntirish, modellashtirish, kognitiv va metakognitiv strategiyalar, moslashuvchan guruhlash hamda yordamchi texnologiyalardan foydalanish muhim deb ko‘rsatiladi [5].

Masalan, fizik masala yechishda barcha o‘quvchilarga bir xil yakuniy maqsad berilishi mumkin, biroq ayrim o‘quvchilarga “berilganlar – fizik qonun – formula – birliklarni tekshirish – hisoblash – xulosa” ko‘rinishidagi vizual algoritm taqdim etiladi. Boshqa o‘quvchiga formuladagi har bir kattalikning ma’nosi piktogramma bilan berilishi, yana bir o‘quvchiga esa masala sharti qisqa audio shaklda takrorlanishi mumkin. Qo‘llab-quvvatlash o‘quvchi mustaqilligi ortishi bilan bosqichma-bosqich kamaytiriladi.

Fizika darsida multimodal yondashuv. Multimodal ta’lim bir fizik hodisani ko‘rish, eshitish, bajarish, kuzatish va muhokama qilish imkoniyatlarini birlashtiradi. Bu yondashuv ko‘rishida qiyinchiligi bo‘lgan o‘quvchi uchun tovush va taktil signal, eshitishida qiyinchiligi bo‘lgan o‘quvchi uchun subtitr, grafik va yozma ko‘rsatma, diqqatni jamlashda qiyinchiligi bo‘lgan o‘quvchi uchun qisqa bosqichlar va aniq vizual markerlardan foydalanishni o‘z ichiga oladi. Fizik tajribada xavfsizlik qoidalari ham matn, belgi va amaliy namoyish orqali bir necha formatda berilishi lozim.

Alohida ehtiyojlar bo‘yicha metodik moslashtirish

Ta’lim ehtiyoji	Fizikadagi tipik to‘siq	Metodik moslashtirish	Misol

Koʻrish bilan bogʻliq	Grafik, sxema, shkalani koʻrish qiyin	Taktil model, audio tavsif, kattalashtirish, sonifikatsiya	Grafikdagi oʻsishni tovush balandligi bilan ifodalash
Eshitish bilan bogʻliq	Ogʻzaki izoh va laboratoriya koʻrsatmasini qabul qilish qiyin	Yozma algoritm, subtitr, vizual signal, piktogramma	Tajriba bosqichlarini ekranda ketma-ket koʻrsatish
Harakat bilan bogʻliq	Asbobni ushlash yoki boshqarish qiyin	Moslashtirilgan tutqich, klaviatura/switch, hamkorlikdagi laboratoriya	Virtual oʻlchov asbobini klaviatura orqali boshqarish
Oʻqish-yozish yoki diqqat	Uzoq matn, koʻp bosqichli masala qiyin	Qisqa segmentlar, rangsiz aniq markerlar, grafik organizer, bosqichli yoʻriqnoma	Masala yechish algoritmini 5 bosqichga ajratish

Jadvalda keltirilgan moslashtirishlar qat’iy “tashxisga qarab” emas, balki oʻquvchining real funksional ehtiyojiga qarab tanlanishi lozim. Bir xil tashxisga ega ikki oʻquvchining darsdagi toʻsiqlari va qulay strategiyalari turlicha boʻlishi mumkin. Shuning uchun oʻqituvchi kuzatish, formativ baholash, oʻquvchi bilan suhbat va mutaxassislar tavsiyalariga tayangan holda moslashuvlarni tanlaydi.

Assistiv va raqamli texnologiyalarning imkoniyatlari. Assistiv texnologiyalar oʻquvchining ta’lim materialiga kirishi, oʻzaro ta’sir qilishi va javobini ifodalashini yengillashtiradi. Ular ekran oʻqish dasturlari, kattalashtirish, alternativ klaviatura, ovozli boshqaruv, subtitr, audio tavsif, taktil grafik, raqamli lupa va boshqa vositalarni oʻz ichiga olishi mumkin. UDL 3.0 ham texnologiyadan foydalanishda uning oʻzi maqsad emasligini, balki oʻquv jarayonidagi toʻsiqni kamaytirish vositasi ekanligini ta’kidlaydi [3].

Fizika uchun interaktiv simulyatsiyalar ayniqsa samarali imkoniyat yaratadi. PhET loyihasida ayrim simulyatsiyalar alternativ kiritish, ovoz va sonifikatsiya, interaktiv tavsif, kattalashtirish hamda yorqin fokus belgilarini qoʻllab-quvvatlaydi; bunday multimodal dizayn oʻquvchilarga hodisani koʻrish, eshitish va boshqarish orqali oʻrganishga imkon beradi [6]. 2024-yilgi PhET hisobotida oʻn turdagi inklyuziv funksiyalar ishlab chiqilgani va koʻplab simulyatsiyalarga integratsiya qilingani qayd etilgan [7].

Koʻrish imkoniyati cheklangan oʻquvchilar uchun sonifikatsiya – ma’lumot xususiyatlarini tovush parametrlariga moslashtirish – istiqbolli yoʻnalishdir. 2024-yilda e’lon qilingan tadqiqot sonifikatsiya maktab oʻquvchilariga rang va shakl kabi ma’lumotlarni muqobil kanal orqali qabul qilish imkonini berishi va fan ta’limining kirish imkoniyatlarini kengaytirishi mumkinligini koʻrsatdi [8].

Fizikada bunday usul grafikning o‘sishi yoki kamayishi, tebranish chastotasi, masofa yoki intensivlik kabi kattaliklarni tovush orqali ifodalashda qo‘llanishi mumkin.

Laboratoriya mashg‘ulotlarini moslashtirish. Inklyuziv fizika darsida laboratoriya ishi barcha o‘quvchilar uchun faol ishtirokni ta’minlashi kerak. Tajriba bosqichlari oldindan aniq ko‘rsatiladi, asboblar barqaror joylashtiriladi, o‘lchov shkalalari yiriklashtiriladi yoki raqamli datchiklardan foydalaniladi. Guruh ishida vazifalar “asbobni ushlash” bilan cheklanmasdan, gipoteza tuzish, ma’lumotni qayd etish, natijani tahlil qilish, grafik tuzish va xulosa qilish kabi turli rollarga bo‘linishi mumkin. Bu usul o‘quvchining funksional imkoniyatiga mos real ilmiy faoliyatda qatnashishini ta’minlaydi.

Taklif etilayotgan metodik model. Fizika fanini alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan o‘quvchilar uchun samarali tashkil etishda “Maqsad – To‘siq – Moslashtirish – Faoliyat – Baholash” ketma-ketligiga asoslangan metodik model taklif etiladi. Birinchi bosqichda barcha o‘quvchilar uchun umumiy va aniq o‘quv maqsadi belgilanadi. Ikkinchi bosqichda shu maqsadga erishishga xalaqit beradigan ehtimoliy to‘siqlar aniqlanadi. Uchinchi bosqichda o‘quv mazmunini taqdim etish, asbob bilan ishlash yoki javob berish shakli moslashtiriladi. To‘rtinchi bosqichda o‘quvchi tajriba, muammoli topshiriq, model yoki simulyatsiya orqali faoliyatga jalb qilinadi. Beshinchi bosqichda natija formativ baholash bilan tahlil qilinadi va keyingi dars uchun qo‘llab-quvvatlash darajasi qayta belgilanadi.

1. O‘quv maqsadini aniq belgilash. Maqsad fizik mazmunni o‘zlashtirishga qaratilishi kerak. Masalan, “o‘quvchi zichlikni hisoblaydi va jismlarning suzish-cho‘kish holatini izohlaydi”. Agar maqsad zichlik tushunchasini anglash bo‘lsa, o‘quvchining javobni faqat qo‘lda yozishi majburiy bo‘lmasligi mumkin; u javobni og‘zaki, raqamli yoki diagramma ko‘rinishida ifodalashi mumkin. Shunday qilib, baholash o‘quv maqsadiga aloqador bo‘lmagan to‘siqni emas, fizik tushunishni o‘lchaydi.

2. To‘siqlarni oldindan aniqlash. Darsni rejalashtirishda o‘qituvchi “qaysi o‘quvchi nimani qila olmaydi?” degan savoldan ko‘ra, “darsning qaysi elementi kimdir uchun kirish to‘sig‘iga aylanishi mumkin?” degan savolni qo‘yishi maqsadga muvofiq. Masalan, mayda shkalali ampermetr, faqat rang bilan farqlangan grafik, juda tez og‘zaki ko‘rsatma yoki sichqoncha bilan aniq boshqarishni talab qiladigan virtual tajriba ayrim o‘quvchilarga to‘siq bo‘lishi mumkin.

3. Moslashtirishni maqsadga muvofiq tanlash. Moslashtirish o‘quv vazifasining mohiyatini buzmasligi kerak. Agar darsning maqsadi elektr zanjirini tushunish bo‘lsa, o‘quvchiga tayyor javobni berish emas, balki zanjir elementlarini yirik sxema, taktil karta, alternativ boshqaruv yoki hamkorlik orqali o‘rganish imkonini yaratish to‘g‘ri yondashuvdir. Bunday yondashuv UDLning kirish imkoniyatlarini kengaytirish va o‘quvchi agentligini qo‘llab-quvvatlash tamoyiliga mos keladi [3].

4. Faol va hamkorlikdagi o‘rganish. Inklyuziv darsda o‘quvchi faqat kuzatuvchi bo‘lib qolmasligi kerak. Muammoli vaziyat, kichik guruhdagi tajriba, juftlikda masala yechish, simulyatsiyada parametrlarni o‘zgartirish va natijani muhokama qilish barcha o‘quvchilarning bilim qurilishida faol ishtirokini ta’minlaydi. Guruhlash moslashuvchan bo‘lishi, rollar esa doimiy tarzda “yordam beruvchi” va “yordam oluvchi” shaklida taqsimlanmasligi kerak.

5. Formativ va moslashuvchan baholash. Baholashning maqsadi o‘quvchi fizik mazmunni qay darajada tushunganini aniqlashdir. Shu bois yozma test bilan bir qatorda qisqa og‘zaki izoh, tajribadagi amaliy harakat, sxemani to‘ldirish, raqamli topshiriq, audio javob yoki model yordamida tushuntirish kabi usullar qo‘llanishi mumkin. Baholash mezoni barcha o‘quvchilar uchun bir xil o‘quv maqsadiga bog‘lanadi, javobni ifodalash shakli esa zaruratga ko‘ra moslashtiriladi.

O‘qituvchining kasbiy kompetensiyasi. Metodikani takomillashtirishda o‘qituvchining inklyuziv pedagogika, fizika didaktikasi va raqamli savodxonlik bo‘yicha integrallashgan kompetensiyasi hal qiluvchi ahamiyatga ega. UNICEFning 2024-yilda e’lon qilingan inklyuziv ta’lim vositalar to‘plamida ham asosiy e’tibor o‘qituvchilarning amaliy metodik tayyorgarligi, maktab ichidagi hamkorlik, ota-onalar va boshqa mutaxassislar bilan aloqaga qaratilgan [9]. Shu sababli fizika o‘qituvchisi maxsus pedagog, psixolog va assistent bilan hamkorlikda individual to‘siqlarni aniqlashi va moslashtirish strategiyalarini rejalashtirishi lozim.

Muhokama. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan o‘quvchilar uchun fizikani samarali o‘qitish alohida “soddalashtirilgan kurs” yaratishni emas, balki umumiy fizika ta’limining dizaynini moslashuvchan qilishni talab etadi. Bunday metodika barcha o‘quvchilar uchun tushunarli o‘quv maqsadlari, multimodal taqdimot, bosqichli qo‘llab-quvvatlash, faol tajriba, assistiv texnologiyalar va moslashuvchan baholashni yagona tizimda birlashtiradi. Natijada o‘quvchi fizik tushunchani o‘z imkoniyatlariga mos kanal orqali qabul qiladi, ammo fan mazmuni va kognitiv talab darajasi saqlanadi.

2026-yilda UNESCO tomonidan e’lon qilingan yangi tahlillarda ham nogironligi bo‘lgan o‘quvchilarning ta’lim trayektoriyasida jismoniy va pedagogik to‘siqlar saqlanayotgani, ularni bartaraf etishda o‘qituvchilar tayyorgarligini kuchaytirish, maktab muhitining kirish imkoniyatlarini yaxshilash va ta’lim tizimida uzluksiz qo‘llab-quvvatlashni ta’minlash zarurligi ta’kidlanadi [10]. Demak, inklyuziv fizika ta’limini rivojlantirish faqat alohida dars usulini tanlash emas, balki maktabning metodik, texnologik va tashkiliy resurslarini muvofiqlashtirishni talab qiladi.

Amaliy tavsiyalar. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika darslarini inklyuziv tashkil etish uchun quyidagi metodik yo‘nalishlar maqsadga muvofiq: dars maqsadini avvaldan aniq va o‘lchanadigan shaklda belgilash; har bir mavzuda mumkin bo‘lgan sensor, kognitiv va harakat to‘siqlarini oldindan aniqlash; matn, formula, grafik va tajribani kamida ikki-uch xil ko‘rinishda

taqdim etish; laboratoriya ishlarida moslashtirilgan asboblar va raqamli datchiklardan foydalanish; virtual simulyatsiyalarda kirish imkoniyati funksiyalarini tanlash; topshiriqlarni qisqa bosqichlarga ajratish; o‘quvchining bilimini turli shaklda ifodalashiga ruxsat berish; formativ baholash natijalariga ko‘ra qo‘llab-quvvatlash darajasini muntazam qayta ko‘rib chiqish.

Xulosa. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan o‘quvchilarga fizikani o‘qitish metodikasini takomillashtirish zamonaviy inklyuziv pedagogika, UDL 3.0, adaptiv o‘qitish va assistiv texnologiyalarni fizika didaktikasi bilan uyg‘unlashtirishni talab etadi. Fizika fanining murakkabligi uning abstraktligi bilan emas, ko‘pincha axborotning cheklangan usulda taqdim etilishi bilan kuchayadi. Mazmunni multimodal taqdim etish, tajriba va simulyatsiyalarni kirish imkoniyatiga moslashtirish, bosqichli qo‘llab-quvvatlash va moslashuvchan baholash o‘quvchining fan mazmuniga to‘laqonli kirishini ta’minlaydi. Taklif etilgan “Maqsad – To‘siq – Moslashtirish – Faoliyat – Baholash” modeli fizika darsini oldindan inklyuziv loyihalashga xizmat qiladi va o‘quvchilarning mustaqil fikrlashi, tajriba olib borishi hamda fizik qonunlarni real hodisalarga tatbiq etish imkoniyatini kengaytiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. UNESCO. Q&A: How inclusion in education has evolved. Paris: UNESCO, 2024. https://www.unesco.org/en/articles/qa-what-you-need-know-about-inclusion-education

2. UNICEF Innocenti. Inclusive Education for Children with Disabilities: Paving the Pathway. UNICEF, 2024. https://www.unicef.org/innocenti/reports/inclusive-education-children-disabilities-cambodia

3. CAST. Universal Design for Learning Guidelines, Version 3.0. Lynnfield, MA: CAST, 2024. https://udlguidelines.cast.org/

4. CAST. Representation: Illustrate through Multiple Media. UDL Guidelines 3.0, 2024. https://udlguidelines.cast.org/representation/

5. Education Endowment Foundation. Special Educational Needs in Mainstream Schools. London: EEF, 2020; updated resources, 2025. https://educationendowmentfoundation.org.uk/education-evidence/guidance-reports/send

6. PhET Interactive Simulations. Inclusive Design and Inclusive Features. University of Colorado Boulder. https://phet.colorado.edu/en/inclusive-design

7. PhET Interactive Simulations. PhET Impact Report 2024. University of Colorado Boulder, 2024.

8. Guiotto Nai Fovino L., Zanella A., Di Mascolo L., et al. Evaluating the effectiveness of sonification in science education using Edukoi. Personal and Ubiquitous Computing. 2024;28:693–711. doi:10.1007/s00779-024-01809-5.

9. UNICEF Romania, Nasen. Inclusive Education Toolkit for Teachers in Mainstream Schools in Romania. UNICEF, 2024.

https://www.unicef.org/romania/reports/inclusive-education-toolkit-teachers-mainstream-schools-romania

10. UNESCO. Towards a Barrier-Free Education: Advances and Challenges in Inclusive Education, Evidence from SIRIED 2024. Executive Summary. UNESCO, 2026.

UMUMIY O‘RTA TA’LIM MAKTABLARIDA 5E MODELI ASOSIDA “ELEKTR VA MAGNETIZM” BO‘LIMINI O‘QITISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

Xursanova Zuhra Orifjonovna

ChDPU, 1- bosqich magistranti

Annotatsiya: *Mazkur maqolada umumiy o‘rta ta’lim maktablari fizika kursining “Elektr va magnetizm” bo‘limini o‘qitish samaradorligini oshirish muammolari tadqiq etilgan. Konstruktivistik ta’lim paradigmasi asosida, muammoli ta’lim (PBL – Problem-Based Learning) texnologiyasini integratsiyalashgan holda 5E (Jalb qilish, Tadqiq qilish, Tushuntirish, Qo‘llash, Baholash) texnologik modeli bazasida o‘quv modullarini va muammoli topshiriqlarni ishlab chiqish bo‘yicha metodik tavsiyalar berilgan hamda konkret dars ishlanmasi namunasi ko‘rsatilgan.*

Kalit so‘zlar: *muammoli ta’lim, 5E modeli, Problem-Based Learning (PBL), elektr va magnetizm, o‘qitish metodikasi, tizimli-faoliyatli yondashuv, fasilitatsiya, kognitiv faoliyat, o‘quv topshiriqlari.*

Blum taksonomiyasi va xalqaro ta’lim amaliyotida keng sinovdan o‘tgan so‘rovga asoslangan (Inquiry-based learning) 5E texnologik modelini milliy maktablar kontentiga moslashtirish kompetensiyaviy ta’lim sharoitida alohida ahamiyat kasb etadi. Konstruktivizm falsafasiga tayanuvchi 5E modeli ilk bor Rodjer Bybi (Roger Bybee, 1987) tomonidan tizimlashtirilgan bo‘lib, u dars jarayonida o‘qituvchini yo‘naltiruvchi fasilitator maqomiga ko‘taradi.

Tadqiqotimiz doirasida dars kontentining ilmiy-amaliy vaznini oshirish maqsadida 5E modelining strukturaviy bosqichlari ichiga PBL (Muammoli ta’lim) metodologiyasini integratsiya qilish metodikasi tavsiya etiladi. Keling, konkret mavzu doirasida muammoli ta’lim (PBL) va 5E modelining bosqichma-bosqich qo‘llanilishini “Elektr va magnetizm” bo‘limidagi “Elektr maydoni va uning kuch chiziqlari” mavzusi misolida ko‘rib chiqaylik.

DARSNING METODIK STRUKTURASI №1

Model va kognitiv bosqichlar	**5E Modeli va PBL asosidagi topshiriq namunasi va metodik strukturasi**
Jalb qilish (Engage)	Muammoni qo‘yishda taklif qilinayotgan PBL – Problem-Based Learning) keysi: Talabaning kognitiv muvozanatini buzish maqsadida dars boshida elektrostatik maydon kuchlarining anomal tabiati bo‘yicha muammoli

	eksperiment (keys) tashlanadi. Muammoli savol: Biz elektr zaryadlarini va ular atrofidagi maydonni koʻz bilan koʻra olmaymiz. Unday boʻlsa, muayyan nuqtadagi elektr maydonining borligini, uning yoʻnalishini va boshqa zaryadlarga ta’sir kuchini qanday usullar bilan isbotlash va aniqlash mumkin?
Tadqiq qilish (Explore)	Eksperimental muammoli muhitda qoʻllanadi (PBL tadqiqoti): Oʻquvchilar guruhlarga boʻlinib, qoʻyilgan muammoning amaliy yechimini topish uchun elektrostatik modellar ustida evristik turli qiziqarli izlanishlar olib boradilar va kuzatadilar. Tajriba: Oʻquvchilar dielektrik suyuqlik (transformator yogʻi) va unga solingan mayda tolalar (manniy yormasi yoki mayda qirqilgan iplar) solingan idishga yuqori zaryadlangan elektrodlarni yaqinlashtiradilar. Tolalarning zaryadlanib, ma’lum chiziqlar boʻylab tizilishini mustaqil kuzatadilar.
Tushuntirish (Explain)	Konseptual apparatni shakllantirish va fizik mazmun: Kuzatilgan anomal fizik hodisalar oʻquvchilar tomonidan mustaqil ravishda gipotezalar koʻrinishida izohlanadi, soʻngra fasilitator (oʻqituvchi) koʻmagida fundamental ilmiy tushunchalar bosqichma-bosqich keng ravishda tizimlashtiriladi: 1. Elektr maydon kuch chiziqlari – xayoliy chiziqlar boʻlib, ularga oʻtkazilgan urinma maydon kuchlanganligi vektorining yoʻnalishi. 2. Tolalarning tizilishi maydonning fazoviy konfiguratsiyasini aks ettiradi. 3. Kulon qonuni va elektr maydon kuchlanganligi ($E = \frac{F}{q}$) formulalari tushuntiriladi.
Qoʻllash (Elaboration)	Olingan nazariy bilimlar real texnik muammolarni hal qilishga yoʻnaltiriladi. Amaliy topshiriq: Ikki har xil ishorali nuqtaviy zaryadlar hamda qarama-qarshi zaryadlangan parallel plastinkalar orasidagi nuqtalarda natijaviy elektr maydon kuchlanganligini superpozitsiya prinsipi asosida hisoblash masalalarini yeching. Olingan natijalarni tajribadagi chiziqlar shakli bilan taqqoslang.
Baholash (Evaluate)	Asorlilikni tekshirish va baholash mezonlari: Kriterial baholash tizimi asosida oʻquvchining muammoni yechish (Problem-solving) darajasi diagnostika qilinadi.

	Hisoblab topilgan maydon kuchlanganligi qiymatlari va chizilgan kuch chiziqlari yo‘nalishlari Kulon qonuniga hamda elektr maydonlarining superpozitsiyasi prinsipiga to‘liq mos kelishi tahlil qilinadi va baholanadi.

MUSTAQIL TA’LIM UCHUN IJODIY TOPSHIRIQLAR (CREATE)

1-topshiriq (Kompyuterli modellashtirish): Excel yoki GeoGebra dasturlaridan

oydalanib, nuqtaviy zaryadlar hosil qiladigan elektr maydon kuchlanganligining masofaga bog‘liqlik grafigini ($E = f(r)$) chizing va $E \sim \frac{1}{r^2}$qonuniyatini sonli hisob kitoblar bilan tasdiqlang.

2-topshiriq (Analitik tahlil): Agar tizimdagi musbat zaryad qiymati 2 marta oshirilsa va manfiy zaryad ishorasi musbatga o‘zgartirilsa, fazodagi natijaviy elektr maydon kuch chiziqlarining topologiyasi (shakli) qanday o‘zgarishini grafik ko‘rinishida chizib ko‘rsating.

3-topshiriq (Virtual laboratoriya loyihasi): Internetdagi oPhysics (Interactive Physics Simulations) foydalangan holda, "Electric Field & Potential" (Zaryadlar va maydonlar) bo‘limida turli konfiguratsiyadagi zaryadlar tizimini yarating, ekvipotensial chiziqlarni o‘lchang va ularning kuch chiziqlariga perpendikulyarligini nazariy hisoblar bilan tekshiring.

4-topshiriq (Muammoli vaziyat ssenariysi): Sanoatda zararli changlarni tutib qoluvchi elektrostatik filtrlar (tsiklonlar) ishida elektr maydon kuch chiziqlarining yo‘nalishi qanday rol o‘ynashini tushuntiruvchi fizik model yoki muammoli keys ssenariysini ishlab chiqing.

TADQIQOT NATIJALARI VA PEDAGOGIK EFEKTIVLIK

Takomillashtirilgan 5E modeli va PBL texnologiyasi sintezi asosida o‘tkazilgan pedagogik eksperimentlar (Chirchiq shahridagi umumta’lim maktablari misolida) an’anaviy metodikaga nisbatan o‘quvchilarning "Elektr va magnetizm" bo‘limi bo‘yicha o‘quv materiallarini o‘zlashtirish koeffitsiyenti o‘rtacha 28% dan 34% gacha ortganligini ko‘rsatdi. Olib borilgan izlanishlar davomida aniqlangan ushbu integratsiyalashgan yondashuvning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:

9. Kognitiv passivlikka barham berish: 5E va PBL integratsiyasi tufayli o‘quvchi darsning ilk daqiqalaridanoq tayyor qoidalarni yodlamasdan, muammoli vaziyat ichida faol izlanuvchiga aylanadi.

10. Abstrakt tushunchalarni tizimli vizuallashtirish: Elektr maydonining ko‘zga ko‘rinmas kuch chiziqlari harakati muammoli tajribalar orqali real fazoga ko‘chirildi va o‘quvchilarda mantiqiy model yaratish imkonini berdi.

11. Mustaqil tadqiqotchilik ko‘nikmasi: O‘quvchilar tayyor formulalarni qo‘llashdan oldin muammoning yechimi bo‘yicha o‘z gipotezalarini ilgari surishni o‘rganadilar.

Xulosa qilib aytganda, olib borilgan ilmiy tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, umumiy o‘rta ta’lim maktablarida PBL yondashuvi hamda 5E

modeli sintezi asosida Elektr va magnetizm bo‘limini o‘qitish metodikasini takomillashtirish zamonaviy ta’lim standartlari talablariga to‘liq javob beradi. Mazkur yondashuv o‘quvchilarda abstrakt fizik tushunchalarni tizimli tahlil qilish, mustaqil o‘quv-tadqiqot faoliyatini tashkil etish va intellektual-ijodiy potensialni yuzaga chiqarishda muvaffaqiyatli didaktik vosita bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Bybee, R. W. (1987). Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) 5E Instructional Model.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 29-apreldagi "O‘zbekiston Respublikasi xalq ta’limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida"gi PF-5712-son Farmoni.
3. Toyirova, M. M., Suyarov, K. T., & Sangirova, Z. B. (2024). Tadqiqotchilik ko‘nikmalari: nazariya va amaliyot. O‘quv qo‘llanma. - Toshkent: "ZUXRO BARAKA BIZNES" nashriyoti.
4. Tolipov O‘.Q., Usmonboyeva M. *Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari*. -Toshkent: Fan, 2006

FIZIKA O‘QITISHDA TABIIY FANLAR INTEGRATSIYASI

Qurbonov Qahramon Qilichovich[1]
[1]Toshkent viloyati Yuqori Chirchiq tumani 31-son umumta’lim maktabi fizika o‘qituvchisi

Annotatsiya. Mazkur tezisda umumiy o‘rta ta’limda fizika mazmunini kimyo, biologiya, geografiya va astronomiya bilan bog‘lashning metodik imkoniyatlari yoritiladi. Umumiy tushuncha, muammoli savol va kuzatiladigan dalilga asoslangan dars ketma-ketligi taklif etiladi. Arximed kuchi, bug‘lanish va yorug‘likning tushish burchagi bo‘yicha fanlararo topshiriqlar tavsiflanadi. O‘quv faoliyatini fizik izohning aniqligi, dalildan foydalanish va bilimni yangi vaziyatga qo‘llash orqali baholash tavsiya qilinadi.

Kalit so‘zlar. fizika ta’limi, tabiiy fanlar, fanlararo integratsiya, muammoli topshiriq, tajriba, modellashtirish, ilmiy tushuntirish.

Kirish. Fizika darsida tabiat hodisasini boshqa fanlar mazmuni bilan bog‘lab tushuntirish o‘quvchidan bilimlarini birgalikda qo‘llashni talab qiladi. Masalan, sho‘r suvda jismning suzishini tushuntirishda zichlik va kuchlar muvozanati bilan birga eritma tarkibi ham hisobga olinadi. Shuning uchun integratsiyani loyihalashda o‘zaro bog‘liq tushunchalar, ularni tekshirish usuli va kutiladigan o‘quv natijasini belgilash zarur. Tezisning maqsadi fizika darslari uchun tabiiy fanlar mazmunini birlashtiradigan, kuzatish va dalilga tayangan topshiriqlar tizimini taklif etishdir. Ish ilmiy-metodik manbalarni nazariy tahlil qilish va o‘quv topshiriqlarini didaktik loyihalashga asoslanadi.

Integratsiyaning metodik asosi. Tabiiy fanlar o‘rtasidagi bog‘lanishni energiya va modda, sabab–oqibat, tizim va model kabi umumiy tushunchalar orqali tashkil etish mumkin. National Research Council mazkur tushunchalarni turli fanlardagi bilimlarni izchil bog‘lash vositasi sifatida talqin qiladi [1]. L. D. English esa STEM integratsiyasida o‘quvchi fanlararo aloqalarni anglab yetishi uchun aniq topshiriq va pedagogik ko‘mak zarurligini ta’kidlaydi [2]. Shu asosda fizik qonuniyat darsning tayanch mazmuni sifatida olinib, kimyo, biologiya yoki geografiyaga oid bilim hodisaning sababini tushuntirishga xizmat qilishi lozim.

Mashg‘ulot quyidagi ketma-ketlikda tashkil etiladi: fizik o‘quv maqsadini belgilash; hayotiy vaziyatdan muammoli savol chiqarish; o‘quvchi taxminini yozdirish; zarur fanlararo bilimlarni faollashtirish; tajriba yoki model orqali dalil yig‘ish; natijani fizik qonuniyat bilan izohlash; bilimni yangi vaziyatga qo‘llash. Har bir topshiriqda o‘zgartiriladigan omil, bir xil saqlanadigan sharoit va o‘lchanadigan kattalik oldindan ko‘rsatiladi. Topshiriq murakkabligi o‘quvchilarning tayyorgarligiga moslashtiriladi. Fizika o‘qituvchisi tegishli fan o‘qituvchisi bilan atamalar va mavzularning o‘rganilish ketma-ketligini muvofiqlashtirishi maqsadga muvofiq.

1-jadval. Fizika darslari uchun fanlararo topshiriqlar

Fanlar bog‘lanishi	Tayanch tushuncha	Kuzatiladigan dalil
Fizika, kimyo, geografiya	Zichlik va Arximed kuchi	Ikki suyuqlikdagi dinamometr ko‘rsatishlari
Fizika, biologiya, geografiya	Bug‘lanish va issiqlik almashinuvi	Nam va quruq termometrlarning harorat–vaqt grafigi
Fizika, geografiya, astronomiya	Yorug‘likning tushish burchagi	Tik va qiya tushgan dasta yoritgan maydon

Zichlik va Arximed kuchi. “Bir xil jism chuchuk va tuzli suvga botirilganda dinamometr ko‘rsatishi nega farqlanadi?” savoli fizika, kimyo va geografiyani bog‘laydi. O‘quvchilar zichligi har ikkala suyuqliknikidan katta bo‘lgan bitta metall jismni dinamometrga osib, havoda hamda ikki suyuqlikda o‘lchashni rejalashtiradi. Jism har ikkala suyuqlikka to‘liq botiriladi, idish tubi va devoriga tegmaydi; harorat bir xil saqlanadi, sirtidagi havo pufakchalari yo‘qotiladi. Bir xil hajmdagi tayyor eritmalar massasini taqqoslash orqali zichlikdagi farq ham tekshirilishi mumkin. Natija Arximed qonuni asosida izohlanadi [3]:

$$F_{\mathrm{A}} = \rho g V$$

bu yerda F_{A} – Arximed kuchi; ρ – suyuqlik zichligi; g – erkin tushish tezlanishi; V – jismning suyuqlikka botirilgan qismining hajmi.

Bir xil botirilgan hajmda tuzli suv zichligining ortishi ko‘taruvchi kuchni oshiradi va dinamometr ko‘rsatishini kamaytiradi. Kimyoviy bog‘lanish eritma tarkibi va zichligi, geografik bog‘lanish esa tabiiy suvlarning sho‘rligi orqali ochiladi. Muhokamada erkin suzayotgan jism uchun ko‘taruvchi kuch unga ta’sir

etuvchi og‘irlik kuchini muvozanatlashi alohida tushuntiriladi: bir xil jism zichroq suyuqlikda kichikroq hajmi bilan botib turadi [3]. Shunday qilib, o‘quvchi qonunni qo‘llash shartini vaziyatga mos aniqlaydi.

Bug‘lanish va issiqlik almashinuvi. “Nima uchun nam mato bilan o‘ralgan termometr quruq termometrdan pastroq haroratni ko‘rsatishi mumkin?” savoli fizika, biologiya va geografiya mazmunini birlashtiradi. Dastlab ikki termometrning bir xil sharoitdagi ko‘rsatishi taqqoslanadi. So‘ng birining sezgir qismi xona haroratidagi suv bilan namlangan, ikkinchisiniki xuddi shunday quruq mato bilan o‘raladi. Joylashuv va havo oqimi bir xil saqlanib, harorat teng vaqt oralig‘ida qayd etiladi. Suv bug‘i bilan to‘yinmagan havoda bug‘lanishga sarflangan energiya nam jismning sovishiga olib kelishi mumkin; natija atrof bilan issiqlik almashinuviga ham bog‘liq [3]. Harorat–vaqt grafigi tuziladi. Natija barglardan suv bug‘lanishi – transpiratsiyaning issiqlik almashinuvidagi roli bilan bog‘lab tushuntiriladi [4]. Bunda barg harorati nurlanish, havo oqimi va barg og‘izchalari holatiga ham bog‘liqligi muhokama qilinadi. Geografik davom sifatida havo namligi o‘zgarganda kuzatuv qanday o‘zgarishi haqida taxmin tuziladi.

Yorug‘likning tushish burchagi va fasllar. Fizika, geografiya va astronomiyani bog‘lovchi topshiriqda bir xil yorug‘lik dastasining katakli oq yuzaga tik va qiya tushishidagi yoritilgan maydon taqqoslanadi. Manba quvvati, yoritilayotgan markazgacha masofa va sirt materiali bir xil saqlanadi. Qiya tushishda dasta kattaroq maydonga yoyilishi orqali birlik yuzaga to‘g‘ri keladigan energiya farqi sifat jihatidan tushuntiriladi. Keyin globus va chiroq modeli yordamida Yer o‘qining qiyaligi, Quyoshning ufqdan balandligi hamda kun davomiyligi fasllar bilan bog‘lanadi [5]. O‘quvchi modelning chegarasini ham aytadi: oddiy chiroq nurlari Quyosh nurlari singari deyarli parallel emas, yoritilgan maydonni o‘lchash esa issiqlik oqimini bevosita o‘lchamaydi.

Raqamli vosita va baholash. Arximed kuchiga oid mashg‘ulotda PhET loyihasining “Buoyancy” simulyatsiyasidan qo‘shimcha model sifatida foydalanish mumkin [6]. O‘quvchi avval taxmin bildiradi, keyin modeldagi holatni kuzatadi va uni real tajriba bilan taqqoslaydi. Elektron jadvalda o‘lchovlarni yozish va grafik qurish dalilni tahlil qilishga yo‘naltiriladi. Baholashda fizik izohning to‘g‘riligi, boshqa fan tushunchasining o‘rinli qo‘llanishi, kuzatuv dalili va tajriba shartlarining hisobga olinishi hamda bilimni yangi vaziyatga ko‘chirish mezonlari taklif etiladi. Yakuniy topshiriqda o‘quvchi xulosasini dalil va sababiy izoh bilan asoslaydi. Masalan, chuchuk suvdan sho‘r suvga o‘tgan suzuvchi jismning botish hajmi qanday o‘zgarishini tushuntiradi.

Xulosa. Fizika o‘qitishda tabiiy fanlar integratsiyasini umumiy tushuncha, tekshiriladigan savol va dalilga asoslangan izoh atrofida tashkil etish tavsiya etiladi. Taklif etilgan topshiriqlar fizik qonuniyatni turli tabiiy vaziyatlarda qo‘llashga yo‘naltirilgan. Ularni joriy etishda fanlar mazmunining muvofiqligi, o‘lchash sharoitlari va model chegaralari hisobga olinishi zarur. Metodik yondashuvning o‘quv natijalariga ta’sirini keyingi pedagogik tajribada bir xil baholash mezonlari asosida tekshirish lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. National Research Council. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: The National Academies Press, 2012. DOI: 10.17226/13165.
2. English L. D. STEM education K-12: perspectives on integration // International Journal of STEM Education. 2016. Vol. 3. Article 3. DOI: 10.1186/s40594-016-0036-1.
3. Urone P. P., Hinrichs R. College Physics 2e. Houston: OpenStax, 2022. 11.7. Archimedes’ Principle; 14.3. Phase Change and Latent Heat. https://openstax.org/details/books/college-physics-2e .
4. Clark M. A., Douglas M., Choi J. Biology 2e. Houston: OpenStax, 2018. 30.5. Transport of Water and Solutes in Plants. https://openstax.org/books/biology-2e/pages/30-5-transport-of-water-and-solutes-in-plants.
5. Lindsey R. Climate and Earth’s Energy Budget // NASA Earth Observatory. https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/climate-and-earths-energy-budget/.
6. University of Colorado Boulder. PhET Interactive Simulations. Buoyancy. https://phet.colorado.edu/en/simulations/buoyancy.

BO‘LAJAK FIZIKA VA ASTRONOMIYA O‘QITUVCHILARI UCHUN INTEGRATSIYALASHGAN ELEKTRON O‘QUV MODULLARINI LOYIHALASH

Berdiyev Shokir Xudoynazarovich
Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika kafedrasi katta o‘qituvchisi

Annotatsiya. Umumiy pedagogika va fizika-astronomiya o‘qitish metodikasi integratsiyasiga asoslangan elektron o‘quv modullarini loyihalash yoritilgan. Modullarning to‘rt qatlamli tuzilishi, oltita mazmuniy yo‘nalishi hamda metodik mahsulotga yo‘naltirilgan topshiriqlari tavsiflangan. Om qonuni bo‘yicha 45 daqiqalik dars loyihasi misolida pedagogik maqsad, virtual tajriba, baholash va refleksiyaning bog‘lanishi ochib berilgan. MethodEdu.uz muhitida faoliyatni tashkil etish va sun’iy intellekt yordamining chegaralari aniqlashtirilgan.

Kalit so‘zlar: elektron o‘quv moduli, fanlararo integratsiya, metodik kompetentlik, raqamli didaktika, virtual laboratoriya, MethodEdu.uz, baholash, refleksiya.

Bo‘lajak fizika va astronomiya o‘qituvchisining kasbiy tayyorgarligida fizik hodisani bilish bilan uni o‘quvchiga o‘rgatishni loyihalash o‘zaro bog‘liq, ammo farqli faoliyatlardir. Masalan, Om qonunini bayon qilish predmet bilimini namoyon etsa, qonunni o‘quvchining taxmini, tajribasi, grafigi va izohi orqali o‘rgatadigan darsni tuzish metodik qarorni talab etadi. Shu sababli umumiy pedagogika va mutaxassislik fanlari integratsiyasi mavzularni yonma-yon joylashtirish bilan emas, talaba yaratadigan yagona metodik mahsulot orqali tashkil etilishi lozim. Mazkur ishning maqsadi umumiy pedagogik bilimlarni fizik va astronomik mazmun, raqamli resurs, amaliy topshiriq hamda baholash dalillari bilan bog‘laydigan elektron o‘quv modullari tizimini loyihalashdan iborat. Elektron modul kutilayotgan metodik natija, o‘quv resurslari, talaba topshirig‘i, yordam shakli, baholash mezoni va refleksiv mahsulotni birlashtiruvchi raqamli-didaktik birlik sifatida qaraladi. Texnologik-pedagogik-predmet bilimlari konsepsiyasi raqamli vositani pedagogika va fan mazmunidan ajratmasdan tanlashga asos beradi [1]. M.D. Merrillning muammoga yo‘naltirish, oldingi bilimni faollashtirish, namoyish, qo‘llash va faoliyatga integratsiyalash tamoyillari esa topshiriqning mantiqiy tuzilishini belgilash uchun qo‘llanadi [2; 43–45-b.]. Shunga ko‘ra talaba muammoni aniqlaydi, namunadagi metodik qarorni tahlil qiladi, o‘z ishlanmasini yaratadi va olingan izoh asosida uni qayta ko‘rib chiqadi.

Integratsiyalashgan modul to‘rtta o‘zaro bog‘langan qatlamdan tuziladi. Pedagogik qatlam maqsad, didaktik tamoyil, metod va o‘quvchi faoliyatini; fan-metodik qatlam fizik yoki astronomik mazmun, tajriba, masala va tushuntirishni qamrab oladi. Raqamli-didaktik qatlam resurs, topshiriq, yordam hamda mahsulotni taqdim etish vositalarini birlashtiradi. Baholash-refleksiya qatlami rubrika, o‘qituvchi izohi, o‘zini baholash va qayta ishlashni bog‘laydi. Bu qatlamlar qat’iy ketma-ket bosqichlar emas: baholash mezoni aniqlashtirilganda maqsad yoki topshiriq ham qayta ko‘rib chiqilishi mumkin.

Tizim mexanika, elektr hodisalari, optika, astronomik loyiha, kontekstli baholash va kasbiy refleksiyani qamrab oluvchi oltita moduldan iborat. Ularning mazmuniy tayanchi va bevosita mahsulotlari 1-jadvalda umumlashtirilgan. M01–M06 belgilari ishchi identifikatorlar bo‘lib, platformada tasdiqlangan dasturiy kodlar sifatida talqin qilinmaydi.

1-jadval

Elektron modullar va talabaning metodik mahsulotlari

Modul	Integratsiya yo‘nalishi	Metodik mahsulot
M01	Mexanikani muammoli ta’lim asosida o‘qitish	Muammoli vaziyat, savollar tizimi va dars fragmenti.

Modul	Integratsiya yo‘nalishi	Metodik mahsulot
M02	Elektr zanjirini virtual laboratoriya asosida o‘qitish	Tajriba rejasi, jadval, grafik, dars ishlanmasi va refleksiya.
M03	Yorug‘lik hodisalarini tajriba asosida o‘qitish	Izohli tajriba, kuzatish yo‘riqnomasi va diagnostik savol.
M04	Astronomiya mavzularida STEAM loyiha	Loyiha pasporti, model yoki kuzatuv rejasi, individual hissa izohi.
M05	Fizik bilimlarni PISA asosida baholash	PISA tipidagi kontekst, ma’lumot, savollar va baholash yo‘riqnomasi.
M06	Fizika darsida refleksiya	Dastlabki va tahrirlangan mahsulot, qiyosiy izoh, keyingi faoliyat rejasi.

Modullar bog‘lanishi mahsulotni keyingi faoliyatda qayta ishlatish orqali ta’minlanadi. M01dagi muammoli savol M02 tajribasi oldidan taxminni aniqlashga moslashtiriladi; M03dagi kuzatish mezoni M05dagi dalilni talqin qilish savoliga aylantiriladi. M06da esa avvalgi modullardan birining dastlabki va tahrirlangan ishlanmalari qiyoslanadi. Demak, tizim oltita mustaqil fayl to‘plami emas, metodik qarorlarni izchil ishlab chiqish va qayta ko‘rib chiqish majmuasidir.

Har bir modul pasportida kutilayotgan natija, ikki fanning tayanch mazmuni, oldingi bilimlar, topshiriq, raqamli resurs, yordam chegarasi, baholash mezoni va portfolio mahsuloti ko‘rsatiladi. Resurs talaba foydalanadigan materialni, mahsulot esa shu material asosida mustaqil yaratilgan va tekshirish mumkin bo‘lgan ishni bildiradi. Shu farq talabaning shaxsiy metodik hissasini aniqlash uchun muhimdir. Metodik talab har bir texnik amalni bilish savoli bilan bog‘lashdan iborat. Masalan, kuchlanishni o‘zgartirish topshirig‘iga tok kuchi qanday o‘zgarishini oldindan taxmin qilish va natijani tekshirish qo‘shiladi. Virtual tajriba real asbob bilan ishlash malakasining to‘liq o‘rnini bosmaydi; real va virtual laboratoriyalarning imkoniyatlari farqlanadi [3]. MethodEdu.uz uchun tashqi tajriba resursiga yo‘naltirish, topshiriqni berish va tayyor mahsulotni qabul qilish nazarda tutiladi; bu mustaqil simulyatsiya dasturi yaratilganini anglatmaydi.

Talaba mahsuloti besh mezon asosida ko‘rib chiqiladi: ilmiy aniqlik, pedagogik asoslash, fan-metodik dizayn, raqamli mahsulot, baholash va refleksiya. Ilmiy aniqlik parametrlar hamda grafikdan, pedagogik asoslash maqsad va faoliyatning mosligidan, metodik dizayn esa tajriba ketma-ketligi va o‘quvchi savollaridan aniqlanadi. Raqamli mahsulotning didaktik vazifasi, javoblarni baholash yo‘riqnomasi hamda talabaning qayta ishlash asoslari ham tekshiriladi. Besh mezonli mahsulot rubrikasi metodik kompetentlikning kognitiv-integrativ, loyihalash, amaliy-metodik, raqamli-metodik, kommunikativ va diagnostik-refleksiv komponentlari bilan aynan tenglashtirilmaydi. Masalan, kommunikativ komponentni aniqlash uchun guruh ishining umumiy natijasi

emas, talabaning savolga javobi, individual hissa izohi yoki o‘quvchiga mo‘ljallangan tushuntirishi qayd etiladi. Integratsiyalashgan elektron modul umumiy pedagogik bilimlarni fizik va astronomik mazmun asosida bajariladigan metodik faoliyatga aylantirish vositasidir. To‘rt qatlam, oltita modul, pasport, mahsulot rubrikasi va refleksiya yagona maqsad–topshiriq–mahsulot–baholash bog‘lanishini tashkil etadi. Taklif etilgan tizimning natijasi didaktik loyiha va baholash vositalaridir. Uning pedagogik samaradorligi esa talabalarning boshlang‘ich va yakuniy mustaqil faoliyatini qiyoslashga asoslangan alohida tajriba-sinov orqali baholanishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Mishra P., Koehler M.J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge // Teachers College Record. – 2006. – Vol. 108, № 6. – P. 1017–1054. DOI: 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x.

2. Merrill M.D. First Principles of Instruction // Educational Technology Research and Development. – 2002. – Vol. 50, № 3. – P. 43–59.

3. de Jong T., Linn M.C., Zacharia Z.C. Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education // Science. – 2013. – Vol. 340, № 6130. – P. 305–308. DOI: 10.1126/science.1230579.

RAQAMLI TA’LIM MUHITIDA KASBIY FANLAR INTEGRATSIYASI ASOSIDA BO‘LAJAK FIZIKA VA ASTRONOMIYA O‘QITUVCHILARINING METODIK KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISH

Berdiyev Shokir Xudoynazarovich
Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika kafedrasi katta o‘qituvchisi

Annotatsiya. Tezisda Umumiy pedagogika hamda Fizika va astronomiya o‘qitish metodikasi fanlarini raqamli ta’lim muhitida integratsiyalashning didaktik asoslari yoritiladi. Metodik kompetentlik maqsad, predmet mazmuni, o‘quvchi faoliyati va baholashni muvofiqlashtiruvchi asoslangan qaror orqali tavsiflanadi. MethodEdu.uz loyihasi doirasida integrativ topshiriq, metodik mahsulot, mezonli baholash va refleksiv qayta ishlashning bog‘lanishi taklif etiladi. Om qonuni va astronomik model misolida topshiriqlar mazmuni, sun’iy intellekt yordamidan foydalanish hamda talabaning mustaqil hissasini baholash shartlari ochib beriladi.

Kalit so‘zlar: metodik kompetentlik, kasbiy fanlar integratsiyasi, raqamli ta’lim muhiti, TPACK, MethodEdu.uz, virtual tajriba, STEAM, refleksiv baholash.

Bo‘lajak fizika va astronomiya o‘qituvchisining tayyorgarligida nazariy bilimni o‘quvchining bilish faoliyatiga aylantirish muhim o‘rin tutadi. Buning uchun talaba tushuntirish usulini tanlashi, dastlabki tasavvurlarni aniqlashi, tajribani tashkil etishi va o‘zlashtirish dalillarini baholashi zarur. N.A. Muslimov va hammualliflar kasbiy kompetentlikni bilim hamda malakalarni amaliy

faoliyatda qo‘llash bilan bog‘laydi [1]. L.S. Shulmanning pedagogik mazmun bilimi konsepsiyasi esa predmet mazmunini o‘quvchiga tushunarli ifodalash va o‘rganishdagi qiyinchiliklarni hisobga olishning bilim asosini ochadi [2].

Tadqiqotning maqsadi kasbiy fanlar integratsiyasini raqamli muhitda tashkil etish orqali bo‘lajak o‘qituvchining asoslangan metodik qaror qabul qilishini qo‘llab-quvvatlashga doir didaktik talablarni aniqlashtirishdan iborat. Ishda nazariy-qiyosiy tahlil, tushunchalarni umumlashtirish va pedagogik loyihalash usullaridan foydalanildi. Tahlil Umumiy pedagogika hamda Fizika va astronomiya o‘qitish metodikasi mazmunini yagona kasbiy vazifa atrofida bog‘lashga qaratildi.

Metodik kompetentlik pedagogik va predmetga oid bilimlarga tayanib, o‘quv maqsadi, mazmun, metod, vosita va baholashni asosli uyg‘unlashtirish, yechimni faoliyatda namoyon etish hamda dalillar asosida takomillashtirishni qamrab oladi. Uning ishchi tarkibi kognitiv-integrativ, loyihalash, amaliy-metodik, raqamli-metodik, kommunikativ va diagnostik-refleksiv komponentlar orqali tavsiflanadi. Har bir komponent uchun kuzatiladigan harakat va tekshiriladigan mahsulot belgilanadi. Masalan, loyihalash dars rejasidagi maqsad va faoliyatning mosligi, diagnostik-refleksiv komponent esa xatoni aniqlash va ishlanmani asosli qayta tuzish orqali namoyon bo‘ladi.

Kasbiy fanlar integratsiyasining birlashtiruvchi birligi sifatida metodik vazifa olinadi. Umumiy pedagogika maqsad qo‘yish, metod tanlash, hamkorlik va baholashning didaktik asosini beradi. Predmet metodikasi ushbu asoslarni fizik tushuncha, tajriba, masala yoki astronomik kuzatishga tatbiq etishni talab qiladi. Ikkala fan bilimlari dars fragmenti, laboratoriya yo‘riqnomasi yoki baholash topshirig‘ida birlashadi. Talaba mahsulotni taqdim etish bilan birga, tanlangan yechimning o‘quvchi tayyorgarligi va mavjud resurslarga mosligini izohlaydi. P. Mishra va M.J. Koehlerning TPACK, dastlab TPCK deb atalgan konseptual ramkasi texnologik, pedagogik va predmet bilimlarining o‘zaro aloqasini asoslaydi [3]. Ushbu ramkani metodik tayyorgarlikka tatbiq etishda raqamli vosita aniq bilish vazifasiga ko‘ra tanlanadi. Talaba simulyatsiyada qaysi parametr o‘zgartirilishini, qaysi natija taqqoslanishini va kuzatishdan qanday xulosa chiqarilishini belgilaydi. Shu asosda integrativ modulda kutiladigan metodik harakat, pedagogik tushuncha, predmet mazmuni, topshiriq, mahsulot va baholash mezoni o‘zaro bog‘lanishi taklif etiladi.

Om qonunini o‘qitishga oid namunaviy topshiriqda talaba o‘zgarmas haroratda qarshiligi doimiy bo‘lgan o‘tkazgich uchun tok kuchining kuchlanishga bog‘liqligini o‘rganish yo‘riqnomasini tuzadi. Unda tajribagacha taxmin, o‘zgartiriladigan parametr, o‘zgarmas saqlanadigan shart, o‘lchov jadvali va grafikni talqin qilish savollari ko‘rsatiladi. Masalan, o‘quvchidan kuchlanish o‘zgarganda tok kuchi qanday o‘zgarishini oldindan aytish, so‘ng kuzatish natijasi bilan qiyoslash so‘raladi. Bo‘lajak o‘qituvchi qaysi javob bog‘lanish tushunilganini ko‘rsatishini ham belgilaydi. Virtual modelning idealizatsiyalari

hamda real asbobni tanlash, ulash va o‘lchash amallarini alohida mashq qilish ehtiyoji yo‘riqnomada izohlanadi.

Astronomik STEAM loyihasi uchun Quyosh sistemasi modelini ishlab chiqish vazifasi tanlanishi mumkin. T.R. Kelley va J.G. Knowles integratsiyalashgan STEM ramkasida fanlar mazmunini kontekstli faoliyat orqali bog‘lashni ko‘rsatadi [4]. Ushbu g‘oyaning metodik moslashtirilishida astronomik bilim, masshtab hisoblari, model konstruksiyasi, raqamli taqdimot va vizual ifoda bitta o‘quv vazifasiga xizmat qiladi. Talaba loyiha maqsadi, guruh rollari, individual hissa va baholash mezonlarini belgilaydi. Modelda sayyoralar o‘lchamlari va masofalar turli masshtablarda berilsa, bu farq aniq izohlanadi. Natijaviy mahsulot model, loyiha pasporti va metodik tushuntirishdan tashkil topadi.

Loyihalanayotgan MethodEdu.uz muhiti bunday topshiriqlarni elektron modullar, resurslar, portfolio va qayta aloqa bilan bog‘lashga yo‘naltiriladi. Auditoriyagacha talaba tayanch material asosida dastlabki yechimni tayyorlaydi; auditoriyada mikrodars yoki muhokama orqali uni sinab ko‘radi; mashg‘ulotdan keyin ishlanmani tahrirlaydi. Portfolio dastlabki mahsulot, o‘qituvchi izohi, yangilangan variant va o‘zgartirish sababini birga saqlashga xizmat qilishi ko‘zda tutiladi. Shu tuzilma metodik qarorning qanday o‘zgarganini tahlil qilish imkonini beradi.

Baholashda fizik mazmunning to‘g‘riligi, maqsad va o‘quvchi faoliyatining mosligi, vosita tanlovining asoslanganligi, savollarning diagnostik qiymati hamda qayta ishlashning dalillanganligi tekshiriladi. Nicol va Macfarlane-Dick qayta aloqani talabaning o‘z faoliyatini boshqarishi va yaxshilashiga xizmat qiladigan jarayon sifatida izohlaydi [5]. Masalan, ishlanmaning fizik mazmuni to‘g‘ri, lekin baholash savoli noaniq bo‘lsa, yordam aynan shu savolni o‘quv natijasiga moslashtirishga qaratiladi. Platformaga kirishlar soni va sarflangan vaqt yordamchi ma’lumot sifatida olinadi; asosiy dalil mahsulot sifati va talabaning uni tushuntira olishidir.

Sun’iy intellekt yordamchisi yo‘naltiruvchi savol va dastlabki izoh taklif qilish uchun qo‘llanishi mumkin. Bunda talaba avval mustaqil yechim yaratadi, so‘ng AI tavsiyasini ishonchli fan manbasi va baholash mezoni bilan tekshiradi. Qabul qilingan yoki rad etilgan taklifning sababi yoziladi, yakuniy bahoni o‘qituvchi tasdiqlaydi. Bunday tashkil etish UNESCO qo‘llanmasidagi insonning mustaqil qarori va pedagogik muvofiqlikni saqlash tamoyiliga mos keladi [6]. Talabaning mustaqil metodik hissasini aniqlash uchun unga sharti o‘zgartirilgan kichik vazifa berilishi va yechimini asoslash talab qilinishi mumkin. Kasbiy fanlar integratsiyasini raqamli muhitda metodik vazifa, mahsulot, mezonli baholash va refleksiv qayta ishlash atrofida tashkil etish taklif qilindi. Ajratilgan didaktik talablar MethodEdu.uz modullarini loyihalash va talabaning metodik qarorini baholash uchun asos bo‘la oladi. Ularning rivojlantiruvchi samarasi keyingi tajriba-sinovda metodik mahsulotlar hamda yangi vazifalarni mustaqil bajarish natijalari orqali tekshirilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Muslimov N.A., Usmonboyeva M.H., Sayfurov D.M., To‘rayev A.B. Pedagogik kompetentlik va kreativlik asoslari: o‘quv-metodik qo‘llanma. – Toshkent, 2015. – 120 b.
2. Shulman L.S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching // Educational Researcher. – 1986. – Vol. 15, No. 2. – P. 4–14.
3. Mishra P., Koehler M.J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge // Teachers College Record. – 2006. – Vol. 108, No. 6. – P. 1017–1054.
4. Kelley T.R., Knowles J.G. A conceptual framework for integrated STEM education // International Journal of STEM Education. – 2016. – Vol. 3. – Article 11.
5. Nicol D.J., Macfarlane-Dick D. Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice // Studies in Higher Education. – 2006. – Vol. 31, No. 2. – P. 199–218.
6. Miao F., Holmes W. Guidance for generative AI in education and research. – Paris: UNESCO, 2023. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693.

KIMYO TEXNOLOGIYASI YO‘NALISHIDA FIZIKANI KASBIY VAZIFALAR VA RAQAMLI RESURSLAR ASOSIDA O‘QITISH

Xudayberdiyeva Arofat Isroilovna
Toshkent kimyo-texnologiya instituti

Annotatsiya. Tezisda kimyo texnologiyasi yo‘nalishi talabalari uchun fizika mazmunini kasbiy vazifalar bilan bog‘lash va shu vazifalarga mos raqamli resurslarni tanlash tartibi yoritiladi. Mazmunni saralash mezonlari o‘quv natijasi, talaba faoliyati va baholash dalillari bilan muvofiqlashtiriladi. Suyuqlik oqimini isitish misolida modelni tanlash, parametrlar ta’sirini hisoblash hamda qo‘llanish shartlarini izohlashga yo‘naltirilgan mashg‘ulot tavsiya etiladi. Elektron topshiriq varag‘i va qayta aloqa vositalarining metodik vazifalari aniqlashtiriladi.

Kalit so‘zlar: kasbiy yo‘naltirilgan ta’lim, fizika, kimyo texnologiyasi, raqamli resurs, modellashtirish, issiqlik quvvati, shakllantiruvchi baholash.

Kimyo texnologiyasi yo‘nalishida fizika kursi issiqlik almashinuvi, suyuqlik oqimi, elektr hodisalari va optik nazorat jarayonlarini tushuntirishga tayanch bo‘ladi. Kasbiy vazifani bajarishda talaba jarayondan fizik tizimni ajratishi, tegishli qonunni tanlashi va olingan natijaning texnologik ma’nosini izohlashi kerak. Shu bois o‘quv mazmuniga kiritiladigan vaziyatda qaysi fizik qaror qabul qilinishi oldindan belgilanadi. Raqamli resurs ham ushbu qarorni tayyorlash, tekshirish yoki asoslashga xizmat qiladigan vazifa bilan tanlanadi.

Ishning maqsadi kimyo texnologiyasi yo‘nalishida fizika mazmuni, kasbiy o‘quv vazifasi, raqamli resurs va baholashni o‘zaro muvofiqlashtirish tartibini asoslashdan iborat. Nazariy-metodik tahlil, topshiriqlarni didaktik loyihalash va

hisobiy misollarni qiyoslash asosida suyuqlik oqimini isitishga doir mashg‘ulot namunasi ishlab chiqiladi. J. Biggsning konstruktiv muvofiqlashtirish yondashuvida o‘quv maqsadi, talabaning bajaradigan faoliyati va baholash o‘zaro bog‘lanadi [1]. Mazkur ishda bu bog‘lanish tizimni ajratish, modelni asoslash, hisoblash va xulosa chiqarish harakatlari orqali aniqlashtiriladi.

Mazmun tanlashda oltita mezon qabul qilinadi: fundamental fizik ahamiyat; kasbiy vazifa bilan bevosita bog‘liqlik; talabaning fizik va matematik tayyorgarligiga moslik; bilimni o‘zgargan vaziyatda qo‘llash imkoniyati; o‘quv natijasini kuzatish; ajratilgan vaqt va resurslar doirasida bajarish imkoniyati. Fizik qonun, kattalik, birlik va model shartlari tayanch mazmunni tashkil etadi. Kasbiy kengaytma esa jarayonning chegaralarini, berilgan ma’lumotlarni va hisob natijasining mazmunini ochadi. Masalan, isitish masalasida quvvatni aniqlash umumiy energiya balansi bilan bog‘lanadi; murakkab qurilmaning barcha texnologik hisoblari bitta topshiriqqa jamlanmaydi. Mashg‘ulot kasbiy vaziyatdagi savoldan boshlanadi. M. J. Prince va R. M. Felder tavsiflagan induktiv yondashuvlarda muammo, kuzatish yoki vaziyat nazariy bilimga ehtiyojni yuzaga chiqaradi [2]. Taklif etilayotgan namunada talabadan bir xil suyuqlikning ikkita oqimini isitishda qaysi holat uchun ko‘proq issiqlik quvvati zarurligini aniqlash so‘raladi. O‘quv natijasi massa sarfi va temperatura ortishini birgalikda hisobga olish, taqqoslash natijasini esa fizik shartlar bilan asoslashdan iborat.

Hisoblash uchun statsionar oqim modeli tanlanadi. Suyuqlikning fazasi o‘zgarmaydi, solishtirma issiqlik sig‘imi doimiy deb olinadi; bosim o‘zgarishining entalpiyaga hissasi, val orqali bajariladigan ish hamda kinetik va potensial energiya o‘zgarishlari e’tiborga olinmaydi. Ushbu shartlarda oqimga beriladigan issiqlik quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$\dot{Q} = \dot{m} c_{\mathrm{p}} (T_{\mathrm{chiq}} - T_{\mathrm{kir}}) \qquad (1)$$

bunda $\dot{Q}$ - suyuqlikka uzatiladigan issiqlik quvvati, W; $\dot{m}$ - massa sarfi, kg/s; c_{p} - izobarik solishtirma issiqlik sig‘imi, J/(kg·K); T_{chiq} va T_{kir} - chiqish va kirish temperaturalari. Temperaturalar farqi kelvinda olinadi. Natija oqim oladigan issiqlik quvvatini ifodalaydi. Isitish qurilmasining elektr iste’molini aniqlash uchun uning foydali ish koeffitsiyenti va issiqlik yo‘qotishlari haqidagi ma’lumotlar ham zarur. Shartli o‘quv vazifasida har ikki oqim uchun solishtirma issiqlik sig‘imi 4,2 kJ/(kg·K) deb beriladi. A holatda massa sarfi 0,20 kg/s va temperatura ortishi 30 K, B holatda esa mos ravishda 0,30 kg/s va 20 K ni tashkil etadi. (1) ifoda bo‘yicha hisoblash va keyingi mustaqil topshiriqning kutiladigan natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Suyuqlik oqimini isitishga doir hisobiy misol

Holat	Massa sarfi, kg/s	Temperatura ortishi, K	Issiqlik quvvati, kW
A	0,20	30	25,2
B	0,30	20	25,2

B o‘zgartirilgan	0,30	30	37,8

Dastlabki ikki holatda issiqlik quvvati teng: A oqimdagi kattaroq temperatura ortishi B oqimdagi kattaroq massa sarfi bilan muvozanatlanadi. Talaba kJ/s birligi kW ga tengligini va natija energiya miqdorini emas, uning uzatilish tezligini anglatishini tushuntiradi. B oqimning temperatura ortishi 30 K ga o‘zgartirilsa, quvvat 37,8 kW, ya’ni A holatdagidan 1,5 baravar katta bo‘ladi. Suyuqlik qaynay boshlagan variantda bug‘lanish issiqligini ham qamrab oluvchi entalpiyalar farqidan foydalaniladi; shu savol model chegarasini tushunishni tekshiradi. 80 daqiqalik amaliy-seminarda dastlabki 8 daqiqa massa sarfi, temperatura farqi va quvvat birliklarini aniqlashtirishga ajratiladi. Keyingi 12 daqiqada talaba dastlabki tanlovi va sababini individual yozadi. Navbatdagi 15 daqiqada juftliklar yechimlarini muhokama qilib, o‘qituvchining umumiy izohidan oldin qayta individual javob beradi. Bu tartib C. H. Crouch va E. Mazur bayon qilgan o‘zaro o‘qitish usuliga mos keladi [3]. Keyingi 15 daqiqada energiya balansi va muqobil yechimlar umumiy muhokama qilinadi; 20 daqiqada o‘zgartirilgan shartdagi mustaqil topshiriq bajariladi; oxirgi 10 daqiqada xatolar tahlil qilinib, yechim tuzatiladi.

Ushbu mashg‘ulotning raqamli ta’minoti sifatida elektron topshiriq varag‘idan foydalanish tavsiya etiladi. Unda maqsad, jarayon sxemasi, berilgan kattaliklar, model shartlari, dastlabki javob, muhokamadan keyingi izoh va yakuniy mustaqil yechim uchun alohida maydonlar ajratiladi. O‘qituvchi uchun tayyorlanadigan nusxaga yechim kaliti va yo‘naltiruvchi savollar qo‘shiladi. Tayyor yechim mashg‘ulotning tegishli bosqichida ochiladi, dastlabki javob esa keyingi javob bilan almashtirib yuborilmaydi. Bu yozuvlar o‘qituvchiga talabaning qaysi fikri o‘zgarganini ko‘rish imkonini beradi. Parametrlar ta’sirini ko‘rsatish uchun hisoblash jadvali va unga mos grafikdan foydalanish mumkin. Talaba avval massa sarfi yoki temperatura ortishi o‘zgarganda quvvat qanday o‘zgarishini taxmin qiladi, so‘ng hisoblash orqali tekshiradi. Bir parametr o‘zgartirilganda qolgan shartlar saqlanadi; grafikdan chiqarilgan xulosa modelning amal qilish shartlari bilan bog‘lanadi. Jadvalga kiritilgan sonlar topshiriqning berilganlari bo‘lib, ular o‘lchov ma’lumoti sifatida talqin qilinmaydi. Raqamli vositaning metodik vazifasi parametrlarni taqqoslash va izohlarni qayd etishda ifodalanadi. Asbobni ulash yoki real o‘lchash malakasi baholansa, tegishli laboratoriya faoliyati alohida tashkil etiladi.

Baholashda talabaning fizik tizim va qonunni tanlashi, kattaliklar hamda birliklarni to‘g‘ri qo‘llashi, hisobni bajarishi, farazlarni asoslab natijani kasbiy vaziyatda izohlashi kuzatiladi. Har bir mezon tegishli ish mahsuloti bilan

tekshiriladi: sxema, tenglama, hisob yoki yozma xulosa. Masalan, sonli javob to‘g‘ri chiqib, quvvat energiya deb izohlansa, birlik va vaqt ma’nosini ochuvchi savol beriladi. Talaba faqat temperatura ortishiga qarasa, vaqt birligida isitiladigan massa sxemada ko‘rsatiladi. Yordam bilan va mustaqil bajarilgan ishlar tahlilida ko‘rsatilgan yordam qayd etiladi. J. Hattie va H. Timperley qayta aloqani maqsad, joriy bajarish holati va keyingi qadam haqidagi axborot bilan bog‘laydi [4]. Shunga muvofiq, o‘qituvchi bajarilgan ishning to‘g‘ri jihatini, aniqlashtiriladigan xatoni va qayta bajariladigan harakatni ko‘rsatadi. Talaba tuzatish sababini yozadi; navbatdagi mashg‘ulotda yangi shartdagi individual vazifa orqali uning qarori qayta tekshiriladi. O‘qitish samaradorligi haqidagi empirik xulosa esa boshlang‘ich tayyorgarlik, topshiriq murakkabligi, vaqt va pedagogik yordam hisobga olingan tajriba-sinov dalillarini talab etadi.

Kimyo texnologiyasi yo‘nalishida fizika ta’limini kasbiy vazifalar asosida tashkil etish mazmun tanlash mezonlarini, modelga oid qarorlarni va baholash dalillarini o‘zaro bog‘lashni talab qiladi. Suyuqlik oqimini isitish misoli bu bog‘lanishni aniq hisob va o‘zgartirilgan shartdagi mustaqil yechim orqali ochadi. Elektron topshiriq varag‘i hamda parametrlarni taqqoslash vositasi talaba fikrini qayd etish va tekshirishga xizmat qiladi. Taklif etilgan tartib shu mezonlar asosida boshqa fizik mavzular uchun topshiriqlarni loyihalashda qo‘llanishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Xudayberdieva A. Fizikadan mustaqil ta’lim uchun ishlab chiqilgan o‘quv vositalari, yangi yondashuvlar va innovatsiyalar. Ta’lim, fan va innovatsiya ma’naviy-ma’rifiy, ilmiy-uslubiy jurnali. – Toshkent. 2025. № 4. – B. 375–379. (13.00.00. № 18).
2. Biggs J. Enhancing teaching through constructive alignment // Higher Education. – 1996. – Vol. 32. – P. 347–364. – DOI: 10.1007/BF00138871.
3. Худайбердиева А.И. Физика фанини ўқитишда мустақил ишлаш фаолиятларини ривожлантиришга қаратилган машғулотларни ташкил этиш. Academic Research in Educational Sciences. – Chirchiq. 2022. Vol. 3, № 12. – B. 409–414.
4. Prince M. J., Felder R. M. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases // Journal of Engineering Education. – 2006. – Vol. 95, № 2. – P. 123–138. – DOI: 10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x.
5. Crouch C. H., Mazur E. Peer Instruction: Ten years of experience and results // American Journal of Physics. – 2001. – Vol. 69, № 9. – P. 970–977. – DOI: 10.1119/1.1374249.

6. Hattie J., Timperley H. The Power of Feedback // Review of Educational Research. – 2007. – Vol. 77, № 1. – P. 81–112. – DOI: 10.3102/003465430298487.

AKADEMIK LITSEYDA FIZIKA FANINI INTEGRATSIYALASHGAN O‘QITISH ORQALI O‘QUVCHILAR IJODIY FAOLIYATINI TA’MINLASH METODIKASI

Mamajonov Xoshimjon Abdumalikovich
Chirchiq davlat pedagogika universiteti mustaqil izlanuvchisi
mamajonovxoshimjon5@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada akademik litseyda fizika fanini integratsiyalashgan o‘qitish orqali o‘quvchilarning ijodiy faoliyatini ta’minlash metodikasi tadqiq etilgan. Fizika fanini matematika, informatika, kimyo va texnika fanlari bilan uzviy bog‘liq holda o‘qitishning nazariy-metodik asoslari yoritilgan. Muammoli ta’lim, loyihaviy metod va evristik suhbat kabi zamonaviy pedagogik texnologiyalardan foydalangan holda o‘quvchilarning mustaqil fikrlash, ijodiy izlanish va amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirishga qaratilgan metodik tavsiyalar ishlab chiqilgan. Tajriba-sinov ishlari natijalari integratsiyalashgan yondashuvning o‘quvchilar ijodiy faolligini oshirishdagi samaradorligini tasdiqlagan.

Kalit so‘zlar: integratsiyalashgan ta’lim, fizika fani, ijodiy faoliyat, akademik litsey, muammoli ta’lim, loyihaviy metod, fanlararo bog‘lanish.

KIRISH

O‘zbekiston Respublikasida ta’lim-tarbiya tizimini tubdan isloh qilish, uzluksiz ta’lim sifatini jahon standartlari darajasiga yetkazish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biriga aylandi. Akademik litsey ta’lim tizimining alohida bosqichi sifatida o‘quvchilarni chuqur fanlar bo‘yicha bilim, kasbga yo‘naltirilgan tayyorgarlik va oliy ta’limda muvaffaqiyatli o‘qishga zamin bilan ta’minlashga xizmat qiladi. Zamonaviy jamiyatning jadal rivojlanishi, axborot texnologiyalarining hayotning barcha sohalariga kirib borishi bilimlarni mexanik ravishda egallashdan ko‘ra, ularni amaliyotda ijodiy tatbiq eta oladigan, muammoli vaziyatlarda mustaqil qaror qabul qiladigan, yangi g‘oyalar ilgari surishga qodir shaxsni tarbiyalashni taqozo etmoqda. Shu nuqtai nazardan, aniq fanlar, xususan, fizika fanini o‘qitish jarayonida o‘quvchilarning ijodiy faoliyatini ta’minlash dolzarb pedagogik-metodik masalalardan biriga aylandi.

Fizika – tabiat hodisalarining umumiy qonuniyatlari, modda va maydonning tuzilishi hamda harakatini o‘rganuvchi fundamental fandir. Biroq, uni boshqa aniq va tabiiy fanlardan ajratilgan holda, faqat nazariy formula va qonunlarni yodlash asosida o‘qitish o‘quvchilarda bilimlarni yaxlit tizim sifatida idrok etish qobiliyatini shakllantirmaydi hamda ularning ijodiy salohiyatini cheklab qo‘yadi. Fizika fanini matematika, informatika, kimyo, biologiya va texnika fanlari bilan integratsiyalashgan holda o‘qitish o‘quvchilarga bilimlarni kompleks tarzda qo‘llash imkoniyatini beradi,

ularning tanqidiy va ijodiy fikrlash qobiliyatlarini, mustaqil tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Ijodiy faoliyat tushunchasi pedagogik-psixologik adabiyotlarda shaxsning yangi, o‘ziga xos, ijtimoiy va shaxsiy ahamiyatga ega mahsulot yarata olish qobiliyati sifatida ta’riflanadi. O‘quvchining ijodiy faoliyati faqat badiiy yoki tasviriy sohalarda emas, balki aniq fanlarni, jumladan, fizikani o‘rganish jarayonida ham namoyon bo‘lishi, rivojlanishi va maqsadli tarzda shakllantirilishi mumkin. Biroq amaliyot tahlili shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy ta’lim metodikasi ko‘pincha o‘quvchini tayyor bilimlarni qabul qiluvchi passiv shaxs sifatida ko‘radi, bu esa ijodiy faoliyatni to‘liq ta’minlashga to‘sqinlik qiladi. Ushbu qarama-qarshilik akademik litseylarda fizika fanini integratsiyalashgan o‘qitish metodikasini ishlab chiqish va amaliyotga tatbiq etish zaruriyatini keltirib chiqaradi.

Ushbu maqolaning maqsadi – akademik litseyda fizika fanini boshqa fanlar bilan integratsiyalashgan holda o‘qitish orqali o‘quvchilarning ijodiy faoliyatini ta’minlashning nazariy-metodik asoslarini yoritish, amaliy metodlarni ishlab chiqish hamda ularning samaradorligini pedagogik tajriba natijalari asosida asoslashdan iborat.

MAVZU BO‘YICHA ADABIYOTLAR TAHLILI

Fanlararo integratsiya va o‘quvchilar ijodiy faoliyatini rivojlantirish masalalari ko‘plab mahalliy va xorijiy tadqiqotchilar tomonidan o‘rganilgan. L.S. Vygotskiy o‘zining ijod psixologiyasiga bag‘ishlangan asarlarida bolalik davridagi tasavvur va ijodiy faoliyatning shakllanish mexanizmlarini tahlil qilib, ijodkorlik faqat alohida iste’dodli shaxslarga xos xususiyat emas, balki har bir o‘quvchida to‘g‘ri tashkil etilgan ta’lim jarayoni orqali rivojlantirilishi mumkin bo‘lgan qobiliyat ekanligini asoslab bergan. J. Piaje va J. Bruner kabi olimlarning kognitiv rivojlanish nazariyalarida bilimlarni faol, izlanuvchan faoliyat orqali egallash g‘oyasi ilgari surilgan bo‘lib, bu g‘oya zamonaviy muammoli va loyihaviy ta’lim texnologiyalarining nazariy negizini tashkil etadi.

Mahalliy pedagogika fanida R. Ishmuhamedov, A. Abduqodirov, A. Pardaev singari tadqiqotchilarning ishlarida innovatsion ta’lim texnologiyalarini qo‘llash orqali o‘quvchilarning faolligini oshirish masalalari keng yoritilgan. Shuningdek, fizika ta’limi metodikasi sohasida olib borilgan tadqiqotlarda fanlararo bog‘lanishlarning bilim sifatiga ijobiy ta’siri bir necha bor isbotlangan, biroq bu tadqiqotlarning aksariyati umumta’lim maktablari sharoitiga qaratilgan bo‘lib, aynan akademik litsey sharoitida, ya’ni yuqori bilim darajasi va kasbga yo‘naltirilgan ta’lim talab etiladigan bosqichda integratsiyalashgan yondashuv orqali ijodiy faoliyatni ta’minlash masalasi yetarlicha chuqur o‘rganilmagan. Ushbu bo‘shliq mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligini belgilaydi.

ASOSIY QISM VA METODOLOGIYA

Tadqiqot metodologiyasi nazariy tahlil (pedagogik-psixologik adabiyotlarni o‘rganish, qiyoslash, umumlashtirish), pedagogik kuzatuv, so‘rovnoma va tajriba-sinov ishlaridan iborat bo‘lib, u akademik litsey o‘quv jarayonida amalga oshirildi. Metodikaning nazariy asosini shaxsga yo‘naltirilgan ta’lim, muammoli ta’lim va

konstruktivistik ta’lim nazariyalari tashkil etadi, unga ko‘ra o‘quvchi bilimni tayyor holda emas, balki faol faoliyat jarayonida, mustaqil izlanish orqali o‘zlashtiradi.

Akademik litseyda fizika fanini integratsiyalashgan o‘qitish quyidagi asosiy yo‘nalishlarda amalga oshiriladi. Birinchidan, matematika fani bilan integratsiya fizik qonuniyatlarni miqdoriy jihatdan ifodalash, funksiyalar, grafiklar, hosila va integral tushunchalari yordamida dinamika, kinematika va elektrodinamika bo‘limlarini modellashtirish imkonini beradi. Ikkinchidan, informatika fani bilan bog‘lanish fizik hodisalarni kompyuter dasturlari (masalan, elektron jadval, simulyatsiya dasturlari) yordamida modellashtirish, virtual tajribalar o‘tkazish va natijalarni tahlil qilish orqali o‘quvchilarning tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Uchinchidan, kimyo fani bilan integratsiya modda tuzilishi, molekulyar-kinetik nazariya va termodinamika mavzularini chuqurroq tushunishga, atom va molekulalarning energetik xususiyatlarini fizik-kimyoviy nuqtai nazardan izohlashga yordam beradi. To‘rtinchidan, biologiya fani bilan integratsiya tirik organizmlardagi fizik jarayonlarni (qon bosimi, diffuziya, ko‘zning optik tizimi, nerv impulslarining elektr tabiati) o‘rganish orqali amalga oshiriladi. Beshinchidan, texnika va chizmachilik fanlari bilan bog‘lanish o‘quvchilarga fizik qonunlar asosida ishlaydigan oddiy qurilma va maketlarni loyihalash, ularning chizmalarini tayyorlash imkoniyatini yaratadi.

O‘quvchilarning ijodiy faoliyatini ta’minlashda quyidagi metodik yondashuvlar samarali hisoblanadi. Muammoli ta’lim texnologiyasi – bunda o‘quvchiga tayyor yechim berilmasdan, muammoli vaziyat qo‘yiladi va uni fizik qonunlar asosida mustaqil hal qilish talab etiladi; bu jarayonda o‘quvchi gipoteza ilgari suradi, uni tekshiradi va xulosa chiqaradi. Loyiha metodi – unda o‘quvchilar guruh bo‘lib muayyan amaliy muammoni (masalan, quyosh energiyasidan foydalanuvchi kichik qurilma yaratish yoki uy sharoitida energiya tejash tizimini loyihalash) hal qilish uchun fizika, matematika va texnika bilimlarini birgalikda qo‘llaydilar. Evristik suhbat – o‘quvchini savol-javob orqali mustaqil xulosaga olib boradigan metod bo‘lib, o‘qituvchi tayyor javob bermasdan, o‘quvchini fikrlashga yo‘naltiruvchi savollar beradi. Laboratoriya-amaliy mashg‘ulotlar – bunda o‘quvchilar o‘z tajribalarini rejalashtirib, o‘tkazib, natijalarini tahlil qiladilar va ilmiy xulosalar chiqaradilar. Ushbu metodlarning barchasi o‘quvchini bilim iste’molchisidan bilim yaratuvchisi darajasiga ko‘tarishga xizmat qiladi.

Metodikaning muhim tarkibiy qismi – ijodiy topshiriqlar tizimi bo‘lib, unga quyidagilar kiradi: fizik hodisani tushuntiruvchi kichik ilmiy loyiha yoki referat tayyorlash; amaliy ahamiyatga ega qurilma yoki maket yasash (masalan, elektromagnit qo‘ng‘iroq, oddiy elektr dvigateli, bosim asosida ishlaydigan model); fizik qonunga asoslangan masala tuzish va uni bir necha usul bilan yechish; kundalik hayotdagi hodisalarni (masalan, muzlash, bug‘lanish, elektr toki xavfsizligi) fizik nuqtai nazardan izohlash; hamda fan olimpiadalari va ilmiy-amaliy konferensiyalarga tayyorgarlik ko‘rish. Bunday topshiriqlar o‘quvchida mustaqil izlanish, tahlil qilish, taqqoslash va yangi g‘oyalar ilgari surish ko‘nikmalarini izchil shakllantiradi.

Integratsiyalashgan darslarni tashkil etishda o‘qituvchi quyidagi bosqichlarga amal qilishi maqsadga muvofiq: birinchi bosqichda mavzuning boshqa fanlar bilan

bog‘liq nuqtalari aniqlanadi va integratsiya rejasi tuziladi; ikkinchi bosqichda o‘quvchilarga muammoli vaziyat yoki loyiha topshirig‘i taqdim etiladi; uchinchi bosqichda o‘quvchilar kichik guruhlarda mustaqil yoki o‘qituvchi yordamida izlanish olib boradilar, kerakli ma’lumot va formulalarni turli fanlardan jalb qiladilar; to‘rtinchi bosqichda natijalar taqdimot, loyiha himoyasi yoki amaliy namoyish shaklida rasmiylashtiriladi; beshinchi bosqichda esa o‘qituvchi va o‘quvchilar birgalikda ishning ijodiylik darajasini, ilmiy asoslanganligini va amaliy ahamiyatini muhokama qiladilar hamda refleksiya o‘tkaziladi. Ushbu izchil bosqichlar o‘quvchida nafaqat fizik bilimlarni, balki loyihalash, taqdim etish va o‘z-o‘zini baholash ko‘nikmalarini ham shakllantiradi.

NATIJALAR VA TAHLILLAR

Tadqiqot doirasida akademik litsey o‘quvchilari ishtirokida pedagogik tajriba-sinov ishlari tashkil etildi. Tajriba ikki guruhda – tajriba guruhi (integratsiyalashgan metodika asosida) va nazorat guruhi (an’anaviy uslubda) o‘rtasida qiyosiy tarzda olib borildi. O‘quvchilarning ijodiy faoliyat darajasi uchta asosiy mezon bo‘yicha baholandi: bilim darajasi (fizik qonunlarni boshqa fanlar bilan bog‘lab tushuntira olish), ko‘nikma darajasi (muammoli masalalarni mustaqil yecha olish, loyiha tayyorlay olish) va motivatsion daraja (fanga bo‘lgan qiziqish, darsdagi faollik). Har bir mezon bo‘yicha o‘quvchilar quyi, o‘rta va yuqori darajalarga ajratildi.

Tajriba boshlanishidan oldin o‘tkazilgan dastlabki diagnostika natijalari ikkala guruhda ham ko‘rsatkichlar taxminan bir xil darajada, ya’ni yuqori darajadagi o‘quvchilar ulushi 18-20% atrofida ekanligini ko‘rsatdi. Tajriba tugagach o‘tkazilgan yakuniy nazoratda esa sezilarli farq kuzatildi: tajriba guruhida yuqori darajadagi o‘quvchilar ulushi 46% ga, nazorat guruhida esa atigi 24% ga yetdi. Xususan, integratsiyalashgan metodika asosida ta’lim olgan o‘quvchilarning ijodiy topshiriqlarni mustaqil bajarish ko‘rsatkichi nazorat guruhiga nisbatan 26 foiz punktga, fanga nisbatan qiziqish va motivatsiya darajasi esa 22 foiz punktga yuqori bo‘lgani aniqlandi. Loyiha himoyasi jarayonida tajriba guruhi o‘quvchilarining 68% i o‘z ishlarini fizika bilan bir emas, kamida ikki boshqa fan (masalan, matematika va texnika, yoki kimyo va informatika) bilan bog‘lab taqdim eta olgani qayd etildi, nazorat guruhida bu ko‘rsatkich atigi 21% ni tashkil etdi.

Shuningdek, tajriba guruhi o‘quvchilari orasida fizik-texnik loyihalar yaratish, muammoli masalalarni turli usullar bilan yechish va olingan bilimlarni yangi, notanish vaziyatlarga tatbiq etish ko‘nikmalari sezilarli darajada rivojlangani kuzatildi. O‘qituvchilar bilan o‘tkazilgan so‘rovnoma natijalariga ko‘ra, integratsiyalashgan metodikadan foydalanilgan darslarda o‘quvchilarning savol berish faolligi, munozaralarga qo‘shilish darajasi va mustaqil xulosalar chiqarish qobiliyati sezilarli oshgani ta’kidlandi. Bundan tashqari, tajriba guruhi o‘quvchilarining tuman va viloyat miqyosidagi fan olimpiadalari hamda ilmiy-amaliy konferensiyalarda ishtirok etish faolligi ham ortgani kuzatildi.

1-jadval. Tajriba va nazorat guruhlarining yakuniy ko‘rsatkichlari (%)

Baholash mezoni	Tajriba guruhi	Nazorat guruhi

Yuqori bilim darajasidagi o‘quvchilar ulushi	46%	24%
Ijodiy topshiriqni mustaqil bajarish ko‘rsatkichi	74%	48%
Fanga nisbatan yuqori motivatsiya darajasi	71%	49%
Loyihani kamida ikki fan bilan bog‘lab himoya qilish	68%	21%

Olingan natijalarning statistik ishonchliligini tekshirish maqsadida tajriba va nazorat guruhlari ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi farq matematik-statistik usullar (o‘rtacha qiymatlarni taqqoslash, foizli nisbatlarni tahlil qilish) yordamida baholandi. Tahlil natijalari tajriba guruhidagi o‘sishning tasodifiy emas, balki qo‘llanilgan integratsiyalashgan metodika bilan bog‘liq ekanligini tasdiqladi. Bu, o‘z navbatida, fizika fanini boshqa fanlar bilan integratsiyalashgan holda o‘qitishning akademik litsey o‘quvchilari ijodiy faoliyatini ta’minlashdagi pedagogik samaradorligini ishonchli tarzda asoslaydi.

MUHOKAMA

Olingan natijalar fizika fanini integratsiyalashgan o‘qitishning o‘quvchilar ijodiy faoliyatini rivojlantirishdagi ahamiyatini yana bir bor tasdiqlaydi. Shu bilan birga, tadqiqot jarayonida bir qator amaliy qiyinchiliklar ham aniqlandi. Xususan, integratsiyalashgan darslarni tashkil etish o‘qituvchidan boshqa fan o‘qituvchilari bilan hamkorlikda ishlash, qo‘shimcha vaqt va metodik tayyorgarlikni talab qiladi. Ba’zi o‘qituvchilar an’anaviy dars tuzilishidan voz kechishga ehtiyotkorlik bilan yondashadilar, chunki integratsiyalashgan mashg‘ulotlar ko‘proq tayyorgarlik va moslashuvchan baholash mezonlarini talab etadi. Shuningdek, akademik litseylarning moddiy-texnik bazasi turlicha bo‘lganligi sababli, ayrim ta’lim muassasalarida laboratoriya jihozlari va raqamli vositalarning yetishmasligi integratsiyalashgan loyihalarni to‘liq amalga oshirishga to‘siq bo‘lishi mumkin.

Bunday qiyinchiliklarni bartaraf etish uchun o‘qituvchilar uchun maxsus metodik qo‘llanmalar va treninglar tashkil etish, fanlararo integratsiyalashgan dars ishlanmalari bankini yaratish, shuningdek, akademik litseylar o‘rtasida tajriba almashish tizimini yo‘lga qo‘yish tavsiya etiladi. Bundan tashqari, integratsiyalashgan ta’lim natijalarini baholashning aniq mezonlari va vositalarini ishlab chiqish, ularni davlat ta’lim standartlariga muvofiqlashtirish zarur.

AMALIY TAVSIYALAR

Tadqiqot natijalari asosida akademik litseyda fizika fanini integratsiyalashgan o‘qitish orqali o‘quvchilar ijodiy faoliyatini ta’minlash yuzasidan quyidagi amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

1. Har bir o‘quv yili boshida fizika o‘qituvchisi matematika, informatika, kimyo, biologiya va texnika fanlari o‘qituvchilari bilan birgalikda “integratsiya xaritasi”ni tuzishi, unda mavzular kesishuvi va qo‘shma mashg‘ulotlar rejasi belgilanishi lozim.

2. Har bir mavzu bo‘yicha kamida bitta muammoli yoki loyihaviy topshiriq ishlab chiqilishi, topshiriq shartlari o‘quvchiga bir necha fan bilimini birgalikda qo‘llashni talab qiladigan tarzda shakllantirilishi kerak.

3. O‘quvchilar bajargan ijodiy topshiriq va loyihalarni baholashda faqat nazariy bilim emas, balki g‘oyaning originalligi, amaliy ahamiyati va fanlararo bog‘liqlik darajasi alohida mezon sifatida hisobga olinishi maqsadga muvofiq.

4. Akademik litseylarda fanlararo integratsiyalashgan dars ishlanmalari, ko‘rgazmali va raqamli materiallar to‘plangan yagona metodik bank yaratilishi, o‘qituvchilar uchun muntazam malaka oshirish seminarlari tashkil etilishi tavsiya etiladi.

5. Litsey ma’muriyati tomonidan yil davomida fanlararo loyihalar tanlovi va ilmiy-amaliy konferensiyalar tashkil etilishi, bu esa o‘quvchilarning ijodiy faoliyatini rag‘batlantirish va uning natijalarini ommalashtirishga xizmat qiladi.

XULOSA

Akademik litseyda fizika fanini integratsiyalashgan o‘qitish orqali o‘quvchilarning ijodiy faoliyatini ta’minlash zamonaviy ta’lim sifatini oshirishning muhim va samarali yo‘llaridan biridir. Muammoli ta’lim, loyiha metodi, evristik suhbat va laboratoriya-amaliy mashg‘ulotlar, shuningdek, ijodiy topshiriqlar tizimidan izchil va samarali foydalanish o‘quvchilarni passiv bilim oluvchidan faol izlanuvchi va yaratuvchi shaxsga aylantiradi. Fizika fanini matematika, informatika, kimyo, biologiya va texnika fanlari bilan uzviy bog‘liqlikda o‘qitish o‘quvchilarda yaxlit ilmiy dunyoqarash, tanqidiy va ijodiy fikrlash qobiliyatini shakllantirish uchun mustahkam poydevor yaratadi.

O‘tkazilgan pedagogik tajriba natijalari integratsiyalashgan metodikaning o‘quvchilar bilim, ko‘nikma va motivatsiya darajasini sezilarli oshirishini statistik jihatdan asoslab berdi. Shu bilan birga, ushbu metodikani keng joriy etish uchun o‘qituvchilarning tegishli metodik tayyorgarligini ta’minlash, fanlararo hamkorlikni rag‘batlantiruvchi tashkiliy shart-sharoitlar yaratish, moddiy-texnik bazani mustahkamlash va integratsiyalashgan ta’lim natijalarini baholash tizimini takomillashtirish zarur. Kelgusi tadqiqotlarda ushbu metodikaning boshqa aniq fanlar (matematika, kimyo) o‘qitish jarayoniga tatbiq etilishi, shuningdek, uning uzoq muddatli natijalari alohida o‘rganilishi maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi. – Toshkent: “O‘zbekiston” nashriyoti, 2022. – 464 b.

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Xalq ta’limi tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi Farmoni, 2019-yil.

3. Tillaboyev A.M. Fizika ta’limida integratsiyalashgan yondashuv metodikasi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020. – 148 b.

4. Xoliqulov O‘.B. Akademik litseylarda fanlararo integratsiya asosida o‘quvchilar ijodiy faoliyatini rivojlantirish. – Toshkent: TDPU, 2019. – 132 b.

5. Yakubova M.H. Fizika o‘qitishda fanlararo bog‘lanishlardan foydalanish metodikasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2018. – 120 b.

6. Ishmuhamedov R., Abduqodirov A., Pardaev A. Ta’limda innovatsion texnologiyalar. – Toshkent: Iste’dod, 2010. – 160 b.

7. Vygotsky L.S. Imagination and Creativity in Childhood. Journal of Russian and East European Psychology, 2004. Vol.42, No.1, pp.7-97.

8. Bruner J.S. The Process of Education. – Cambridge: Harvard University Press, 1960. – 97 p.

9. Sanders M. STEM, STEM Education, STEMmania. The Technology Teacher, 2009. 68(4), 20-26.

10. G‘ofurov A.T., Nishonova Z.T. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar va ularni fizika ta’limida qo‘llash. – Toshkent: Nizomiy nomidagi TDPU, 2021. – 156 b.

UMUMTA’LIM MAKTABLARIDA “MEXANIKA” BO‘LIMINI O‘QITISHDA SUN’IY INTELLEKT ASOSIDAGI DIDAKTIK ISHLANMALARDAN FOYDALANISH METODIKASI

M.A. Raxmonov[1], M.Z. Nurmahmatova[2]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti Fizika kafedrasi o‘qituvchi

[2]Chirchiq davlat pedagogika universiteti 4-bosqich talabasi.

Annotatsiya. Mazkur tezisda umumta’lim maktablarida fizika fanining “Mexanika” bo‘limini o‘qitishda sun’iy intellekt (SI) texnologiyalari asosida yaratilgan didaktik ishlanmalardan foydalanishning metodik imkoniyatlari tahlil qilingan. Mexanik hodisa va jarayonlarni o‘rganishda SI vositalaridan foydalanishning didaktik funksiyalari, xususan, fizik jarayonlarni vizuallashtirish, turli murakkablikdagi masalalarni shakllantirish, o‘quvchilarga individual topshiriqlar tayyorlash hamda tezkor qayta aloqa tashkil etish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. SI tomonidan yaratilgan o‘quv materiallarini fizik to‘g‘rilik, didaktik maqsadga muvofiqlik va o‘quvchilarning yosh xususiyatlari nuqtayi nazaridan o‘qituvchi ekspertizasidan o‘tkazish zarurligi asoslangan.

Kalit so‘zlar: *fizika ta’limi, mexanika, sun’iy intellekt, didaktik ishlanma, vizuallashtirish, fizik masala, individual ta’lim, raqamli ta’lim.*

Bugungi kunda raqamli texnologiyalarning ta’lim tizimiga jadal kirib kelishi o‘quv jarayonini tashkil etishning yangi metodik imkoniyatlarini yuzaga keltirmoqda. Xususan, sun’iy intellekt texnologiyalarining matn, tasvir, masala, topshiriq va boshqa turdagi ta’lim resurslarini yaratish imkoniyati ulardan fizika ta’limida didaktik vosita sifatida foydalanish masalasini dolzarb qilib qo‘ymoqda. O‘zbekiston Respublikasida ham sun’iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirish, ulardan foydalanish bo‘yicha bilim va ko‘nikmalarni oshirish hamda kadrlar salohiyatini rivojlantirish ustuvor vazifalardan biri sifatida belgilangan [1]. Bu holat umumta’lim maktablarida tabiiy fanlarni, jumladan, fizikani o‘qitishda SI

imkoniyatlaridan pedagogik jihatdan asoslangan holda foydalanish metodikasini ishlab chiqish zaruratini kuchaytiradi.

Umumta’lim maktablari fizika kursida “Mexanika” bo‘limi alohida o‘rin egallaydi. Mazkur bo‘limda mexanik harakat, trayektoriya, yo‘l, ko‘chish, tezlik, tezlanish, kuch, massa, impuls, ish va energiya singari fundamental tushunchalar shakllantiriladi. Amaldagi 7-sinf fizika darsligida ham mexanik harakatga oid tushunchalar tizimli ravishda berilib, nazariy material masalalar, amaliy topshiriqlar va mashqlar bilan uyg‘unlashtirilgan [2]. Shu sababli ushbu bo‘limni o‘qitishda fizik tushunchalarni faqat verbal bayon qilish bilan cheklanmasdan, ularni kuzatiladigan hodisa, grafik model, matematik ifoda va amaliy masala bilan o‘zaro bog‘lash muhim hisoblanadi.

Masalan, tekis harakat uchun tezlikning fizik mazmuni quyidagi munosabat orqali ifodalanadi:

$$v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

Bu yerda v – tezlik, s – jism bosib o‘tgan yo‘l, t – harakat vaqti. SI asosidagi didaktik ishlanma yordamida ushbu munosabatni faqat formula sifatida emas, balki turli boshlang‘ich shartlar uchun harakat jarayonini tavsiflovchi jadval, grafik va masalalar bilan birgalikda taqdim etish mumkin. Masalan, o‘quvchiga bir xil vaqt oralig‘ida turli masofalarni bosib o‘tuvchi jismlarning harakatini taqqoslash, natijalarni tahlil qilish va tezlikning fizik ma’nosini mustaqil ifodalashga yo‘naltirilgan topshiriqlar ishlab chiqilishi mumkin.

Tekis tezlanuvchan harakatni o‘rganishda esa SI yordamida vaqt bo‘yicha tezlikning o‘zgarishini aks ettiruvchi topshiriqlar shakllantirilishi mumkin. Bunda

$$v = v_0 + at \quad (2)$$

hamda

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (3)$$

munosabatlaridan foydalaniladi. Bu yerda v_0 – boshlang‘ich tezlik, v – jismning t vaqtdan keyingi tezligi, a – tezlanish. Mazkur formulalar doimiy tezlanish sharoitida amal qiladi. Shuning uchun SI tomonidan yaratilgan masala yoki izohda (2)–(3) munosabatlarni barcha turdagi harakatlarga tatbiq qilish metodik va fizik xato hisoblanadi. O‘qituvchi SI yaratgan didaktik materialni darsga kiritishdan oldin uning fizik modelini, boshlang‘ich shartlarini va formulalarning amal qilish chegaralarini tekshirishi lozim.

SI texnologiyalarining fizika ta’limidagi muhim imkoniyatlaridan biri o‘quv materiallarini differensiallashtirishdir. Bir xil fizik mazmunni turli tayyorgarlik darajasidagi o‘quvchilar uchun turlicha murakkablikda ifodalash

mumkin. Masalan, Nyutonning ikkinchi qonunini o‘rganishda boshlang‘ich darajada kuch va tezlanish orasidagi bog‘lanishni aniqlashga qaratilgan topshiriq, keyingi darajada bir nechta kuch ta’sir qilayotgan jism uchun natijaviy kuchni aniqlash, yuqori darajada esa harakat tenglamasini tuzish talab qilinishi mumkin. Nyutonning ikkinchi qonuni

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (4)$$

ko‘rinishida ifodalanadi. Bu yerda $\sum \vec{F}$ – jismga ta’sir qiluvchi tashqi kuchlarning vektor yig‘indisi, m – jism massasi, $\vec{a}$ – tezlanish. SI yordamida mazkur qonunga oid masalalarni turli murakkablik darajasida yaratish mumkin, biroq kuchlarning yo‘nalishi, koordinata o‘qlarining tanlanishi va vektor kattaliklarning ishoralari o‘qituvchi tomonidan nazorat qilinishi zarur.

Xalqaro tadqiqotlarda ham SI vositalarining fizika ta’limida masala yechish, avtomatik baholash, individual qayta aloqa, modellashtirish va tushuntirish vazifalarida qo‘llanilayotgani qayd etilgan [3]. Biroq SI tomonidan shakllantirilgan fizik javobning tashqi jihatdan mantiqiy va izchil ko‘rinishi uning har doim fizik jihatdan to‘g‘ri ekanligini anglatmaydi. Fizik masalalarni yechishda o‘quvchining hodisani anglash, model tanlash, fizik kattaliklar o‘rtasidagi sabab-oqibat bog‘lanishini aniqlash va natijani fizik nuqtayi nazardan tekshirish faoliyati saqlanib qolishi kerak [4]. Shu sababli SI o‘quvchining fikrlash faoliyatini almashtiruvchi vosita emas, balki ushbu faoliyatni tashkil etish va qo‘llab-quvvatlashga xizmat qiluvchi didaktik vosita sifatida qaralishi maqsadga muvofiq.

Mazkur yondashuv asosida “Mexanika” bo‘limi uchun SI yordamida didaktik ishlanmalarni tayyorlash jarayonini quyidagi ketma-ketlik asosida tashkil etish taklif qilinadi:

o‘quv maqsadini aniqlash → fizik mazmunni tanlash → SI yordamida dastlabki didaktik materialni yaratish → fizik va metodik ekspertiza → o‘quvchilar faoliyatiga moslashtirish → darsda qo‘llash → natijalarni tahlil qilish va tuzatish.

Bunda SI yordamida yaratiladigan didaktik ishlanmalarni to‘rtta asosiy guruhga ajratish mumkin. Birinchi guruhga mexanik hodisa va jarayonlarni tushuntirish hamda vizuallashtirishga xizmat qiluvchi materiallar kiradi. Ikkinchi guruhni masalalar, muammoli savollar va individual topshiriqlar tashkil qiladi. Uchinchi guruh o‘quvchilarning bilimini aniqlashga qaratilgan diagnostik va formativ baholash materiallaridan iborat. To‘rtinchi guruh esa o‘quvchining xatosini aniqlash va unga yo‘naltiruvchi qayta aloqa berishga mo‘ljallangan materiallarni qamrab oladi.

Masalan, mexanik energiyaning saqlanish qonunini o‘rganishda SI vositasiga faqat “mexanik energiyaga oid masala tuz” ko‘rsatmasini berish o‘rniga didaktik talablarni aniq belgilash samaraliroqdir: o‘quvchining sinfi, mavzu, murakkablik darajasi, qaysi tushuncha tekshirilishi, boshlang‘ich ma’lumotlar va kutilayotgan faoliyat turi ko‘rsatiladi. Konservativ kuchlar ta’siridagi yopiq mexanik sistema uchun

$$E_k + E_p = const \qquad (5)$$

munosabatdan foydalaniladi. Bu yerda E_k – kinetik energiya, E_p– potensial energiya. Biroq ishqalanish yoki boshqa nokonservativ kuchlar mavjud bo‘lgan real vaziyatlarda (5) tenglamani qo‘shimcha shartlarsiz qo‘llash mumkin emas. Aynan shunday fizik cheklovlarni SI yaratgan materiallarda aniqlash o‘qituvchining ekspertlik funksiyasini talab qiladi.

Sun’iy intellekt asosidagi didaktik ishlanmalardan foydalanish metodikasida yana bir muhim tamoyil – “SI natijasini tekshirish” kompetensiyasini shakllantirishdir. O‘quvchiga SI bergan tayyor javobni qabul qilish emas, balki uning to‘g‘riligini fizik qonunlar, o‘lchov birliklari, chegaraviy holatlar va mantiqiy tahlil asosida tekshirish topshirig‘i berilishi mumkin. Bunday faoliyat o‘quvchini tayyor javob iste’molchisi emas, balki fizik ma’lumotni tanqidiy baholovchi subyekt sifatida shakllantirishga xizmat qiladi.

UNESCOning generativ sun’iy intellektdan ta’limda foydalanishga oid tavsiyalarida ham SI texnologiyalarini pedagogik maqsad, inson nazorati, yosh xususiyatlari va etik talablar bilan uyg‘unlashtirish zarurligi ta’kidlangan [5]. Shuning uchun maktab fizikasida SI vositalaridan foydalanishda o‘qituvchining metodik boshqaruvi saqlanishi, o‘quvchining mustaqil fikrlashi cheklanmasligi va SI yaratgan axborot tekshirilishi zarur. Bu ayniqsa mexanika kabi matematik model, vektor kattaliklar, grafiklar va fizik qonunlarning amal qilish shartlari muhim bo‘lgan bo‘limlarda katta ahamiyatga ega.

Shunday qilib, umumta’lim maktablarida “Mexanika” bo‘limini o‘qitishda sun’iy intellekt asosidagi didaktik ishlanmalardan foydalanish o‘qituvchiga o‘quv materialini vizuallashtirish, topshiriqlarni differensiallashtirish, fizik masalalarning turli variantlarini yaratish va formativ qayta aloqani tashkil etishda qo‘shimcha imkoniyat beradi. Biroq ushbu imkoniyatlarning didaktik samarasi SI vositasining mavjudligi bilan emas, balki undan qanday metodik maqsadda foydalanilishi bilan belgilanadi. Shu asosda “SI vositasi – didaktik ishlanma – o‘qituvchi ekspertizasi – o‘quv faoliyati – teskari aloqa” tizimini “Mexanika” bo‘limini o‘qitishda qo‘llash maqsadga muvofiq. Mazkur yondashuvda sun’iy intellekt o‘qituvchi yoki o‘quvchining fizik tafakkurini almashtirmaydi, balki

fizik hodisalarni tahlil qilish, modellashtirish va mustaqil xulosa chiqarish faoliyatini tashkil etishga xizmat qiluvchi yordamchi didaktik vosita vazifasini bajaradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 14-oktabrdagi PQ-358-son “Sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi qarori // Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi.

2. Suyarov K.T., Usarov J.E., Sangirova Z.B., Ravshanov Y.A., Buranova N.B. Fizika: umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 7-sinfi uchun darslik. – Toshkent: Respublika ta’lim markazi, 2022. – 192 b.

3. Azizi M.N., Faizi A., Sari U. Artificial Intelligence in Physics Education (2015–2025): Systematic Review of Trends, Applications, and Challenges // Journal of Education in Science, Environment and Health. – 2026. – Vol. 12, No. 2. – P. 174–197. – DOI: 10.55549/jeseh.905.

4. Sirnoorkar A., Zollman D., Laverty J.T., Magana A.J., Rebello N.S., Bryan L.A. Student and AI responses to physics problems examined through the lenses of sensemaking and mechanistic reasoning // Computers and Education: Artificial Intelligence. – 2024. – Vol. 7. – Art. 100318. – DOI: 10.1016/j.caeai.2024.100318.

5. Miao F., Holmes W. Guidance for Generative AI in Education and Research. – Paris: UNESCO, 2023. – 44 p.

3-sho‘ba. ANIQ VA TABIIY FANLARNI O‘QITISHDA FANLARARO INTEGRATSIYA VA STEAM YONDASHUVLARI

RAQAMLI TA’LIM MUHITIDA TALABALARNING KASBIY KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISHNING SIKLIK MODELI

Usarov Jabbor Eshbekovich
Chirchiq davlat pedagogika universiteti Pedagogika fakulteti dekani, pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
jabborusarov68@gmail.com

Annotatsiya. Tezisda raqamli ta’lim muhitida talabalarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishning siklik modeli tavsiflanadi. Model diagnostika, individual ta’lim trayektoriyasi, real kasbiy faoliyatga yaqin topshiriqlar, o‘quv analitikasi va refleksiv teskari aloqani birlashtiradi. Oltita model bloki hamda kasbiy kompetensiyaning tarkibiy komponentlari yoritiladi. Baholashda faoliyat mahsuloti, jarayon ma’lumoti va refleksiv izohdan foydalanish taklif etiladi. Modelni fizika o‘qitish metodikasi kursida qo‘llashning namunaviy ssenariysi keltiriladi.

Kalit so‘zlar: raqamli ta’lim muhiti, kasbiy kompetensiya, siklik model, individual ta’lim trayektoriyasi, raqamli portfolio, o‘quv analitikasi, refleksiya.

Kirish. Oliy ta’limda raqamli vositalardan foydalanish talabaning kasbiy vazifani bajarishi, qarorini asoslab berishi va o‘z faoliyatini takomillashtirishi bilan bog‘lanishi lozim. Bunda ta’lim natijasi bilimni amaliy vaziyatda qo‘llash, hamkorlikda yechim ishlab chiqish va yaratilgan mahsulot sifatini baholash orqali namoyon bo‘ladi. Fizika ta’limida multimedia vositalarini kompetensiyaviy maqsadlar va maxsus topshiriqlar bilan uyg‘unlashtirishga bag‘ishlangan tadqiqotlar ushbu yo‘nalish uchun metodik asos beradi [1]. Tezisning maqsadi talabalarning kasbiy rivojlanishini diagnostika, individual faoliyat va teskari aloqa asosida boshqaradigan siklik modelni yoritishdir.

Nazariy-metodik asos. Tadqiqot tizimli, kompetensiyaviy, faoliyatli, shaxsga yo‘naltirilgan va kontekstli yondashuvlarga tayangan nazariy qiyoslash hamda pedagogik modellashtirish asosida bajarildi. TPACK modeli raqamli vositani predmet mazmuni va pedagogik maqsad bilan muvofiqlashtirishni asoslaydi [2]. DigCompEdu esa pedagogning raqamli faoliyatini resurs tanlash, o‘qitish, baholash va ta’lim oluvchini qo‘llab-quvvatlash bilan bog‘laydi [3]. Ushbu nazariy asoslar talabaning kasbiy vazifasi, individual ehtiyoji va faoliyat dalillarini yaxlit jarayonda ko‘rib chiqish uchun qo‘llanildi. Kasbiy kompetensiya bilim, amaliy harakat, qadriyat, muloqot, raqamli vositalardan foydalanish va o‘z faoliyatini tahlil qilish qobiliyatlarini kasbiy vaziyatda birgalikda safarbar eta olish sifatida talqin qilinadi. Uning motivatsion-qadriyatli, kognitiv-kasbiy, operatsion-raqamli, kommunikativ-kollaborativ, refleksiv-analitik va innovatsion-etik komponentlari ajratildi. Mazkur tarkib talabaning kasbiy

maqsadini, mutaxassislik bilimini, raqamli mahsulot yaratishini, hamkorlikdagi hissasini, o‘z ishini tuzatishini va mas’uliyatli qaror qabul qilishini qamrab oladi.

Modelning tuzilishi. Taklif etilayotgan model oltita o‘zaro bog‘langan blokdan iborat. Har bir blok uchun pedagogik vazifa va kutiladigan natija belgilanadi (jadval). Natijaviy-baholash blokida olingan ma’lumotlar diagnostik-analitik blokka qaytarilib, navbatdagi topshiriq, yordam hajmi va individual ta’lim trayektoriyasini aniqlashtirishga xizmat qiladi. Shu qaytuvchi aloqa modelning siklik xususiyatini belgilaydi.

Jadval. Siklik model bloklarining vazifalari

Model bloki	Pedagogik vazifa	Kutiladigan natija
Maqsadli-metodologik	Kasbiy talab va o‘quv maqsadini belgilash	Kompetensiya profili
Diagnostik-analitik	Tayyorgarlik, ehtiyoj va qiyinchilikni aniqlash	Individual rivojlanish xaritasi
Mazmuniy-texnologik	Topshiriq, resurs va vositani tanlash	Kasbiy topshiriq va resurslar paketi
Jarayon-faoliyatli	Loyiha, simulyatsiya va hamkorlikni tashkil etish	Loyiha yoki raqamli mahsulot
Refleksiv-korreksion	Teskari aloqa asosida faoliyatni tuzatish	Tahrirlar va refleksiv izoh
Natijaviy-baholash	Sifat, mustaqillik va yangi vaziyatda qo‘llashni baholash	Portfolio va yangi vazifa yechimi

Amalga oshirish mexanizmi. Dastlab kasbiy keys, kirish topshirig‘i va o‘zini o‘zi baholash orqali talabaning boshlang‘ich tayyorgarligi aniqlanadi. O‘qituvchi va talaba ustuvor kompetensiya, kutiladigan mahsulot, baholash mezoni, muddat va yordam shaklini kelishib oladi. Keyingi faoliyat loyiha, simulyatsiya, muammoli topshiriq va hamkorlikda ishlash orqali tashkil etiladi. Ta’limni boshqarish tizimi – LMSda ish bosqichlari, topshiriq versiyalari va teskari aloqani saqlash ko‘zda tutiladi. O‘quv analitikasi (learning analytics) ushbu ma’lumotlarni pedagogik qaror uchun talqin qilishga yordam beradi [4]. Urinishlar soni yoki platformadagi faollik mahsulot sifati va talabaning izohi bilan birgalikda tahlil qilinadi. Formativ baholash jarayonida talaba natijasini oldindan ma’lum mezonlar bilan solishtiradi, o‘qituvchi va tengdoshlar fikri asosida ishini qayta ko‘rib chiqadi. Bunday teskari aloqa talabaning o‘z o‘rganishini boshqarishi bilan bog‘lanadi [5]. Refleksiya “maqsad, bajarilgan amal, dalil, xulosa va keyingi qadam” ketma-ketligida tashkil etiladi. Topshiriq kasbiy faoliyatga yaqin sharoit, mahsulot va baholash mezonlari bilan loyihalanadi. Natijada keyingi o‘quv vazifasi aniqlangan qiyinchilik hamda talabaga zarur yordamga moslashtiriladi.

Fizika o‘qitish metodikasida qo‘llash namunasi. Talabaga virtual tajribaga tayangan dars fragmentini ishlab chiqish vazifasi berilishi mumkin. U fizik mazmunni tanlaydi, kutiladigan o‘quv natijasini belgilaydi, simulyatsiya uchun savollar va baholash mezonlarini tuzadi. Mikroo‘qitishda fragmentni namoyish etib, raqamli vositaning didaktik vazifasini asoslaydi. Teskari aloqadan keyin topshiriqni tahrirlaydi va dastlabki hamda takomillashtirilgan variantlarni raqamli portfolioga joylaydi. Yakunda o‘quvchilar tayyorgarligi yoki texnik

imkoniyatlari o‘zgargan vaziyat uchun darsni qayta moslashtiradi. Ushbu namunaviy ssenariy predmet bilimi, raqamli vosita tanlovi, kasbiy muloqot va refleksiyani bitta vazifada bog‘laydi.

Baholash va pedagogik shartlar. Modelda har bir komponentni uch turdagi dalil orqali baholash taklif etiladi: faoliyat mahsuloti, uni yaratish jarayoni haqidagi ma’lumot va talabaning refleksiv izohi. Masalan, dars ishlanmasi sifati uning versiyalar tarixi hamda vosita tanlovining asosi bilan birga ko‘riladi. Guruh ishida umumiy mahsulotga qo‘shilgan individual hissa hisobga olinadi. Baholash talabaning mustaqilligi, fikrini dalillashi, xatoni tuzatishi va bilimni yangi vaziyatda qo‘llashini qamrab oladi. Modelni joriy etish uchun raqamli infratuzilma, kasbiy topshiriqlar banki, o‘qituvchining raqamli-pedagogik tayyorgarligi va tezkor maslahat zarur. Topshiriq murakkabligi, bajarish sur’ati hamda yordam hajmi talabaga moslashtiriladi. Sun’iy intellektdan foydalanish ochiq ko‘rsatiladi, olingan natija tekshiriladi va yakuniy qaror asoslanadi. O‘quv faoliyatida akademik halollik, shaxsiy ma’lumotlar xavfsizligi va resurslardan foydalanish imkoniyati ta’minlanadi.

Xulosa. Siklik model kasbiy kompetensiyani rivojlantirishni maqsad, diagnostika, individual topshiriq, faoliyat dalillari va refleksiv tuzatishlar orqali tashkil etishga yo‘naltirilgan. Uning metodik ahamiyati baholash natijasini keyingi ta’lim vazifasiga bog‘lashda namoyon bo‘ladi. Taklif etilgan tuzilma fizika va astronomiya bo‘yicha bo‘lajak pedagoglarning kasbiy tayyorgarligiga moslashtirilishi mumkin. Modelning samaradorligini boshlang‘ich va yakuniy diagnostika, portfolio ekspertizasi hamda yangi kasbiy vaziyatdagi faoliyatni qiyoslash orqali pedagogik tajribada tekshirish lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mukhamedov G.I., Usarov Dj.E. Technologies for the Development of Competencies in Physics in General Secondary Education using Multimedia Resources // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. – 2020. – Vol. 9, No. 3. – P. 2677–2684. – DOI: 10.35940/ijitee.C8888.019320.

2. Mishra P., Koehler M.J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge // Teachers College Record. – 2006. – Vol. 108, No. 6. – P. 1017–1054. – DOI: 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x.

3. Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu / Y. Punie (ed.). – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. – DOI: 10.2760/159770.

4. Ferguson R. Learning analytics: Drivers, developments and challenges // International Journal of Technology Enhanced Learning. – 2012. – Vol. 4, No. 5/6. – P. 304–317. – DOI: 10.1504/IJTEL.2012.051816.

5. Nicol D.J., Macfarlane-Dick D. Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice // Studies in Higher Education. – 2006. – Vol. 31, No. 2. – P. 199–218. – DOI: 10.1080/03075070600572090.

MAKTAB O‘QUVCHILARIDA TABIIY-ILMIY SAVODXONLIKNI RIVOJLANTIRISH MODELI

Suyarov Kusharbay Tashbayevich
Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi dotsenti
k.suyarov@cspu.uz

Annotatsiya. Mazkur maqola tezisida fizika ta’limida tabiiy-ilmiy savodxonlikni rivojlantirishning ilmiy nazariy asoslari yoritiladi. Unda o‘quvchilarda ilmiy g‘oyaning shakllanishi, dalillarni tekshirish, modelning qo‘llanish chegaralarini anglash va xulosani asoslash modelning mazmuniy tayanchi sifatida belgilanadi. Besh asosiy komponent va uchta qo‘llab-quvvatlovchi mexanizm tavsiflanib, real tajriba, raqamli resurs, fanlararo topshiriq va diagnostik-refleksiv baholashning aloqasi ochib beriladi

Kalit so‘zlar: tabiiy-ilmiy savodxonlik, fizika ta’limi, model, ilmiy bilish, epistemik bilim, dalil, refleksiya.

Kirish. Fizika ta’limida tabiiy-ilmiy savodxonlikning markazida ilmiy g‘oyaning qanday shakllanishini, hodisaga oid dalillarning qanday tekshirilishini, kuzatuv va eksperiment natijalari xulosani qanday asoslashini hamda fizik modelning qo‘llanish chegaralarini anglash turadi. Shuning uchun uni faqat bilimlar yig‘indisi sifatida emas, ilmiy bilish usullarini o‘zlashtirish va ulardan ijtimoiy ahamiyatga ega vaziyatlarda foydalanish layoqati sifatida izohlash maqsadga muvofiqdir. Tezisning maqsadi ushbu layoqatni mazmun, faoliyat, resurs va baholash birligida rivojlantirishning integrativ modelini tavsiflashdir.

Maqola uchun ilmiy-metodik asos sifatida quyidagilar olindi: O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 19-martdagi “Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-5032-son Qarori [1] hamda mamlakatimizda fizika ta’limini samaradorligini oshirishga qaratilgan olib borilgan tadqiqot ishlarida, xususan fizik tajribalar asosida o‘quvchilarning o‘quv-tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirish metodik tizimi [2], fizika darsidagi muammoli vaziyatlar, izlanishga yo‘naltirilgan topshiriqlarda tajriba va motivatsiyani alohida tadbir sifatida emas, yagona o‘quv faoliyatining o‘zaro bog‘liq shartlari sifatida qaralgan [3].

Mustaqil Davlatlar Hamdo‘stligi mamlakatlari olimlari A.Yu. Pentin, G.S. Kovaleva, E.I. Davydova va E.S. Smirnovaning Rossiya maktablariga oid tahlilida bilimni namoyish etish bilan uni qo‘llash, tadqiqotni rejalash va dalillarni talqin qilish o‘rtasidagi tafovut ko‘rsatilgan [4]. Xorijlik S.P. Norris va L.M. Phillips ilmiy savodxonlik konsepsiyalarini tahlil qilar ekan, uning elementlarini aniqlash va baholash uchun faqat terminologik ta’rif yetarli emasligini, balki u ta’lim mazmuni, o‘qitish metodlari va baholash indikatorlarida namoyon bo‘lishi zarurligini ko‘rsatadi [5]. PISA 2018 konsepsiyasida hodisalarni ilmiy tushuntirish, tadqiqotni baholash va loyihalash, ma’lumotlar hamda dalillarni talqin qilish kompetensiyalari ajratiladi [6]. Mazmuniy bilim nimani bilishni, jarayonli bilim tadqiqot qanday bajarilishini, epistemik bilim esa natijani nima

uchun ishonchli deb hisoblash mumkinligini anglatadi. Shu asosda ilmiy g‘oya–dalil–izoh–qo‘llanish chegarasi aloqasi ustuvor belgilanadi. TIMSS 2023 konsepsiyasidagi bilish, qo‘llash va mulohaza yuritish sohalari topshiriq murakkabligini belgilashga xizmat qiladi [7].

Biz tomondan taklif etilayotgan model kompetensiyaviy, tizimli-faoliyatli va kontekstli-fanlararo yondashuvlarni birlashtiradi. O‘quvchining oldingi bilim va tasavvurlari muammoli savol hamda yangi dalil bilan solishtiriladi; faraz ilgari surilib, tekshiruvga ko‘ra aniqlashtiriladi. Kuzatish, o‘lchash, modellashtirish va xulosa chiqarish o‘zaro bog‘liq faoliyatga aylantiriladi. Ilmiylik, faoliyatlilik va diagnostikani bajarish uning asosiy metodik talablaridir. Model besh asosiy komponentdan tashkil topadi (jadval).

Jadval

Model komponentlari

Komponent	Metodik vazifa	Natija indikatori
Maqsadli	Ilmiy bilish va asoslangan qarorga yo‘naltirish.	Hodisa va qarorni dalil bilan asoslash.
Mazmuniy	Qonun, model farazlari va kontekstni bog‘lash.	Modelning qo‘llanish chegarasini izohlash.
Faoliyatli	Farazni kuzatuv va tajriba bilan tekshirish.	Dalilni tahlil qilib, xulosa chiqarish.
Resursli	Darslik, jihoz va raqamli modelni uyg‘unlashtirish.	Model natijasi va real o‘lchovni farqlash.
Diagnostik-refleksiv	Xulosa asosi va cheklanishini baholash.	Noaniqlikni ko‘rsatish va qarorni qayta ko‘rish.

Motivatsiya, o‘qituvchi kompetensiyasi va differensial o‘quv muhiti mazkur besh komponentni qo‘llab-quvvatlovchi mexanizmlardir. Hayotiy muammo o‘quvchining bilishga ehtiyojini uyg‘otishga xizmat qiladi; o‘qituvchi mazmun, resurs va baholashni loyihalaydi; differensial muhit esa tayyorgarlikka mos yordamni ta’minlaydi. Masalan, bir guruhga tajriba rejasi va jadval namunasi berilsa, boshqasiga o‘zgaruvchilarni mustaqil tanlash vazifasi topshiriladi. Har ikkala holatda ham umumiy talab – xulosani dalil bilan asoslash – saqlanadi.

Modelning mazmuniy komponentida qonunning ifodasi bilan birga uning qaysi sharoitda ishlashi ham o‘rganiladi. Guk qonuni misolida kuch va uzayishning proporsionalligi saqlanadigan oraliq aniqlanadi; bu bog‘lanish barcha deformatsiyalarda amal qilmaydi. Ideal gaz modelida molekulalar hajmi va to‘qnashuvlar orasidagi o‘zaro ta’sirni hisobga olmaslik soddalashtirishlari tahlil qilinadi. Fotoeffektni o‘rganishda esa chastotaning bo‘sag‘a qiymati haqidagi tajriba dalili klassik to‘lqin modelining cheklanishi va kvant modeliga ehtiyoj bilan bog‘lanadi [10]. Bu misollar tegishli mavzularda “Qaysi dalil

modelni qo‘llab-quvvatlaydi?” va “Xulosa qaysi shartlarda amal qiladi?” savollari asosida ishlanadi.

Modelning darsdagi harakati R.W. Bybee va hammualliflar tavsiflagan 5E sikliga moslashtiriladi [8]. Jalb qilishda hayotiy savol, dastlabki tasavvur va faraz shakllantiriladi. Tadqiq etishda o‘quvchi kuzatadi, o‘lchaydi, o‘zgaruvchilarni nazorat qiladi va dalil yig‘adi. Tushuntirishda dalil fizik model bilan bog‘lanib, izohning asoslanganligi hamda chegarasi muhokama qilinadi. Qo‘llashda xulosa yangi, jumladan, ijtimoiy ahamiyatli vaziyatga ko‘chiriladi. Baholash-refleksiyada natija bilan birga unga olib kelgan bilish harakatlari tekshiriladi. Bu sikl ilmiy bilishning yagona algoritmi emas, mavzu va sinfga moslashtiriladigan didaktik tashkil etish vositasidir. O‘qituvchi uchun joriy etish algoritmi kompetensiyaviy maqsadni aniqlash, kontekst tanlash, faoliyatni loyihalash, dalil va xulosani bog‘lash, baholash hamda qayta aloqa bosqichlaridan iborat. Bu algoritm darsni rejalashtirish va takomillashtirishga, 5E sikli esa o‘quvchining bilish faoliyatini tashkil etishga xizmat qiladi. Har bir bosqichda olinadigan mahsulot – faraz, tajriba rejasi, jadval, grafik yoki yozma xulosa – oldindan belgilanadi.

N.D. Finkelstein va hammualliflar universitetning kirish fizika kursida o‘zgarmas tok zanjirlarini o‘rganish uchun simulyatsiyadan foydalanish imkoniyatini ko‘rsatgan [9]. Taklif etilayotgan modelda simulyatsiya parametrlar ta’sirini tahlil qilishga, real tajriba esa o‘lchash, takrorlash va noaniqlikni baholashga xizmat qiladi. Metodik namuna keltiramiz. “Nega qalin kiyim issiqlik hosil qilmasa ham sovuqdan saqlaydi?” savoli asosida kichik tadqiqot taklif etiladi. Bir xil idishlardagi iliq suvning sovishi qoplamali va qoplamasiz sharoitda taqqoslanadi; suv miqdori, boshlang‘ich harorat, muhit va kuzatish vaqti nazorat qilinadi. O‘quvchilar o‘qituvchi nazoratida o‘lchashlarni takrorlab, jadval va grafik asosida xulosa chiqaradilar. Qoplamaning samaradorligi haqidagi xulosa faqat tekshirilgan sharoitlarga tegishli ekani izohlanadi. Natija binolarda energiya tejash masalasiga tatbiq etilganda qo‘shimcha ma’lumot va shartlar zarurligi muhokama qilinadi. Bu ssenariy bajarilgan tajriba hisoboti emas, metodik taklifi hisoblanadi.

Baholashda tekshiriladigan faraz, o‘zgaruvchilarni nazorat qilish, o‘lchashlarni qayd etish va grafikni talqin qilish bilan birga dalilning ishonchliligi, kuzatuv bilan izohni farqlash, modelning qo‘llanish shartlarini ko‘rsatish hamda xulosaning dalillar mazmuniga muvofiqligi baholanadi. “Bu xulosani qaysi ma’lumot asoslaydi?”, “Qanday noaniqlik mavjud?” va “Qaysi yangi dalil fikringizni o‘zgartirishi mumkin?” savollari refleksiyani tashkil etadi. O‘quvchi ijtimoiy ahamiyatli qarorning ilmiy asosini, cheklovlarini va muqobilini tushuntirishi lozim. Ushbu indikatorlar topshiriq va resursni qayta loyihalashga xizmat qiladi; kutiladigan natijalar shaxsiy-kognitiv, faoliyatli-kompetensiyaviy va ijtimoiy-amaliy yo‘nalishlarda tavsiflanadi.

Xulosa. Taklif etilayotgan modelda tabiiy-ilmiy savodxonlik tayyor bilimlarni eslab qolish emas, ilmiy g‘oyaning shakllanishi, dalilning tekshirilishi,

modelning chegarasi va xulosaning asoslanganligini anglash layoqati sifatida talqin etiladi. Mazmun, real tajriba, raqamli resurs va diagnostik-refleksiv baholash ushbu layoqatni ijtimoiy ahamiyatli vaziyatlarda qo‘llashga yo‘naltiriladi. O‘qituvchi tayyorgarligi, differensial yordam va qayta aloqa modelning amaliy shartlaridir. Uning pedagogik samaradorligi keyingi tajriba-sinov ma’lumotlari asosida baholanishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 19-martdagi «Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi PQ–5032-son Qarori. URL: https://lex.uz/docs/5338558

2. Suyarov K.T. Development of students’ learning and research skills on the basis of physical experiments // Web of Technology: Multidimensional Research Journal. – 2023. – Vol. 1, № 9. – P. 24–30.

3. Kamalov A.B., Jumaniyazova I. Fizika darslarida muammoli o‘qitish texnologiyasi orqali o‘quvchilarda ichki motivatsiyani shakllantirish // Maktabgacha va maktab ta’limi. – 2025. – T. 3, № 10. – DOI: 10.5281/zenodo.17499452.

4. Пентин А.Ю., Ковалева Г.С., Давыдова Е.И., Смирнова Е.С. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA // Вопросы образования. – 2018. – № 1. – С. 79–109. – DOI: 10.17323/1814-9545-2018-1-79-109.

5. Norris S.P., Phillips L.M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy // Science Education. – 2003. – Vol. 87, № 2. – P. 224–240. – DOI: 10.1002/sce.10066.

6. OECD. PISA 2018 Assessment and Analytical Framework. – Paris: OECD Publishing, 2019. – 308 p. – DOI: 10.1787/b25efab8-en.

7. Mullis I.V.S., Martin M.O., von Davier M. (eds.). TIMSS 2023 Assessment Frameworks. – Boston College: TIMSS & PIRLS International Study Center, 2021.

8. Bybee R.W., Taylor J.A., Gardner A. et al. The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications. Executive Summary. – BSCS, 2006.

9. Finkelstein N.D., Adams W.K., Keller C.J. et al. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment // Physical Review Special Topics – Physics Education Research. – 2005. – Vol. 1. – 010103. – DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.1.010103.

10. Ling S.J., Sanny J., Moebs W. University Physics. Vol. 1–3. – Houston: OpenStax, 2016. – Vol. 1, §12.4; Vol. 2, §2.1; Vol. 3, §6.2.

“TEXNOLOGIK TA’LIM” YO‘NALISHI MUTAXASSISLIK FANLARINI O‘QITISHDA FANLARARO INTEGRATSIYANI QO‘LLASH USULLARI

K.E.Onarkulov, F.K.Yusupova
Farg‘ona davlat universiteti

O‘qitishda yangi pedagogik va axborot texnologiyalaridan foydalanish yetuk mutaxassis kadrlar tayyorlashda katta ahamiyat kasb etadi. Mamlakatimizda so‘nggi yillarda ta’lim tizimining barcha bosqichlarini zamonaviy talablar asosida tashkil etish bo‘yicha amaliy ishlar hal qiluvchi bosqichga kirdi. Prezidentimiz ta’kidlaganidek: “Farzandlarimiz maktabdan qanchalik bilimli bo‘lib chiqsa, yuqori texnologiyalarga asoslangan iqtisodiyot tarmoqlari shuncha tez rivojlanadi, ko‘plab ijtimoiy muammolarni echish imkoni tug‘iladi. Shunday ekan, Yangi O‘zbekiston ostonasi maktabdan boshlanadi desam, o‘ylaymanki, butun xalqimiz bu fikrni qo‘llab-quvvatlaydi”. Ta’lim sohasida amalga oshirilayotgan islohotlarning asosiy qismini, albatta, oliy ta’lim tizimidagi islohotlar tashkil etadi. Xususan, O‘zbekiston Respublikasida oliy ta’limni tizimli isloh qilishning ustuvor yo‘nalishlarini belgilash, mustaqil fikrlaydigan yuqori malakali kadrlar tayyorlash jarayonini sifat jihatidan yangi bosqichga ko‘tarish, oliy ta’limni modernizatsiya qilish O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish Kontseptsiyasi doirasida muhim vazifa hisoblanadi. Ta’lim texnologiyalari o‘qitish jarayoning sifat va samaradorligini ta’minlaydigan kasbiy texnologiya va interfaol o‘qitish usullari yuzasidan tayanch bilimlar berishga mo‘ljallangan bo‘lib, oliy ta’lim sohasida muhim o‘rniga ega. Uni o‘rganish kasbiy va umummilmiy salohiyatning mustahkamlanishiga yordam beradi va bo‘lajak pedagoglarni ta’lim texnologiyalarining konseptual asoslari bilan tanishtiradi hamda mutaxassislik fanlarini o‘qitish jarayonida ta’lim texnologiyalaridan foydalanish yo‘llarini o‘rgatadi.

Bugungi kunda ijtimoiy voqelikning barcha jabhalarini globallashuvining kuchayib borayotgani pedagogikaning eng muhim xususiyati va tendensiyasiyalaridan biri bo‘lgan fanlararo integratsiyani yetakchi modelga aylantirish va rivojlantirish zaruratini paydo qilmoqda. Ta’limda integratsiya muammosi nazariya va amaliyot uchun juda muhim. Uning dolzarbligi o‘quv muassasalariga qo‘yilgan yangi ijtimoiy-iqtisodiy talablar bilan belgilanadi. Bu o‘z-o‘zidan fanlar tarkibi, mazmuni va ishlab chiqarish sohalaridagi o‘zgarishlar bilan bog‘liq. Ta’limdagi integratsiya jarayoni talabalarda har tomonlama, integratsiyalashgan bilimlarni rivojlantirish maqsadida turli o‘quv fanlari mazmunining o‘zaro ta’siri, o‘zaro aloqasi va o‘zaro bog‘liqligi o‘quv fanining predmetini tashkil etuvchi moddiy olam yoki ijtimoiy hayotning muayyan yoki boshqa hodisalari, tomonlari va xususiyatlari haqidagi ilmiy g‘oyalarning dialektik jihatdan o‘zaro bog‘langan yaxlit tizimi sifatida ko‘rib chiqilishi maqsadga muvofiq.

Ikkita tushunchani ajratish kerak: fanlararo aloqalar va integratsiya. Fanlararo aloqalar-bu asosiy darsning maqsadlariga yanada muvaffaqiyatli erishiladigan qo‘shimcha vosita sifatida darsga boshqa mavzu elementini kiritish. Integratsiyalashgan dars-bu darsning har bir bosqichida turli xil bilimlarning elementlarini o‘zaro bog‘lashda materialni o‘rganish, ya’ni asosiy va ikkinchi darajali dars bo‘lmagan dars turi. Integratsiyalab o‘qitish muammosining amaliyotdagi ahvolini o‘rganish shuni ko‘rsatadiki, bu sohada (o‘quv predmetlari mazmunini integratsiyalash bo‘yicha) bir qancha ijobiy ishlar qilingan bo‘lsa-da, hali yanada ko‘p ishlarni amalga oshirish zarur, chunki: oliy ta’lim muassasalari uchun integratsiyalashgan ta’lim konsepsiyasini ishlab chiqish; o‘quv predmetlarining integratsiyalashgan mazmuni va uni o‘qitish metodikasini takomillashtirish; o‘quv predmetlari mazmunini integratsiyalash metodlarini aniqlash; o‘qituvchilar uchun o‘quv predmeti mazmunini integratsiyalashning ta’limiy imkoniyatlarini aniq tasavvur eta olishlarini ta’minlovchi metodik tavsiyalar ishlab chiqish [1]. Bu sohada olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlarining tahlili shuni ko‘rsatadiki, oliy ta’lim muassasalari talabalarining kasbiy tayyorgarligi sifatini oshirish masalasida ularning texnik tushunchalarni shakllanishida turdosh fanlar integratsiyasini takomillashtirishga tayyorgarligi alohida o‘rin tutadi, bu esa fan va ishlab chiqarishning yuksak darajada rivojlanganligi texnik va tabiiy ilmiy bilimlarning integratsiyasi bilan belgilanadi. [2,3]. Bo‘lajak texnologik ta’lim o‘qituvchilarni kasbiy-pedagogik tayyorlash, ularning pedagogik faoliyatini shakllantirish tizimini takomillashtirish, ijodkorlik salohiyatini shakllantirishning elektron monitoringi tizimini yaratish, texnik tushunchalarni shakllanishida turdosh fanlar integratsiyasini takomillashtirishda PIKRAT modelini qo‘llash talabalarga o‘z tajribalarini individual va interaktiv tarzda tartibga solish va tushunish imkonini beradi. Talabalarning fanlararo texnologik integratsiyasiga rahbarlik qilishning nazariy modeli sifatida PICRAT modeli o‘qituvchilarga talabalarni fikrlash qobiliyatlarini rivojlantirish, rag‘batlantirish, amaliyotga ko‘rsatma berish va ularni baholashga imkon beradi. Har qanday nazariy model ma’lum xususiyatlarni yaxshi tushuntiradi, ammo boshqalarini e’tiborsiz qoldiradi, PICRAT o‘qituvchi uchun samarali bo‘lgan, talabani faoliyatiga yo‘naltirilgan, pedagogikaga asoslangan model bo‘lib, o‘qituvchilar tomonidan foydalanilishi mumkin, chunki u fanlararo texnologik integratsiya bo‘yicha eng foydali fikrlarni boshqaradi [4,5].

Misol uchun «Texnik konstruksiyalash va modellashtirish» fani mashinalar hamda mexanizmlarni yaratish jarayoni bilan, shuningdek yuksak darajada rivojlangan zamonaviy ishlab chiqarishning eng ilg‘or yo‘nalishlari: ishlab chiqarishdagi standartlashtirish va unifikasiyalash, mehnatni kooperativlash hamda ilmiy asosda tashkil etish bilan; detallarni tayyorlash va buyumlarni yig‘ishning tipik hamda guruhli texnologiyasi bilan; materiallardan rasional foydalanish bilan mufassalroq tanishish imkoniyatini yaratadi. Texnik modellashtirish jarayonida konstruksiyalash elementlarini o‘rgatish tajribasi qator

murakkab vazifalarni quyidagi tartibda bajarish ayni maqsadga muvofiqligini ko‘rsatadi:

1. Chizmalar eskizlarini o‘qish va tayyorlanadigan detallar konstruksiyasini tushuntirish.

2. Hisoblash asosida ayrim detallarning konstruksiyalashni o‘zgartirish, ana shu o‘zgarishlarni chizmaga kiritish va kinematik sxema tuzish.

3. Detallarni biriktirish va mustahkamlash yo‘llarini belgilash.

4. Detallarni yig‘ish jarayonida ularni o‘rnatish joylariga ko‘ra konstruksiyalash.

5. Kinematik va prinsipial sxemalar bo‘yicha detallarni konstruksiyalash.

6. Aniqlangan kamchiliklarni tuzatish, modellarni takroran ishda sinab ko‘rish va pardozlash. Har bir bosqichni bir muncha batafsil tushuntirish.

Konstruksiyalashda konstruksiyani shartli tasvirlashning grafik usullari: eskizlar chizmalar, texnik rasmlar katta ahamiyatga ega.

Ma’lumki, PICRAT modeli quyidagi so‘zlarning bosh harflaridan olingan:

Passive (passiv) - ma’lumotni passiv qabul qiluvchi talabalar.

Interactive (interaktiv) - talabalar ma’lumot oladilar va unga javob berishning ba’zi vositalariga ega bo‘lib, o‘zaro munosabatda bo‘ladilar.

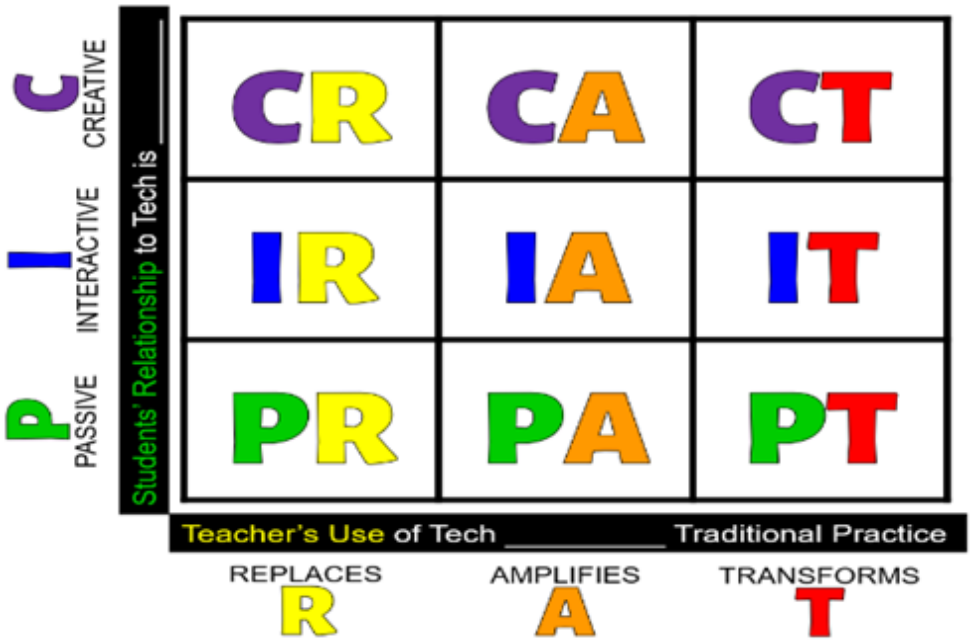
Creative (kreativ) - talabalar yangi muhim ma’lumotlarni ifodalovchi o‘quv mahsulotlarini yaratadilar.

Replaces (almashtirish) - darsda texnologiya qulaylik yoki takomillashtirish qatlami bo‘lib xizmat qiladi, lekin dars xarakterini tubdan o‘zgartirmaydi.

Amplifies – (kuchaytiruvchi) - texnologiya an’anaviy dars usullariga osonlikcha erishib bo‘lmaydigan elementlarni qo‘shadi.

Transforms – (transformatsiyalar) texnologiya mavjud bo‘lmaganda, darsda talabalarga ma’lumotlarni chambarchas integratsiyalangan holda ko‘rsatib beradi.

Ushbu modelni qo‘llashda o‘qituvchi o‘ylashi va baholashi kerak bo‘lgan ikkita eng muhim savolni, vaqt cheklovlari, mashg‘ulot cheklovlari va ularning o‘z ta’limotiga nisbatan erkin nuqtai nazarini hisobga olgan holda boshlashi zarur. Talabalarga e’tibor qaratish uchun modellar zarurligini ta’kidlaydigan tadqiqotlarga asoslanib, bizning birinchi savolimiz “Talabalar konstruksiyalash elementlarini o‘rganishda texnologik tushunchalardan qanday foydalanmoqda?” bo‘ladi.



1-rasm. PICRAT modeli va texnologiyasi

O‘qituvchilarning o‘z pedagogik amaliyotlari haqida fikr yuritishlari muhimligini aniglagan holda bizning ikkinchi savolimiz “Texnologiyadan foydalanish o‘qituvchining pedagogik faoliyatiga qanday ta’sir qiladi?” bo‘ladi. Uch darajali javob ko‘rsatkichi bo‘yicha talabalarning ushbu savollarga javoblari PICRAT modelini o‘z ichiga oladi. PIK birinchi savol bilan bog‘liq uchta variantni bildiradi (passiv, interaktiv va kpeativ); va RAT ikkinchi savol (almashtirish, kuchaytirish va transformatsiya) uchun uchta variantni ifodalaydi. 1-rasmdagi model yordamida yuqorida keltirilgan ikki savolning bir–biri bilan kesishishi, talabalarning faolligi va yutuqlarini maksimal darajada oshirish, texnologiyalardan darslarda muayyan foydalanish, talabalar o‘rtasida munozaralarni rivojlantirish, va bilimlarini sinchkovlik bilan tekshirilish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Рахымбеков А.Ж. Особенности преподования технических дисциплин. //The scientific heritage. 2020. No 44. С.27-28.

2. Yakubova SH.K., Yusupova F.K. Texnik ijodkorlik va konstruksiyalash fanini o‘qitishda fizika qonuniyatlaridan kreativ foydalanish**.** O‘quv qo‘llanma**.** Farg‘ona. 2023. 244 b.

3. Sharipova Z.F.. Ta’lim texnologiyalari. Toshkent. 2019. “Navro‘z “ nashriyoti. 211 b.

4. Wentworth N., Graham C. R., Monroe, E. E. (2009). TPACK development in a teacher education program. Handbook of research on new media literacy at the K-12 level: Issues and challenges (Vol. II, pp. 823–838). Hershey, PA: IGI Global.

5. Wentworth N., Graham C. R., Tripp, T. (2008). Development of teaching and technology integration: Focus on pedagogy. Computers in the Schools, 25(1/2), 64–80. doi:10.1080/07380560802157782

FIZIKA VA ASTRONOMIYA TA’LIMIDA STEAM ASOSIDAGI FANLARARO RAQAMLI LOYIHALARNI TASHKIL ETISH METODIKASI

Xoliqov Qurbonboy To‘ychiyevich[1], Raxmonova Ozoda Ravshan qizi[2], Mamatova Shakatoy Anvar qizi[3]

[1]Samarqand davlat pedagogika instituti fizika kafedrasi dotsenti, f.m.f.n., dotsent,

[2]Samarqand davlat pedagogika instituti birinchi bosqich magitranti

[3]Samarqand davlat pedagogika instituti talabasi

Annotatsiya. Maqolada fizika va astronomiyani boshqa fanlar bilan bog‘lab o‘qitish uchun STEAM loyihasi taklif etiladi. Quyosh energiyasi bilan ishlaydigan o‘quv mini-stansiyasi misolida kuzatuv, o‘lchash, hisoblash, qurilma yaratish va dizayn ishlarining aloqasi ko‘rsatiladi. Avvalgi darslik va raqamli topshiriqlar bo‘yicha ishimiz Kelley, Knowles, English, Quigley va boshqa olimlarning tadqiqotlari bilan bog‘lab tahlil qilinadi. Quyosh holatini hisoblash bilan panelning elektr quvvatini o‘lchash turli vazifalar ekani tushuntiriladi. Loyihada qurilmaning ishlashi bilan birga talabaning o‘z qarorini asoslay olishi ham baholanadi. Ish ilmiy manbalarga tayangan metodik taklifdir; unda yangi qurilma sinovi yoki talabalar o‘zlashtirishi bo‘yicha natijalar keltirilmaydi.

Kalit so‘zlar: STEAM, fanlararo bog‘lanish, loyiha asosida o‘qitish, quyosh energiyasi, astronomik kuzatuv, qurilma loyihalash, san’at va dizayn, baholash mezonlari.

Bir darsda bir nechta fan nomini aytish hali ularni o‘zaro bog‘lab o‘qitish degani emas. Kelley va Knowles ilmiy izlanish, muhandislik, texnologiya va matematik fikrlashni umumiy muammo atrofida birlashtirishni taklif qiladi [3]. English esa bunda matematika va muhandislikning vazifasi chetda qolib ketmasligi kerakligini ta’kidlaydi [4]. Masalan, talaba hisob-kitob qilsa-yu, bu hisob qurilmani tanlash yoki tuzatishga ta’sir qilmasa, matematika alohida mashq bo‘lib qoladi. Kuzatuv natijasi keyingi qaror uchun ishlatilgandagina fanlar o‘rtasida haqiqiy bog‘lanish yuzaga keladi. Shuning uchun loyiha boshida qaysi fan nima uchun kerakligi aniqlanishi lozim. Asosiy mezon loyiha nechta fanni qamrab olgani emas, shu fanlar yordamida umumiy vazifa qanday hal etilganidir. Ushbu maqolada fizika va astronomiya loyihasiga shu nuqtai nazardan yondashiladi.

STEAM yondashuvida san’at va dizayn ham o‘z vazifasiga ega bo‘lishi kerak. Perignat va Katz-Buonincontro sharhida Arts tushunchasi turlicha talqin qilinishi va uning natijalarini baholashda noaniqliklar borligi ko‘rsatilgan [5]. Quigley va hammualliflar esa muammoni hal qilish, fanlarni bog‘lash va izlanishni birgalikda tashkil etishni taklif etadi [6]. Shundan kelib chiqib, san’atni tayyor qurilmani bezash bilangina cheklash ma’qul emas. U qurilma shaklini tanlash, belgilarning tushunarli bo‘lishi, ma’lumotni aniq ko‘rsatish va foydalanuvchiga qulay yo‘riqnoma tayyorlashda ham qatnashadi. Talaba faqat

«bu shakl chiroyli» demasdan, u nima uchun vazifaga mosligini izohlaydi. Mazkur loyihada Artsning aynan san’at-dizayn tomonlari qo‘llanadi. Ular san’atning barcha yo‘nalishlarini qamrab olmaydi, lekin tanlangan o‘quv vazifasini bajarishda aniq o‘rin tutadi.

Maqolaning maqsadi shu qarashlar asosida fizika va astronomiya uchun bajarish va baholash mumkin bo‘lgan loyiha tartibini ishlab chiqishdir. Buning uchun ilmiy modellar, adabiyotlar sharhlari va metodik ishlar taqqoslandi. Avvalgi darsligimizdagi muqobil energiya loyihasi [1] asosida quyosh energiyasi bilan ishlaydigan o‘quv mini-stansiyasi misol sifatida tanlandi. Kokotsaki va hammualliflar loyiha asosida o‘qitishda maqsad, hamkorlik, izlanish, mahsulot va bajarilgan ishni tahlil qilish bir-biriga bog‘liq ekanini ta’kidlaydi [7]. Shuning uchun vazifa panelga ulangan yorug‘lik diodini yoqish bilan tugamaydi. Talaba panel joylashuvini, sinov shartlarini va tanlangan qurilmani kuzatuv hamda hisoblash bilan asoslaydi. Yakuniy ish qurilma, tajriba qaydlari, grafik va foydalanish yo‘riqnomasidan iborat bo‘ladi. Har bir qism umumiy savolga javob berishga xizmat qiladi.

Loyihadagi fanlarning vazifalari oldindan ajratiladi. Fizika elektr zanjiri, kuchlanish, tok va quvvatni tushuntiradi. Astronomiya kuzatuv vaqti bilan Quyoshning osmondagi ko‘rinma holatini bog‘laydi. Matematika o‘lchovlarni hisoblash va taqqoslashga yordam beradi. Raqamli texnologiya ma’lumotlarni saqlash va qayta ishlash uchun qo‘llanadi. Muhandislik panelni qulay joylashtirish va sinovni takrorlashga imkon beradigan qurilmani yaratishga xizmat qiladi. San’at-dizayn esa uning shakli, belgilar va tushuntirishlarning aniq bo‘lishini ta’minlaydi. Bu vazifalar Kelley va Knowlesning umumiy yechimga yo‘naltirilgan yondashuviga [3] mos keladi. English ko‘rsatgan fanlar muvozanati [4] ham saqlanishi kerak. Masalan, hisobni dastur bajarsa ham, talaba qaysi kattaliklarni kiritgani va natija nimani anglatishini tushuntiradi. Aks holda vosita ishlatiladi, lekin bilimning o‘zi yetarlicha o‘zlashtirilmay qolishi mumkin.

Astronomik qismda Quyosh holatini aniqlash panelni joylashtirish rejasiga yordam beradi. Reda va Andreas Quyoshning zenit va azimut burchaklarini hisoblash algoritmini ishlab chiqqan [10]. Ushbu ish Quyoshning osmondagi holatiga tegishli; unda talabalarning o‘zlashtirishi yoki o‘quv panelining elektr quvvati baholanmaydi. Loyihada shu farq saqlanadi. Talabalar sana, vaqt va geografik joylashuv hisoblashda nima uchun kerakligini o‘rganadi. Keyin hisoblangan yo‘nalish panelning tanlangan holati bilan bog‘lab tushuntiriladi. Biroq professional algoritmning aniqligini oddiy o‘quv modeliga avtomatik ravishda tenglashtirib bo‘lmaydi. Quyosh holatini bilish elektr quvvatini o‘lchash o‘rnini ham bosmaydi. Shuning uchun astronomik hisob tajribani rejalash uchun, fizik o‘lchov esa qurilmaning ayni sharoitda qanday ishlaganini aniqlash uchun qo‘llanadi. Ikki fan bir masalaga xizmat qiladi, ammo turli ma’lumot beradi.

Ish boshlanishidan oldin maqsad, mavjud vositalar, xavfsizlik va baholash mezonlari kelishib olinadi. Hmelo-Silver va hammualliflar muammoli hamda izlanishga asoslangan ta’limda o‘qituvchining yordami muhimligini ko‘rsatadi

[8]. Shu sababli talabalarga hamma narsani o‘zlari topishi kerakligi aytilmaydi. Dastlab zanjirni tushuntirish, o‘lchovlarni yozish va ma’lumot manbasini ko‘rsatish uchun namunalar beriladi. Keyinchalik yechim tanlash mas’uliyati talabaga o‘tadi. Guruh avval eskiz va sinov rejasini tayyorlaydi, so‘ng o‘qituvchi belgilagan past kuchlanishli o‘quv vositalari bilan ishlaydi. Darslikdagi loyiha [1] boshlang‘ich tayanch bo‘ladi, ammo uni o‘zgartirmasdan ko‘chirish yakuniy maqsad emas. Talabalar kamida ikki xil qurilma yechimini taqqoslab, o‘z tanlovini asoslaydi. Shunda tayyor namuna yordam beradi, lekin mustaqil fikrlashning o‘rnini egallamaydi. Eskizdagi o‘zgarishlar ham saqlab boriladi.

Sinovda qaysi shart o‘zgartirilishi va qaysi shartlar bir xil qolishi oldindan yoziladi. Panel joylashuvi taqqoslansa, vaqt, yoritilish holati va ulangan yuklama qayd etiladi. Turli sharoitda olingan natijalarni faqat bitta omil ta’siri deb tushuntirish mumkin emas. Quvvat $P = U \cdot I$ formula asosida hisoblanadi [1]. Bunda kuchlanish va tok bir xil ish holatida olingan bo‘lishi kerak. Masalan, ochiq zanjirdagi kuchlanishni qisqa tutashuv tokiga ko‘paytirish ayni yuklamaga berilgan foydali quvvatni ko‘rsatmaydi. Chunki bu qiymatlar turli sharoitga tegishli. Talaba ushbu farqni tushuntirishi hisoblashning mazmunini ochadi. Maqsad eng katta raqamni topish emas, o‘lchov va xulosaning bir-biriga mosligini tekshirishdir. Muvaffaqiyatsiz sinovlar ham qayd etiladi. Ular qurilmani keyinchalik qanday tuzatish kerakligini aniqlashga yordam beradi.

Matematik tahlilda birliklar tekshiriladi, natijalar taqqoslanadi va grafik tuziladi. Talaba grafik o‘qlarida qaysi kattaliklar berilganini, kuzatilgan farqni nima bilan izohlash mumkinligini tushuntiradi. Agar panel holati bilan birga yoritilish ham o‘zgargan bo‘lsa, natijani faqat burchak ta’siri deb aytishga shoshilmaydi. Takroriy kuzatuvlar orasidagi farq ham tahlil qilinadi. Elektr quvvatini hisoblash qurilmaning to‘liq energiya samaradorligini aniqlashga teng emas. Buning uchun kiruvchi quvvat haqida ham ma’lumot kerak. Bunday ma’lumot bo‘lmasa, xulosa o‘lchangan elektr kattaliklari doirasida qoladi. English ta’kidlaganidek, matematika loyiha ichida mustaqil mazmunga ega bo‘lishi zarur [4]. Grafik, hisob va izohni birgalikda tekshirish esa raqamli topshiriqlar haqidagi avvalgi ishimizga [2] tayanadi. Shunda hisob-kitob tayyor jadvalni to‘ldirish emas, xulosani asoslash vositasi bo‘ladi.

San’at-dizayn ishlari ham sinov bilan bog‘lanadi. Guruh qurilmaning bir nechta shaklini, uning belgilarini va foydalanish yo‘riqnomasini tayyorlaydi. Boshqa guruh yo‘riqnomani o‘qib, qurilma qanday ishlatilishini tushuntirib ko‘radi. Qaysi belgi chalkashtirgani yoki qaysi grafik tushunishni qiyinlashtirgani yoziladi. Shundan keyin dizayn qayta ishlanadi. Bu vazifa Quigley va hammualliflarning muammo yechish hamda fanlarni bog‘lash haqidagi modeliga mos keladi [6]. Perignat va Katz-Buonincontro ko‘rsatgan Arts mazmunini aniqlashtirish talabi ham hisobga olinadi [5]. Baholashda faqat «chiroyli» yoki «yoqdi» degan fikr bilan cheklanilmaydi. Shaklning vazifaga mosligi, belgilar tushunarliligi va grafikning ma’lumotni to‘g‘ri ko‘rsatishi tekshiriladi. Talaba

nega aynan shu yechimni tanlaganini asoslaydi. Shu tariqa dizayn ilmiy mazmundan ajralmaydi, uni boshqalarga aniqroq yetkazishga xizmat qiladi.

Loyiha boshidayoq sifatli ish qanday bo‘lishi talabaga tushuntiriladi. Sadlerning baholash nazariyasiga ko‘ra, talaba mezonni bilishi, o‘z ishini shu mezon bilan solishtirishi va yaxshilay olishi kerak [9]. Shu sababli baholash mezonlari faqat himoya paytida emas, birinchi eskizdan boshlab qo‘llanadi. Oldingi ishimizdagi elektron portfolio yondashuvi [2] asosida eskizlar, o‘lchovlar, hisoblar va tuzatishlar bir joyda jamlanadi. Guruhning ishlaydigan qurilma yaratgani har bir a’zo mavzuni bir xil tushunganini bildirmaydi. Har bir talaba tanlangan qarorlardan biri qaysi kuzatuv yoki hisobga asoslanganini alohida tushuntiradi. Hisob xato bo‘lsa, u tuzatiladi, sinov shartlari mos kelmasa, reja qayta yoziladi, yo‘riqnoma tushunarsiz bo‘lsa, dizayn o‘zgartiriladi. Shunday qilib, o‘qituvchi bergan izoh talabaning qayta ishlangan ishida aks etadi.

Loyihaning foydasini baholash uchun uning o‘tkazilganining o‘zi yetarli emas. Kokotsaki va hammualliflar sharhida ko‘plab tadqiqotlarda kuzatilgan ijobiy natijani faqat loyiha ta’siri deb qat’iy aytish qiyinligi qayd etilgan [7]. Shuning uchun keyingi sinovda talabalarning boshlang‘ich bilimi, guruh tarkibi, o‘qituvchi yordami va sarflangan vaqt hisobga olinishi taklif etiladi. Yakuniy qurilma bilan birga har bir talabaga o‘xshash yangi vazifa ham beriladi. Masalan, boshqa kuzatuv sharoiti uchun sinov rejasi tuzish yoki yetishmayotgan ma’lumotni aniqlash so‘raladi. Bu topshiriq talaba tayyor namunani ko‘chirdimi yoki qaror qabul qilish yo‘lini tushundimi, degan savolga javob beradi. Hozirgi maqolada yangi o‘zlashtirish foizlari va qurilma sinovi natijalari berilmaydi. Taklif etilgan loyiha tartibi keyingi amaliy tekshiruv uchun mo‘ljallangan.

Xulosa qilib aytganda, STEAM loyihasida fanlar bir-biriga kerak bo‘lgan vazifalar orqali bog‘lanadi. Quyosh mini-stansiyasida astronomiya kuzatuv sharoitini, fizika elektr jarayonini, matematika hisoblash va taqqoslashni tushuntiradi. Raqamli vositalar ma’lumotni qayd etishga, muhandislik qurilmani yaratishga, san’at-dizayn esa uni tushunarli va qulay ifodalashga xizmat qiladi. Boshqa olimlarning qarashlari bu bog‘lanish va o‘qituvchi yordamining muhimligini ko‘rsatadi. Avvalgi darslik va topshiriqlar bo‘yicha ishlarimiz esa ularni amaliy mashg‘ulotga tatbiq etishga asos bo‘ladi. Yakuniy natija faqat ishlaydigan qurilma emas. Talaba nima uchun shu yechim tanlanganini, uni qanday sinaganini va xulosasi qaysi ma’lumotga tayanganini tushuntira olishi kerak. Ana shunda loyiha fanlarga oid alohida topshiriqlar to‘plamidan mazmunli umumiy ishga aylanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Q. T. Xoliqov, M. X. Kuliyeva, K. A. Qayumova, L. M. Sunnatova. STEAM yondashuv asosida fizika va astronomiyani o‘qitish metodikasi: darslik /– Buxoro : Kamolot, 2026. – 140 b. – ISBN 978-9910-765-95-7.

2. Xoliqov Q. T. Raqamli texnologiyalar asosidagi topshiriqlar tizimi va bo‘lajak fizika o‘qituvchilari bilimini baholash metodikasini takomillashtirish // Fan va ta’lim integratsiyasi. – 2026. – № 4(2). – B. 234–239.

3. T. R. Kelley, J. G. Knowles A conceptual framework for integrated STEM education // International Journal of STEM Education.–2016.–Vol. 3.–Art. 11.

4. English, L. D. STEM education K-12: perspectives on integration // International Journal of STEM Education. – 2016. – Vol. 3. – Art. 3.

5. E. Perignat, J. Katz-Buonincontro STEAM in practice and research: An integrative literature review // Thinking Skills and Creativity. – 2019. – Vol. 31. – P. 31–43.

6. C. F. Quigley, D. Herro, F. M. Jamil. Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices / // School Science and Mathematics. – 2017. – Vol. 117, № 1–2. – P. 1–12.

7. D. Kokotsaki, V. Menzies, A. Wiggins. Project-based learning: A review of the literature // Improving Schools. – 2016. – Vol. 19, № 3. – P. 267–277.

8. C. E. Hmelo-Silver, R. G. Duncan, C. A. Chinn. Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006) // Educational Psychologist. – 2007. – Vol. 42, № 2. – P. 99–107.

9. D. R. Sadler. Formative assessment and the design of instructional systems // Instructional Science. – 1989. – Vol. 18. – P. 119–144.

10. I. Reda, A. Andreas. Solar position algorithm for solar radiation applications // Solar Energy. – 2004. – Vol. 76, № 5. – P. 577–589.

MAXSUS EHTIYOJLI O‘QUVCHILAR UCHUN MOSLASHTIRILGAN FIZIKA DARSLARI, TOPSHIRIQLARI VA LABORATORIYA ISHLARI TIZIMI

Ernazarov Abdurazzoq Nizamiddinovich
Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi dotsenti v.b., p.f.f.d. (PhD)
abdurazzoqernazarov@gmail.com

Annotatsiya. Tezisda alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan o‘quvchilar uchun fizika darsi materiallari, topshiriqlar, laboratoriya yo‘riqnomalari va baholash vositalarini uyg‘unlashtiruvchi metodik tizim taklif etiladi. Nazariy-qiyosiy tahlil asosida moslashtirish “maqsad – to‘siq – vosita – o‘zlashtirish dalili” bog‘lanishida tavsiflanadi. Om qonunini o‘rganish misolida axborotni olish, jihozni boshqarish va natijani ifodalash variantlari ko‘rsatiladi. Fizik tushunish, amaliy bajarish va yordamga ehtiyojni alohida qayd etishga asoslangan baholash mezonlari belgilanadi. Tizim keyingi amaliy sinov uchun nazariy-metodik yechim sifatida taqdim etiladi.

Kalit so‘zlar: inklyuziv fizika ta’limi, alohida ta’lim ehtiyojlari, didaktik moslashtirish, fizik topshiriq, laboratoriya ishi, assistiv vosita, formativ baholash.

Kirish. Fizika darsida o‘quvchining ishtiroki nazariy tushuntirish, grafik va sxemalarni anglash, jihozlarni boshqarish hamda o‘lchov natijalarini talqin qilish

bilan bog‘liq. Mazkur faoliyatlardan foydalanishdagi to‘siq o‘quvchining fizik bilimini namoyish etishiga ham ta’sir qilishi mumkin. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 638-son qarorida ta’lim va baholashda alohida ta’lim ehtiyojlarini hisobga olish hamda individual ta’lim dasturini o‘zlashtirishga yordam ko‘rsatish belgilangan [1]. Tadqiqotning maqsadi dars materiali, topshiriq, laboratoriya yo‘riqnomasi va baholashni birlashtiruvchi moslashtirilgan metodik tizimni asoslashdan iborat. Nazariy-qiyosiy tahlilda inklyuziv ta’lim texnologiyasi [2], inklyuziyaning amaliyotga tatbiqi [3] va maqsadga mos baholash tavsiyalari [4] tayanch sifatida olindi. Fizika kursida uchraydigan individual to‘siqlar haqidagi tadqiqotlar [5] moslashtirishni o‘quvchi bilan muloqotda aniqlash zaruratini ko‘rsatadi. Oliy ta’lim misollarining maktab sharoitiga tatbiqi ushbu ishda metodik taklif sifatida qaraladi.

Metodik tizim. Tizimning asosiy birligi “o‘quv maqsadi – to‘siq – moslashtirish – o‘zlashtirish dalili” bog‘lanishiga ega didaktik kartochkadir. Maqsad fizik mazmun yoki amaliy harakat orqali ifodalanadi; to‘siq esa dastlabki topshiriq, kuzatuv va o‘quvchi fikri asosida aniqlanadi. Masalan, elektr sxemasini ajrata olmaslik bilan zanjirdagi tokning fizik mazmunini tushunmaslik turlicha pedagogik yechimni talab etadi. Shuning uchun yordam turi tashxisga qarab avtomatik belgilanmaydi. Moslashtirishda material shakli, topshiriq vaqti, ish joyi, boshqaruv yoki yordam hajmi o‘zgarishi mumkin. O‘quv maqsadi saqlangan sharoitda natija shu maqsadga tegishli dalil bilan baholanadi [4]. Individual dasturda maqsad o‘zgartirilsa, uning mazmuni va mezoni alohida qayd etiladi. Assistiv vosita tanlashda o‘quvchining tajribasi, afzalliklari va undan mustaqil foydalanish imkoniyati hisobga olinadi. Taklif etilayotgan tizim to‘rtta elementdan tuziladi. Dars materiali fizik hodisa va munosabatlarni tushuntiradi. Topshiriqlar banki tushunchaviy savol, hisoblash, grafik tahlil va tajribaviy vazifani bog‘laydi. Laboratoriya yo‘riqnomasi savol qo‘yish, o‘lchash va xulosalashni tashkil etadi. Baholash vositasi o‘zlashtirish dalili asosida keyingi yordamni belgilaydi. Darsda shakllangan taxmin topshiriqda aniqlashtiriladi, laboratoriyada tekshiriladi va baholashda asoslanadi. Kartochkada tanlangan axborot shakli, yordam va mustaqil bajarilgan amal qayd etiladi (1-jadval).

1-jadval

Moslashtirish va o‘zlashtirish dalilining bog‘lanishi

O‘quv vazifasi	Moslashtirish varianti	O‘zlashtirish dalili
Sxemani tushuntirish	Aniq tavsif yoki taktil belgilash	Elementlar va ulanishni izohlash
Tebranishni kuzatish	Ko‘rinadigan mexanik model	Manba va o‘zgarishni tushuntirish
O‘lchovni qayd etish	Qulay boshqaruv va mos ko‘rsatkich	Qiymat, birlik va mazmun
Masalani yechish	Qisqa qadam va tayanch savol	Yechimni asoslash va mustaqil ko‘chirish

Topshiriqlar qisqa, mantiqan bog‘langan qadamlarda beriladi; dastlab tayanch savol va qisman namuna qo‘llanib, keyinchalik yordam kamaytiriladi. Fizik tasvirlarni moslashtirish tajribasi [6] asosida sxemaga aniq tavsif, kattalashtirilgan yoki tanish taktil belgilash qo‘shiladi. Tovush mavzusidagi mexanik va elektron namoyishlar taklifi [7] eshitishga tayangan axborotga ko‘rinadigan tebranish muqobilini rejalashtirishga asos bo‘ladi. Mazkur variantlarning darsdagi foydaliligi individual foydalanish imkoniyati orqali tekshiriladi.

Amaliy tatbiq va baholash. Tizimning namunaviy tatbiqi “Zanjir qismi uchun Om qonunini tajribada o‘rganish” laboratoriya ishida ochiladi. Maqsad temperaturasi taxminan doimiy saqlanadigan metall rezistorda kuchlanish bilan tok kuchi bog‘lanishini aniqlashdir. Bog‘lanish $I = \frac{U}{R}$ munosabatiga asoslanadi; bunda I – tok kuchi, U – kuchlanish, R – qarshilik. Past kuchlanishli o‘quv manbai tanlanadi; ampermetr zanjirga ketma-ket, voltmetr rezistorga parallel ulanadi. O‘quvchi kuchlanish ortganda tok qanday o‘zgarishini taxmin qiladi, bir nechta kuchlanishda o‘lchov olib, taxminini natija bilan qiyoslaydi. Tajriba oldidan o‘quvchi jihozlarning vazifasi va boshqaruvini o‘zlashtiradi; ulash elektr manbai uzilgan holatda bajariladi. Sinov o‘lchovi ko‘rsatkichni o‘qishdagi qiyinchilikni fizik mazmundagi xatodan ajratishga yordam beradi. O‘quvchi natijani qayd etish usulini tanlaydi. Yo‘riqnoma sxema bilan tanishish, ulanishni tekshirish, parametrni o‘zgartirish, qiymatni qayd etish va xulosa chiqarish bosqichlariga ajratiladi. Jihoz boshqaruvi qulay joylashtiriladi; o‘lchov kattalashtirilgan, raqamli yoki ovozli ko‘rsatkich orqali olinishi mumkin. Laboratoriya axborotini boshqa sezgi kanali orqali taqdim etishning fizik jihozga oid namunasi Lisboa va Peña ishida yoritilgan [8]. Hamkorlikda ishlaganda har bir o‘quvchining parametr tanlash, o‘lchash yoki tahlildagi individual hissasi belgilanadi. Natijalar jadvalga kiritilib, kuchlanishning tok kuchiga nisbati va kuzatilgan mutanosiblik izohlanadi. Rezistorning qizishi hamda asbob ko‘rsatkichi cheklovlari muhokama qilinadi. Grafik tuzish maqsadi qo‘yilganda o‘quvchi mos vositada grafik yaratish dalilini taqdim etadi. Foydalanish imkoniyati tekshirilgan simulyatsiya taxminni tekshirish va sxemani anglashga yordamchi faoliyat sifatida qo‘shiladi; asbobni ulash va o‘lchash ko‘nikmasi real jihozdagi bajarish orqali baholanadi.

Baholash fizik tushuntirishning aniqligi, o‘lchov va birliklarning mazmuni, ma’lumotdan xulosa chiqarish hamda bilimni o‘xshash vaziyatga ko‘chirishga tayanadi. Tushunchaviy javob o‘quv maqsadiga mos og‘zaki, yozma yoki sxemali shaklda olinadi [4]. Yordam turi va o‘zlashtirish natijasi alohida qayd etiladi; assistiv vositadan foydalanish ballni pasaytirish omiliga aylantirilmaydi. Yakuniy qisqa topshiriqda o‘quvchi kuchlanish o‘zgarmaganda qarshilikning ortishi tokka qanday ta’sir qilishini asoslaydi. Olingan izohdagi mazmuniy xato yangi tushuntirishga, vositadan foydalanishdagi qiyinchilik esa material yoki boshqaruvni qayta moslashtirishga asos bo‘ladi.

Xulosa. Moslashtirilgan fizika ta’limining yaxlitligi dars, topshiriq, laboratoriya va baholashning umumiy maqsad hamda tekshiriladigan dalil orqali

bog‘lanishida ifodalanadi. Taklif etilgan tizimning amaliy mahsuloti didaktik kartochka, moslashtirish matritsasi va laboratoriya yo‘riqnomasidan iborat. Ular o‘quvchining tanlovi va qayta aloqasi asosida yangilanadi. Keyingi amaliy sinovda fizik o‘zlashtirish, tajribadagi individual ishtirok va vositadan foydalanish imkoniyati birgalikda o‘rganilishi tizimning natijadorligini baholashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. Alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan bolalarga ta’lim berishga oid normativ-huquqiy hujjatlarni tasdiqlash to‘g‘risida: 2021-yil 12-oktabrdagi 638-son qaror. 1-ilova. https://lex.uz/docs/-5679836

2. Qaxarova D. S. Inklyuziv ta’lim texnologiyasi: monografiya. Toshkent: Fan va texnologiya, 2014. 192 b.

3. Алехина С. В. Инклюзивное образование: от политики к практике // Психологическая наука и образование. 2016. Т. 21, № 1. С. 136–145. DOI: 10.17759/pse.2016210112.

4. CAST. UDL Tips for Assessment. Wakefield, MA: CAST, 2020.

5. James W., Bustamante C., Lamons K., Scanlon E., Chini J. J. Disabling barriers experienced by students with disabilities in postsecondary introductory physics // Physical Review Physics Education Research. 2020. Vol. 16. 020111. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020111.

6. Torres J. P., Mendes E. G. Making Visual Illustrations of Physics Accessible to Blind Students // The Physics Teacher. 2017. Vol. 55, № 7. P. 398–400. DOI: 10.1119/1.5003738.

7. Vivas D. B. P., Teixeira E. S., Cruz J. A. L. Ensino de Física para surdos: um experimento mecânico e um eletrônico para o ensino de ondas sonoras // Caderno Brasileiro de Ensino de Física. 2017. Vol. 34, № 1. P. 197–215. DOI: 10.5007/2175-7941.2017v34n1p197.

8. Lisboa A., Peña F. J. Teaching labs for blind students: Equipment to measure the inertia of simple objects // American Journal of Physics. 2024. Vol. 92, № 11. P. 889–891. DOI: 10.1119/5.0152980.

KONTEKSTLI YONDASHUV ASOSIDA FIZIKA DARSLARINI LOYIHALASH VA TASHKIL ETISH METODIKASI

Aliboyev Akmaljon G‘ulom o‘g‘li
Guliston davlat universiteti
Akmal_sayhun@mail.ru

Annotatsiya. Tezisda umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika darslarini kontekstli yondashuv asosida loyihalash va tashkil etish metodikasi yoritiladi. O‘quv natijasi, faoliyat va baholashning uyg‘unligi asosida o‘quv kontekstini tanlash, muammo qo‘yish, tahlil, o‘quv modelini yaratish, yechim hamda refleksiya bosqichlari tizimlashtiriladi. PhET simulyatsiyalari, real tajriba va

guruhli ishni birlashtirish imkoniyatlari elektr energiyasi sarfini tahlil qilish misolida ochib beriladi.

Kalit so‘zlar: kontekstli yondashuv, fizika darsi, darsni loyihalash, PhET, modellashtirish, transfer, formatif baholash, texnologik xarita.

Kirish. Fizik qonun va formulalarni bilish ularni hayotiy vaziyatda qo‘llash bilan bir xil natija emas. O‘quvchi real muammoda muhim kattaliklarni ajratishi, mos modelni tanlashi, ma’lumotni tahlil qilishi hamda xulosasini dalillashi kerak. Kontekstli yondashuvda kundalik hayot yoki texnikadan olingan vaziyat mavzuning tashqi bezagi emas, fizik mazmunni o‘zlashtirishga ehtiyoj tug‘diradigan didaktik asos bo‘lib xizmat qiladi. Shu jihatdan akademik, amaliy-texnik va ijtimoiy-amaliy kontekstlarni o‘zaro bog‘lash A. A. Verbitskiyning kontekst haqidagi yondashuvi bilan uyg‘unlashadi [1].

Darsni loyihalashning metodik algoritmiga ko‘ra loyihalash mavzuni bayon qilishdan emas, o‘quvchi dars yakunida namoyon etadigan natijani belgilashdan boshlanadi. Konstruktiv uyg‘unlikka ko‘ra, avval kutilayotgan natija aniqlanadi, keyin uni ta’minlaydigan faoliyat va baholash usuli tanlanadi [2]. Masalan, maqsad elektr energiyasi sarfini asoslab hisoblash bo‘lsa, yakuniy mahsulot faqat formula yozish emas, hisob-kitob va tejamkorlikka oid dalillangan tavsiya bo‘lishi lozim. Loyihalash ketma-ketligi quyidagicha ifodalanadi: o‘quv dasturi talabi → o‘quvchi natijasi → muvaffaqiyat mezonlari → kontekst va muammo → baholash dalillari → dars bosqichlari. Bunda mavzuning yadro tushunchasi, qo‘llanadigan qonun yoki model hamda o‘quvchi yaratadigan mahsulot oldindan aniqlashtiriladi. Muammo asosida bilimni faollashtirish, qo‘llash va hayotiy vaziyatga ko‘chirish M. D. Merrillning ta’limni loyihalash tamoyillari bilan mazmunan mos keladi [3]. Kontekstni tanlashda uning o‘quvchi tajribasiga yaqinligi, fizik tushunchaga olib boradigan muammoli savol mavjudligi, ma’lumotlarning hajmi va aniqligi, xavfsizlik hamda yoshga mos murakkablik hisobga olinadi. Haddan tashqari sodda vaziyat odatiy mashqqa aylanadi, ortiqcha tafsilotli vaziyat esa asosiy fizik mazmunni ajratishni qiyinlashtiradi. Shuning uchun “bitta konsept – bir nechta kontekst” tamoyili bilimni boshqa vaziyatga ko‘chirishga xizmat qiladi.

1-jadval

Kontekstli fizika darsining bosqichlari va o‘quvchi mahsuloti

Bosqich	O‘quvchi faoliyati	Mahsulot va dalil
Kirish: kontekst	Hayotiy vaziyatni kuzatadi, tayanch bilimlarini faollashtiradi.	Dastlabki izoh va savol.
Muammo qo‘yish	Muammoni aniqlashtiradi, tekshiriladigan farazni ilgari suradi.	Muammoli savol va faraz.
Tahlil	Muhim kattaliklarni ajratadi, ma’lumot va cheklovlarni belgilaydi.	Jadval yoki tekshiruv rejasi.

Bosqich	**O‘quvchi faoliyati**	**Mahsulot va dalil**
Model qurish	Qonun, formula, grafik yoki chizmani tanlaydi, taxminlarni izohlaydi.	Asoslangan fizik model.
Yechim	Hisoblaydi, tajriba yoki simulyatsiya o‘tkazadi, variantlarni taqqoslaydi.	Hisob, dalil va tavsiya.
Refleksiya va baholash	Xatolarni, model cheklovlarini va yechimni boshqa vaziyatga ko‘chirishni tahlil qiladi.	Xulosa va o‘zini baholash.

Mazkur bosqichlar metodik modelning motivatsion, kognitiv, operatsion-faoliyat va refleksiv-baholash komponentlarini darsdagi aniq harakatlarga aylantiradi. Ularning 5E sikli bilan mazmuniy mosligi ham mavjud: kirish va muammo qo‘yish – jalb etish; tahlil – izlanish; model qurish – tushuntirish; yechim va transfer – kengaytirish; refleksiya – baholash bosqichlariga mos tushadi [4]. Raqamli simulyatsiya alohida ko‘rgazma sifatida emas, muammoni tekshirish vositasi sifatida tanlanadi. PhET bilan ishlashda o‘quv maqsadi oldindan belgilanib, o‘quvchi faraz qiladi, o‘zgaruvchilarni o‘zgartiradi, natijani kuzatadi va uni so‘z, jadval, chizma yoki formula orqali izohlaydi. Simulyatsiya real tajriba va avvalgi bilim bilan bog‘lanishi, o‘quvchining mustaqil izlanishi hamda hamkorligini qo‘llab-quvvatlashi lozim [5]. Shu sabab raqamli vosita barcha tajribalarni almashtiruvchi emas, muayyan didaktik vazifani bajaruvchi resurs sifatida qaraladi. Guruhli ishda faqat o‘quvchilarni guruhlarga ajratish yetarli emas. Vaziyatni fizik tilda ifodalash, yechimni rejalash, bajarish va tekshirish izchilligi ta’minlanadi; rollar hamda individual javobgarlik belgilanadi [6]. Muhokama jarayonida o‘quvchi o‘z fikrini asoslaydi, boshqa yechim bilan taqqoslaydi va umumiy xulosaga hissa qo‘shadi. Bunday tashkil etish interfaol metodlarning muloqot, jamoaviy faoliyat va mantiqiy fikrlashni qo‘llab-quvvatlash imkoniyatlariga mos keladi [7].

VIII sinf uchun “Uy sharoitida elektr energiyasi sarfini hisoblash va tejamkorlik” mavzusida kontekst sifatida elektr sarfi oshganini ko‘rsatuvchi kvitansiya yoki shartli jadval olinadi. Asosiy savol: “Qaysi asbob umumiy sarfga ko‘proq ta’sir qiladi va energiyani tejash uchun qanday asoslangan qarorlar taklif etish mumkin?” O‘quvchilar asboblarning quvvati va ishlash vaqtini jadvalga kiritadi, energiya sarfini hisoblaydi hamda variantlarni taqqoslaydi. Hisoblashning fizik modeli quyidagi bog‘lanishlarga tayanadi:

$P = UI; \quad E = Pt.$

Quvvat, tok kuchi, kuchlanish, vaqt va energiya kattaliklarining mazmuni hamda birliklar mosligi tekshiriladi. Yakuniy mahsulot hisob-kitob bilan asoslangan tejamkorlik tavsiyasidir; elektr xavfsizligi ham baholashda e’tiborga olinadi. Simulyatsiya elektr zanjiridagi bog‘lanishlarni ko‘rishga, real sarf haqidagi ma’lumot esa modelni hayotiy vaziyatda qo‘llashga xizmat qiladi.

Transfer topshirig‘ida o‘quvchi shu usulni boshqa elektr asbobi yoki yoritish variantiga tatbiq etib, tavsiyasini qayta asoslaydi. Metodika VII sinfda maktabga kelish marshrutini taqqoslash, IX sinfda gaz bosimi va harorat bog‘lanishini xavfsizlik bilan izohlash, X sinfda varrak prototipini sinash, XI sinfda diskdagi ranglarni difraksiya va interferensiya orqali tushuntirishda qo‘llanishi mumkin. Fanlararo elementlar fizik tushunchani ochish vositasi bo‘lib qoladi.

Baholash faqat yakuniy javob bilan cheklanmaydi. Konseptual aniqlik, modelning asosliligi, ma’lumot va dalillar bilan ishlash, xulosani tushunarli asoslash mezonlari dars boshida belgilanadi. Jadval, grafik, hisob-kitob, tavsiya va refleksiya yozuvi o‘quv natijasining dalili sifatida qaraladi. Formatif baholashda qayta aloqa o‘quvchiga xatoni anglash va keyingi qadamni belgilashga yordam beradi [8]. Darsni takroran qo‘llash uchun hujjatlar uch darajada tuziladi. Dars xaritasida mavzu, kontekst, muammo, natija va resurslar beriladi. Metodik pasport tayanch bilimlar, tipik xatolar, differensiallash, xavfsizlik hamda baholash mezonlarini aniqlashtiradi. Texnologik xarita esa bosqich, vaqt, o‘qituvchi va o‘quvchi faoliyati hamda baholash dalillarini bog‘laydi. Shu tariqa metodik g‘oya darsni tashkil etishning aniq mexanizmiga aylanadi.

Xulosa. Kontekstli fizika darsini loyihalashning asosiy sharti hayotiy vaziyat, fizik model, o‘quv faoliyati va baholashni yagona maqsadga bo‘ysundirishdir. Kontekst–muammo–tahlil–model–yechim–refleksiya ketma-ketligi raqamli simulyatsiya, tajriba va muhokamaning darsdagi vazifasini aniqlashtiradi. Taklif etilgan metodik tashkil etish bilimni eslab qolish bilangina cheklanmay, uni qo‘llash, model cheklovlarini anglash va dalillangan qaror chiqarishga yo‘naltiriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Verbitsky A. A. Category of “Context” and Contextual Approach in Psychology. – 2012.

2. Biggs J. Constructive alignment in university teaching // HERDSA Review of Higher Education. – 2014. – Vol. 1. – P. 5–22.

3. Merrill M. D. First Principles of Instruction // Educational Technology Research and Development. – 2002. – Vol. 50(3). – P. 43–59.

4. BSCS. The BSCS 5E Instructional Model and 21st Century Skills. – 2009. – 24 p.

5. PhET Interactive Simulations. Teaching Physics Using PhET Simulations. – 2010. – 5 p.

6. Heller K., Heller P. Cooperative Problem Solving in Physics: A User’s Manual. – 2010. – Elektron resurs.

7. Interfaol metodlar: mohiyati va qo‘llanilishi: metodik qo‘llanma / Tuz.: D. Ro‘ziyeva va boshq. – Toshkent: Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universiteti, 2013. – 108 b.

8. Black P., Wiliam D. Inside the Black Box: Raising Standards through Classroom Assessment // Phi Delta Kappan. – 1998. – Vol. 80(2). – P. 139–148.

IXTISOSLASHTIRILGAN MAKTABLARDA FIZIKANI O‘QITISHDA STEAM YONDASHUVI ASOSIDA O‘QUVCHILARNING TADQIQOTCHILIK KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI

Xolmirzayev Begimqul Sulaymonovich
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi ixtisoslashtirilgan maktabning Qarshi filiali fizika fani o‘qituvchisi
xolmirzayevbegim@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada ixtisoslashtirilgan maktablarda fizika ta’limini STEAM yondashuvi asosida tashkil etish orqali o‘quvchilarning tadqiqotchilik kompetentligini rivojlantirish metodikasi yoritilgan. Tadqiqotchilik kompetentligi muammoni aniqlash, ilmiy savol qo‘yish, faraz ilgari surish, fizik qonuniyatlarni tahlil qilish, matematik model yaratish, real va raqamli tajribani loyihalash, natijalarni qayta ishlash, muhandislik yechimini asoslash hamda refleksiv baholash qobiliyatlarining integrativ birligi sifatida talqin qilingan. “Muammo – fizik tahlil – matematik model – raqamli tajriba – muhandislik yechimi – baholash va refleksiya” ketma-ketligiga asoslangan STEAM-tadqiqot sikli taklif etilib, uning mazmuniy, faoliyatli va baholash komponentlari aniqlashtirilgan. Ko‘p funksiyali topshiriqlar va loyiha vazifalari orqali fizika, matematika, informatika va muhandislik mazmunini integratsiyalashning metodik imkoniyatlari asoslangan.

Kalit so‘zlar: ixtisoslashtirilgan maktab, fizika ta’limi, STEAM, tadqiqotchilik kompetentligi, fanlararo integratsiya, loyiha asosida o‘qitish, fizik eksperiment, matematik modellashtirish, raqamli tajriba, muhandislik yechimi.

Ixtisoslashtirilgan maktablarda fizika fanini chuqurlashtirib o‘qitish o‘quvchilardan nafaqat qonun va formulalarni puxta egallashni, balki fizik hodisalarni mustaqil tadqiq etish, nazariy bilimlarni real jarayonlar bilan bog‘lash, eksperiment natijalarini tahlil qilish va yangi vaziyatlar uchun yechim ishlab chiqishni talab etadi. Shu sababli fizik ta’limning mazmunini alohida mavzular yig‘indisi sifatida emas, balki tabiiy-ilmiy, matematik, raqamli va muhandislik faoliyatlari kesishadigan integrativ tizim sifatida tashkil etish dolzarbdir.

STEAM yondashuvi fizika darsida “Science” komponentini fizik qonuniyat va ilmiy tushuntirish, “Technology”ni raqamli o‘lchash va axborotni qayta ishlash, “Engineering”ni konstruktiv yechim va prototiplash, “Art”ni model va natijalarni vizual-kommunikativ ifodalash, “Mathematics”ni esa miqdoriy tahlil va modellashtirish orqali birlashtirish imkonini beradi. Bunday integratsiya, ayniqsa, iqtidorli va yuqori motivatsiyali o‘quvchilar bilan ishlaydigan ixtisoslashtirilgan maktablar uchun muhimdir.

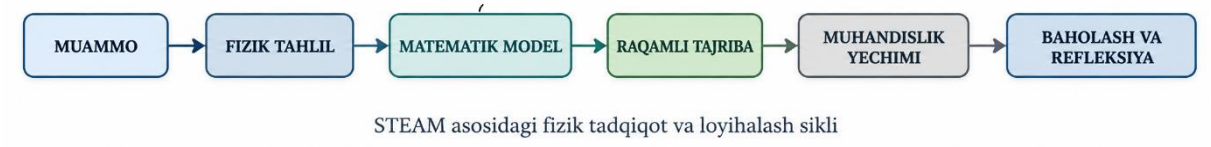
Tadqiqotning maqsadi – ixtisoslashtirilgan maktablarda fizika o‘qitish jarayonida STEAM yondashuvi asosida o‘quvchilarning tadqiqotchilik kompetentligini rivojlantirishga xizmat qiluvchi metodik sikl, topshiriqlar tizimi va baholash mezonlarini ishlab chiqishdan iborat.

Metodologik asos sifatida kompetensiyaviy, tizimli-faoliyatli, fanlararo integrativ, tadqiqotchilik va loyiha asosida o‘qitish yondashuvlari tanlandi. Fizikadan amaliy kompetentlikni rivojlantirishga doir avvalgi metodik ishlarda laboratoriya mashg‘ulotlarini ko‘p funksiyali topshiriqlar, mantiqiy tuzilmalar, o‘z-o‘zini nazorat qilish va bosqichli faoliyat bilan boyitish samarali yo‘nalish sifatida asoslangan. Mazkur g‘oya ixtisoslashtirilgan maktab kontekstida STEAM-integratsiya va o‘quvchi tadqiqotchiligi bilan kengaytirildi.

Tadqiqotchilik kompetentligini shartli ravishda quyidagi komponentlar birligi sifatida ifodalash mumkin:

$$K_t = f(P, H, M, E, D, I, R)$$

bu yerda P – muammoni qo‘yish; H – ilmiy faraz; M – matematik-fizik model; E – eksperiment; D – raqamli ma’lumotlar bilan ishlash; I – muhandislik yechimini ishlab chiqish; R – refleksiya va natijani baholash. Ushbu komponentlardan birining uzilishi tadqiqot faoliyatini oddiy reproduktiv topshiriqqa aylantirib qo‘yishi mumkin.



STEAM asosidagi fizik tadqiqot va loyihalash sikli

1-rasm. STEAM asosidagi fizik tadqiqot va loyihalash sikli

Taklif etilayotgan modelning birinchi bosqichi – muammo. O‘quvchiga tayyor formuladan foydalanishga yo‘naltirilgan masala emas, balki yechim usuli oldindan berilmagan, real yoki modellashtirilgan fizik vaziyat taqdim etiladi. Masalan: “Quyosh panelining qiyalik burchagi uning ishlab chiqaradigan elektr energiyasiga qanday ta’sir qiladi va mahalliy sharoit uchun optimal burchakni qanday aniqlash mumkin?” Mazkur savol mexanika, optika, energetika, matematika va raqamli ma’lumotlar tahlilini bitta loyiha ichida birlashtiradi.

Ikkinchi bosqich – fizik tahlil. O‘quvchi hodisaga ta’sir etuvchi fizik kattaliklarni ajratadi, sabab-oqibat bog‘lanishlarini aniqlaydi, nazariy qonuniyatlarni tanlaydi va ilmiy farazni shakllantiradi. Bu bosqichda o‘qituvchi tayyor yechim beruvchi emas, balki o‘quvchining fikrlash trayektoriyasini savollar orqali boshqaruvchi fasilitator vazifasini bajaradi.

Uchinchi bosqich – matematik model. O‘quvchilar fizik bog‘lanishni formula, grafik, funksiya, jadval yoki algoritmik model shaklida ifodalaydi. Matematik modelning fizik mazmunini tushuntirish, parametrlarning chegaralarini belgilash va ideal model bilan real obyekt o‘rtasidagi farqni aniqlash talab etiladi. Shu tariqa matematika fizika mazmunini hisoblash vositasidan tadqiqot vositasiga aylantiradi.

To‘rtinchi bosqich – raqamli tajriba. Real laboratoriya, kompyuter simulyatsiyasi, videoanaliz, elektron jadval, raqamli sensor yoki virtual laboratoriya imkoniyatlaridan foydalaniladi. Raqamli vosita tajribaning o‘rnini bosuvchi emas, balki kuzatish diapazonini kengaytiruvchi, ma’lumotni aniqroq qayta ishlash va bir necha modelni tez taqqoslash imkonini beruvchi vosita sifatida qo‘llanadi.

Beshinchi bosqich – muhandislik yechimi. O‘quvchi olingan fizik va matematik natijalar asosida qurilma, model, texnologik taklif yoki prototip yaratadi. Masalan, issiqlik yo‘qotilishini kamaytiruvchi mini-uy modeli, energiya tejovchi yoritish tizimi, sodda shamol generatori, elektromagnit ko‘taruvchi qurilma yoki tebranishni kamaytiruvchi konstruksiya ishlab chiqilishi mumkin.

Oltinchi bosqich – baholash va refleksiya. O‘quvchi natijaning ishonchliligini, modelning cheklovlarini, tajriba xatolarini va muhandislik yechimining samaradorligini tahlil qiladi. “Nima ishladi?”, “Qaysi faraz tasdiqlanmadi?”, “Modelni takomillashtirish uchun nima o‘zgartirish kerak?”, “Natijani boshqa sharoitga ko‘chirish mumkinmi?” kabi savollar tadqiqotchilik tafakkurini yakunlovchi refleksiv mexanizm hisoblanadi.

Ixtisoslashtirilgan maktab fizika kursida tadqiqotchilik kompetentligini rivojlantirish uchun topshiriq faqat bitta o‘quv harakatini emas, bir nechta funksiyani birlashtirishi lozim. Shu maqsadda topshiriqlarni uch darajada loyihalash taklif etiladi.

I daraja – tahliliy-tadqiqot topshiriqlari: o‘quvchi hodisani tavsiflaydi, kattaliklar o‘rtasidagi bog‘lanishni aniqlaydi, faraz ilgari suradi va tajriba rejasini tuzadi. II daraja – modellashtirish-loyiha topshiriqlari: fizik va matematik model yaratadi, raqamli tajriba yoki simulyatsiya orqali modelni tekshiradi va muhandislik yechimini ishlab chiqadi. III daraja – transfer-innovatsion topshiriqlar: olingan qonuniyatni yangi hayotiy, texnik yoki ekologik vaziyatga tatbiq etadi, bir nechta yechimni mezonlar asosida taqqoslaydi va optimal variantni asoslaydi. Masalan, “Maktab sinfxonasida tabiiy yoritish va sun’iy yoritishdan samarali foydalanish” loyihasida o‘quvchilar yoritilganlikni o‘lchaydi, masofa va burchakka bog‘liqlikni aniqlaydi, ma’lumotlarni elektron jadvalda tahlil qiladi, energiya sarfini hisoblaydi va yoritish qurilmalarining joylashuvi bo‘yicha muhandislik taklifini beradi. Bitta loyiha doirasida optika, elektr, matematika, informatika, ekologik va iqtisodiy fikrlash integratsiyalanadi.

1-jadval

STEAM-tadqiqot faoliyatini baholash mezonlari

Mezon	Asosiy ko‘rsatkichlar	Yuqori daraja belgisi
Muammo va faraz	Muammoni aniqlash, tadqiqot savoli, ilmiy faraz	Mustaqil, tekshiriladigan va fizik jihatdan asoslangan faraz yaratadi
Model va tahlil	Formula, grafik, bog‘lanish, parametrlar	Modelning shartlari va chegaralarini izohlaydi
Eksperiment	Tajriba rejasi, o‘lchash, xatolik	O‘zgaruvchilarni nazorat qiladi, xatolikni baholaydi

Raqamli faoliyat	Ma’lumotni qayta ishlash, simulyatsiya, vizualizatsiya	Raqamli vositani maqsadga muvofiq tanlaydi va natijani tekshiradi
Muhandislik yechimi	Konstruksiya, prototip, optimallashtirish	Bir nechta yechimni mezonlar asosida qiyoslab, tanlovini asoslaydi
Refleksiya va transfer	Xulosa, o‘z-o‘zini baholash, yangi vaziyat	Natijani tanqidiy baholaydi va qonuniyatni yangi vaziyatga ko‘chiradi

Taklif etilgan metodika o‘quv jarayonida fanlararo integratsiyani sun’iy ravishda bir necha fanni bitta darsga kiritish tarzida emas, balki bitta real muammoni turli ilmiy va texnologik vositalar yordamida yechish jarayoni sifatida talqin qiladi. Bu yondashuvda fizika integratsiyaning mazmuniy yadrosi bo‘lib qoladi, matematika miqdoriy modelni, informatika raqamli qayta ishlashni, muhandislik esa yechimni loyihalash va sinashni ta’minlaydi.

Zamonaviy tadqiqotlar inquiry asosidagi laboratoriya faoliyati ilmiy savodxonlikni rivojlantirishga, fizik va virtual tajribalarning to‘g‘ri metodik tashkil etilishi esa konseptual tushunish hamda o‘quvchilarning ijobiy munosabatini qo‘llab-quvvatlashga xizmat qilishini ko‘rsatadi. STEAM va loyiha asosidagi ta’lim bo‘yicha 2025–2026-yillardagi tadqiqotlarda ham fanlararo loyiha faoliyati amaliy ko‘nikmalar, kreativ va yuqori tartibli fikrlashni rivojlantirish imkoniyatlari qayd etilgan. Shu bilan birga, loyiha samaradorligi topshiriqning aniq tuzilishi, kichik guruhdagi hamkorlik, texnologik vositalarning maqsadga muvofiq tanlanishi va baholashning bosqichma-bosqich tashkil etilishiga bog‘liq. Ixtisoslashtirilgan maktablar uchun mazkur metodikaning muhim jihati – yuqori qobiliyatli o‘quvchilarni tayyor algoritm bilan cheklamaslikdir. Ular uchun ochiq turdagi, bir nechta yechimga ega, real ma’lumot bilan ishlashni va dalillangan qaror qabul qilishni talab qiladigan vazifalar ustuvor bo‘lishi lozim. Bu o‘quvchini masala yechuvchi subyektdan muammo tadqiqotchisi va yechim konstruktoriga aylantiradi. Ixtisoslashtirilgan maktablarda fizika ta’limini STEAM yondashuvi asosida tashkil etish o‘quvchilarning fanlararo bilimlarini mexanik birlashtirish emas, balki fizik muammoni tadqiq etish va muhandislik yechimiga olib boruvchi yaxlit faoliyatni tashkil qilishni talab etadi. Taklif etilgan “muammo – fizik tahlil – matematik model – raqamli tajriba – muhandislik yechimi – baholash va refleksiya” sikli o‘quvchining nazariy bilimdan tadqiqotchilik va konstruktiv faoliyatga o‘tishini ta’minlovchi metodik mexanizm sifatida xizmat qiladi.

Tadqiqotchilik kompetentligini rivojlantirish uchun: 1) ochiq va real kontekstli muammolardan foydalanish; 2) fizik eksperimentni matematik modellashtirish va raqamli tahlil bilan integratsiyalash; 3) ko‘p funksiyali

STEAM topshiriqlarni reproduktiv, loyiha va transfer darajalarida tuzish; 4) o‘quvchining muhandislik yechimi va refleksiyasini alohida baholash; 5) real va virtual tajribalarni o‘zaro to‘ldiruvchi vositalar sifatida qo‘llash maqsadga muvofiq. Mazkur metodika fizika darsining natijasini “to‘g‘ri javob” bilan emas, balki o‘quvchining muammoni ilmiy asosda tadqiq etish, model yaratish, tajribada tekshirish va yechimni dalillash qobiliyati bilan baholash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Bloom B.S. Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. – New York: Longmans, Green, 1956.

2. Maxmanov E.B. Fizikadan masalalar yechish orqali talabalarning fizik kompetentligini oshirish // Mug‘allim hem uzliksiz bilimlendiriw. – 2020. – №5.1. – B.113–118.

3. Ishmurodova G.I., Maxmanov E.B. Fizika fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini innovatsion yondashuv asosida o‘tkazish // Современное образование (Узбекистан). – 2019. – №8(81). – B.16–22.

4. Usarov J.E. Kompetensiyaviy yondashuvga asoslangan davlat ta’lim standartlarini amaliyotga joriy etish: muammo va yechimlar // Fizika, matematika va informatika. – 2016. – №6. – B.40–48.

5. Papalazarou N., Lefkos I., Fachantidis N. The Effect of Physical and Virtual Inquiry-Based Experiments on Students’ Attitudes and Learning // Journal of Science Education and Technology. – 2024. – Vol.33. – P.349–364. DOI: 10.1007/s10956-023-10088-3.

FIZIKANI FANLARARO INTEGRATSIYA VA STEAM YONDASHUVLARI VOSITASIDA O‘QITISH

Tajiboyeva Xolidaxon Xakimovna
Nizomiy nomidagi O‘zbekiston Milliy padagogika universiteti
Fizika kafedrasi dotsenti, p.f.n., dotsent

Annotatsiya. Ushbu maqolada aniq va tabiiy fanlarni o‘qitishda fanlararo integratsiya hamda STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) yondashuvlarining pedagogik imkoniyatlari yoritilgan. Fanlararo integratsiya orqali matematika, tabiiy fanlar, informatika va muhandislik fanlari o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlikni ta’minlash, o‘quvchilarda tizimli va tanqidiy fikrlashni rivojlantirish masalalari tahlil qilingan. Shuningdek, STEAM yondashuvi asosida amaliy masalalarni hal qilish, loyihaviy faoliyatni tashkil etish, raqamli texnologiyalar va modellashtirish vositalaridan foydalanishning samaradorligi ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: fanlararo integratsiya, STEAM, aniq fanlar, tabiiy fanlar, fizika, matematika, kimyo, biologiya, informatika, muhandislik, loyihaviy ta’lim, raqamli texnologiyalar, kompetensiya.

Bugungi kunda ta’lim tizimida o‘quvchilarga faqat alohida fan doirasidagi bilimlarni berish bilan cheklanib qolmasdan, ularni real hayotdagi muammolarni kompleks hal qilishga tayyorlash muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Zamonaviy ishlab chiqarish, texnologiya, tibbiyot, energetika, ekologiya va axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi turli fanlar bo‘yicha olingan bilimlarni o‘zaro uyg‘unligini talab etmoqda[1].

Ayniqsa, aniq va tabiiy fanlarni o‘qitishda fanlararo integratsiya o‘quvchilarning bilimlarini yaxlit tizimga keltirish imkonini beradi. Masalan, fizik hodisalarni tushuntirishda matematik formulalardan, kimyoviy jarayonlarni izohlashda fizik qonunlardan, biologik jarayonlarni o‘rganishda kimyoviy va fizik bilimlardan foydalaniladi. Informatika esa ushbu fanlarning deyarli barchasida ma’lumotlarni qayta ishlash, modellashtirish va natijalarni vizuallashtirish vositasi sifatida namoyon bo‘ladi. Shu nuqtayi nazardan, STEAM yondashuvi zamonaviy ta’limning muhim metodik yo‘nalishlaridan biri sifatida alohida ahamiyat kasb etadi.

Fanlararo integratsiya - turli o‘quv fanlarining mazmuni, metodlari va amaliy faoliyatini o‘zaro bog‘lash orqali o‘quvchilarda yaxlit ilmiy dunyoqarashni shakllantirish jarayonidir.

An’anaviy ta’limda fanlar ko‘pincha alohida-alohida o‘rganilardi. Bunday holatda o‘quvchi fizikada olgan bilimining matematika yoki biologiyada qanday qo‘llanishini har doim ham anglab yetmasligi mumkin. Integratsiyalashgan ta’limda esa bilimlarning amaliy aloqadorligini aniq nomoyon bo‘ladi.

Masalan, “Muqobil energiyasidan foydalanish” mavzusini olaylik. Ushbu mavzuni o‘rganishda:

fizika - energiya, quyosh nurlanishi va fotoelektrik hodisani tushuntiradi;

matematika - energiya miqdorini va samaradorlik darajasini hisoblaydi;

geografiya - iqlim, quyosh radiatsiyasi va tabiiy resurslarning hududlar bo‘yicha taqsimlanishini o‘rganadi;

informatika - ma’lumotlarni qayta ishlash va grafiklar tuzishda yordam beradi;

texnologiya va muhandislik - quyosh paneli va shamol parragi… kabilarni loyihalashga xizmat qiladi;

ekologiya - qayta tiklanuvchi tabiiy energiyaning atrof-muhitga ta’sirini tahlil qiladi;

Tibbiyot inson omiliga ta’sirini o‘rganadi.

Natijada o‘quvchi bitta dolzarb muammoni turli fanlar nuqtayi nazaridan ko‘rib chiqadi.

Aniq va tabiiy fanlar o‘rtasidagi integratsiyani bir necha yo‘nalishda tashkil etish mumkin.

Fizika va matematika integratsiyasi

Fizikani o‘rganishda har bir jarayon, hodisa va qonuniyatlarni tahlil qilishda matematik bilimlar muhim vosita hisoblanadi. Fzik kattaliklarni hisoblashda geometric va geometric bilimlardan foydalaniladi. Grafiklar

vositasida esa, fizik kattaliklarning o‘zaro bog‘liqligini tasvirlash bilan birga matematik kompetensiyani yanada rivojlantiradi.

Fizika va informatika integratsiyasi:

AKT o‘quv jarayoniga kirib ommalashguncha lobaratoriyalarni bajarish imkoni chegaralangan edi. Hozirgi kunda esa fizikadan aksariyat laboratoriyalar aynan raqamli texnologiyalar vositasida modellashtirish va natijalarni qayta ishlash imkonini beradi. Kompyuter simulyatsiyalari orqali mexanik harakat, elektr zanjirlari, elektromagnit to‘lqinlar, optik hodisalar va boshqa jarayonlarni virtual ko‘rinishda o‘rganish mumkin.

Bu usul, ayniqsa, real laboratoriya tajribasini o‘tkazish imkoniyati cheklangan hollarda samarali hisoblanadi.

Fizika va kimyo integratsiyasi:

Fizikani o‘quvchilarga tushuntirishda murakkablik tug‘diradigan bo‘limlarini kimyo yordamida osonroq amalga oshiriladi. Masalan: moddaning tuzilishi, molekulyar-kinetik nazariya, issiqlik hodisalari, turli muhitlarda elektr toki, atom va yadro fizikasi kabi mavzular kimyo bilan chambarchas bog‘liq.

Masalan, moddaning agregat holatlari fizik va kimyo nuqtai nazardan qarasak: moddaning tarkibi, kimyoviy bog‘lanishlari va kristall tuzilishi, nieritmalar, eruvchanlik, ionlar va molekulalararo ta'sirlarni, gazlarning tarkibi, reaksiyalari va molekulyar tuzilishini o o‘rganadi. o‘rganadi. nuqtayi nazardan molekulalarning harakati orqali, kimyoviy nuqtayi nazardan esa moddaning tarkibi va xossalari orqali tushuntiriladi. Elektr toki - zaryadlangan zarrachalarning, ya’ni elektronlar yoki ionlarning tartibli harakatidir.

Turli muhitlarda elektr toki turlicha zaryad tashuvchilar hisobiga hosil bo‘ladi. Elektrolitlar - suvda erigan yoki suyuqlantirilgan holatda elektr tokini o‘tkazadigan moddalar. Masalan, kislotalar, ishqorlar va tuzlarning suvdagi eritmalari. Buning asosiy sababi - elektrolitik dissotsiatsiya. Elektrolitik dissotsiatsiya - elektrolit moddalarning suvda eriganda musbat va manfiy ionlarga ajralish jarayonidir.

Fizika, biologiya va tibbiyot integratsiyasi

Fizika, biologiya va tibbiyot o‘zaro chambarchas bog‘liq fanlar bo‘lib, inson organizmida kechadigan ko‘plab jarayonlarni tushunishda ularning integratsiyasi muhim ahamiyatga ega. Fizika biologik jarayonlarning mexanizmlarini tushuntirsa, biologiya organizmning tuzilishi va faoliyatini o‘rganadi, tibbiyot esa ushbu bilimlardan kasalliklarni aniqlash, davolash va oldini olishda foydalanadi.

Fizikaning mexanika bo‘limi inson harakatini tushuntirishda qo‘llaniladi.

- suyaklar - tayanch va richag vazifasini bajaradi;
- bo‘g‘imlar - mexanik bog‘lanishlarni hosil qiladi;
- mushaklar - kuch hosil qiladi;
- yurish, yugurish va sakrash - mexanik harakatlar sifatida o‘rganiladi.

Tibbiyotda: ortopediya va travmatologiyada suyak va bo‘g‘imlarning mexanik xususiyatlarini bilish muhim.

2. Qon aylanishi va gidrodinamika

Fizikadagi suyuqliklar mexanikasi qonning tomirlarda harakatini tushuntirishga yordam beradi. Qon bosimi, tomirlarning diametri va qon oqimining tezligi o‘rtasida bog‘liqlik mavjud.

Inson organizmidagi qon aylanishi, nafas olish, ko‘rish, eshitish va boshqa jarayonlarda fizik qonuniyatlar namoyon bo‘ladi. Masalan, ko‘zning optik tizimini o‘rganish fizika va biologiya fanlarining tabiiy integratsiyasini ta’minlaydi.

STEAM asosida fizika va tabiiy fanlarni o‘qitish

Fizika STEAM yondashuvini qo‘llash uchun eng qulay fanlardan biridir. Chunki fizik qonuniyatlarni texnologik qurilmalar va muhandislik loyihalari bilan bog‘lash imkoniyati keng[6].

Masalan, “Issiqlik energiyasidan foydalanish” mavzusida o‘quvchilarga kichik loyiha topshirig‘i berilishi mumkin:

– “Energiya tejamkor uy modelini yarating.”
– Loyiha davomida o‘quvchilar:
– fizikadan - issiqlik almashinuvi va issiqlik izolyatsiyasini;
– matematikadan - o‘lchash va hisoblashlarni;
– texnologiyadan - materiallardan foydalanishni;
– muhandislikdan - konstruksiya yaratishni;
– san’at va dizayndan - modelning tashqi ko‘rinishini;
– informatikadan - natijalarni elektron shaklda taqdim etishni o‘rganadilar.

Bunday faoliyat o‘quvchida fanlararo bilimlardan foydalanish ko‘nikmasini shakllantiradi. STEAM ta’limida loyihaviy faoliyat alohida o‘rin tutadi. O‘quvchilarga real hayotga yaqin muammolar berilishi ularning mustaqil izlanishiga imkon yaratadi[2,7].

Masalan:

– “Aqlli issiqxona” loyihasi;
– “Quyosh energiyasidan foydalanish” loyihasi;
– “Suvni tejash tizimi” loyihasi;
– “Energiya tejamkor maktab” loyihasi;
– “Avtomatik yoritish tizimi” loyihasi;
– “Havo sifatini nazorat qilish” loyihasi;
– “Mini shamol generatori” loyihasi.

Bunday loyihalarda o‘quvchilar nazariy bilimlarni amaliy vazifalar bilan bog‘laydilar.

Zamonaviy raqamli texnologiyalar fanlararo integratsiyani tashkil etish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytiradi.

Virtual laboratoriyalar, interaktiv simulyatsiyalar, 3D modellashtirish, elektron taqdimotlar, sensorlar, mikrokontrollerlar va dasturlash vositalari yordamida o‘quvchilarning tadqiqotchilik faoliyatini tashkil etish mumkin.

Masalan, fizik tajriba natijalarini o‘quvchilar elektron jadval yordamida qayta ishlab, grafik yaratishi va undan matematik xulosa chiqarishi mumkin. Bu jarayonda fizika, matematika va informatika bilimlari bir vaqtning o‘zida qo‘llanadi.

Sun’iy intellekt texnologiyalaridan esa ma’lumotlarni tahlil qilish, modellashtirish, g‘oyalarni ishlab chiqish va ta’limiy materiallarni tayyorlashda yordamchi vosita sifatida foydalanish mumkin. Biroq bunda o‘quvchining mustaqil fikrlashi va natijalarni tanqidiy baholashi asosiy o‘rinda qolishi lozim.

Ushbu yondashuvlardan foydalanish quyidagi pedagogik natijalarga olib keladi:

- o‘quvchilarning fanlarga bo‘lgan qiziqishini oshirish;
- nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog‘lash;
- muammoli vaziyatlarni hal qilish ko‘nikmasini rivojlantirish;
- tanqidiy va ijodiy fikrlashni shakllantirish;
- matematik va tabiiy-ilmiy savodxonlikni rivojlantirish;
- jamoada ishlash ko‘nikmasini shakllantirish;
- kommunikativ kompetensiyalarni rivojlantirish;
- tadqiqotchilik faoliyatiga qiziqishni oshirish;
- muhandislik va texnik tafakkurni rivojlantirish;
- raqamli kompetensiyalarni shakllantirish.

Shuningdek, STEAM yondashuvi o‘quvchilarga kasblar va real hayotdagi faoliyatlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni yaxshiroq tushunishga yordam beradi.

Aniq va tabiiy fanlarni o‘qitishda fanlararo integratsiya hamda STEAM yondashuvlaridan foydalanish zamonaviy ta’limning muhim metodik yo‘nalishlaridan biridir. Fanlararo integratsiya o‘quvchilarga turli fanlarda o‘rganiladigan bilimlarning o‘zaro bog‘liqligini anglash imkonini bersa, STEAM yondashuvi ushbu bilimlarni amaliy, ijodiy va muhandislik faoliyatida qo‘llashga sharoit yaratadi. Ayniqsa, fizika, matematika, kimyo, biologiya, informatika va texnologiya fanlarini integratsiyalashgan holda o‘qitish o‘quvchilarning tabiiy-ilmiy dunyoqarashini rivojlantirish, muammoli vaziyatlarni hal qilish, mustaqil tadqiqot olib borish va amaliy mahsulot yaratish kompetensiyalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Shu sababli fizika fanini o‘qitishda STEAM elementlari fan mazmuniga maqsadli ravishda integratsiya qilish, virtual laboratoriyalar va raqamli modellashtirish vositalaridan foydalanish, loyihaviy va muammoli ta’lim metodlarini keng qo‘llash ta’limdagi bir qancha muammolarni yechish imkonini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. O‘zbekiston Respublikasida ta’limni rivojlantirish va zamonaviy pedagogik texnologiyalarni joriy etishga oid me’yoriy-huquqiy hujjatlar.

2. STEAM metodikasi va uning amaliy qo‘llanilishi – Xalq ta’limi innovatsion markazi, 2022.

3. CLIL: Integrated Learning in Science Education – Cambridge University Press, 2021.

4. PheT Interactive Simulations: Effective Ways to Teach Physics – University of Colorado Boulder, 2020.

5. Algodoo: Visualizing Physics through Simulation – Educational Research Journal, 2019.

6. Methodology of teaching the topic of “Electromagnetic waves” in a systematized and integrated way. Contents lists available at ScienceDirect Results in Optics journal homepage: www.sciencedirect.com/journal/results-in-optics

7. Tajiboyeva X.X. STEAM education as a source of creating unusual and interesting discoveries for young students . Science and innovation international scientific journal volume 2 ISSUE 11 November 2023 UIF-2022: 8.2 | ISSN: 2181-3337 | SCIENTISTS.UZ 709-712 p.

FIZIKA FANIDAN LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARINI TASHKIL ETISHDA “InnoLAB” TEXNOLOGIYASINING REAL LABORATORIYA FAOLIYATIDAGI AHAMIYATI

Erkin VOXIDOV

O‘zbekiston Milliy universiteti ilmiy izlanuvchisi

Zamonaviy fizika ta’limida laboratoriya mashg‘ulotlari o‘quvchilarning nazariy bilimlarini empirik faoliyat bilan integratsiyalash, fizik qonuniyatlarning haqqoniyligini tajribada tekshirish va tadqiqotchilik kompetensiyalarini shakllantirishning asosiy omili hisoblanadi. Laboratoriya muhitining o‘ziga xos pedagogik xususiyati shundaki, unda o‘quvchi tayyor bilimlarni passiv qabul qiluvchi ob’ekt emas, balki muayyan fizik muammoni mustaqil tadqiq etuvchi va bilimni faol yaratuvchi sub’ekt sifatida namoyon bo‘ladi. U tajriba shart-sharoitlarini belgilaydi, tegishli asbob-uskunalarni tanlaydi va ularni sozlaydi, fizik kattaliklarni o‘lchaydi, olingan ma’lumotlarni tizimlashtiradi va qayta ishlaydi hamda yakuniy natijalarni mavjud nazariy modellar bilan qiyosiy tahlil qiladi. Shu jihatdan, laboratoriya mashg‘ulotlari akademik litseylarda kompetensiyaga asoslangan ta’lim paradigmasining ajralmas va o‘zak tarkibiy qismi bo‘lib xizmat qiladi.

“InnoLAB” texnologiyasini an’anaviy va raqamli laboratoriyalardan ajratib turuvchi asosiy innovatsion omil–bu eksperimental ma’lumotlarni SI algoritmlari vositasida avtomatik qayta ishlash va tahlil qilish imkoniyatidir. Bunda SI o‘quvchi o‘rniga amaliy topshiriqni bajarmaydi va tayyor xulosalarni taqdim etmaydi. Aksincha, u o‘quvchi to‘plagan empirik ma’lumotlarni qayta ishlovchi, ulardagi yashirin qonuniyatlarni aniqlovchi hamda o‘quv-bilish faoliyatini evristik yo‘naltiruvchi intellektual assistent sifatida namoyon bo‘ladi.

Tajriba davomida olingan $x_1,x_2,...,x_n$ o‘lchash natijalari platformaga kiritilganda, tizim ularning arifmetik o‘rtacha qiymatini, statistik tarqoqligini, absolyut va nisbiy xatoliklarini real vaqt rejimida hisoblab beradi. Shu bilan birga, eksperimental bog‘lanishlarning grafiklarini shakllantirib, ularni nazariy

funksional egri chiziqlar bilan sinxron solishtiradi. Agar olingan eksperimental ko‘rsatkichlar nazariy qiymatlardan kritik darajada chetlashsa, tizim o‘quvchiga tayyor xatoni ko‘rsatmaydi, balki: *"Zanjirning ulanish nuqtalarini qayta tekshiring", "O‘lchov asbobining ichki qarshiligi e’tiborga olinganmi?"* yoki *"Tajriba o‘tkazilayotgan muhit haroratini hisobga oldingizmi?"* kabi yo‘naltiruvchi evristik savollar orqali metodik fikr mulohaza taqdim etadi.

Bunday algoritmda SI “tayyor javob beruvchi generator” emas, balki “intellektual-tahliliy vositachi” rolini o‘taydi. Bu prinsip o‘quvchining mustaqil fikrlash va tadqiqotchilik avtonomligini saqlab qolish nuqtai nazaridan muhim pedagogik ahamiyatga ega.

“InnoLAB” texnologiyasining konstruktlari va amaliy metodikasi bir-birini to‘ldiruvchi quyidagi didaktik tamoyillarga tayanadi:

1. **Real eksperimentning prioritetligi tamoyili:** Fizik hodisani bevosita kuzatish va real aspab-uskunalar bilan ishlash o‘quvchining sensor-motor hamda bazaviy amaliy kompetensiyalarini shakllantirishning majburiy sharti hisoblanadi.
2. **Raqamli integratsiya tamoyili:** Real tajribada olingan ma’lumotlar raqamli sensorlar yoki interaktiv kiritish maydonlari orqali yagona platformaga uzatiladi, bu esa o‘lchash va matematik-statistik qayta ishlash bosqichlarini uzviy bog‘laydi.
3. **Virtual to‘ldiruvchilik tamoyili:** Virtual model real tajribani almashtirmagan holda, uning nazariy-konseptual mazmunini chuqurlashtiradi hamda murakkab yoki cheklovli fizik vaziyatlarni modellashtirishga imkon beradi.
4. **Intellektual-tahliliy qo‘llab-quvvatlash tamoyili:** SI algoritmlari eksperimental ma’lumotlarni chuqur tahlil qilish, xatoliklar manbaini aniqlash, grafiklarni interpretatsiya qilish va adaptiv fidbek berishning asosiy vositasi sifatida qo‘llanadi.
5. **Tadqiqotchi-sub’ekt prioriteti tamoyili:** Jarayonlarni avtomatizsiyalash darajasi yuqori bo‘lishiga qaramay, tajriba rejasini tuzish, gipotezani ilgari surish, tizimni boshqarish va yakuniy xulosalarni shakllantirishda o‘quvchining faol va mustaqil roli saqlab qolinadi.
6. **Metakognitiv va refleksiv tahlil tamoyili:** Laboratoriya mashg‘uloti yakunida o‘quvchi faqat sonli natijani qayd etish bilan cheklanmaydi, balki *“Narsa va hodisalarning qanday xossasi o‘lchandi?”, “Empirik va nazariy qiymatlar o‘rtasidagi tafovut sababi nimada?”* hamda *“Eksperiment aniqligini qanday oshirish mumkin?”* kabi metakognitiv savollar asosida o‘z faoliyatini chuqur refleksiya qiladi.

Yuqorida bayon etilgan nazariy va metodologik tamoyillarning integratsiyasi “InnoLAB” texnologiyasini an’anaviy laboratoriya soatlaridan farqli o‘laroq, real amaliy faoliyat, raqamli ma’lumotlar tahlili, virtual modellashtirish va sun’iy intellektga asoslangan diagnostikani o‘z ichiga olgan yaxlit pedagogik tizimga aylantiradi. Ushbu sinergetik yondashuv o‘quvchilarda

metrologik madaniyat, eksperimental tafakkur, raqamli kompetensiya hamda akademik-ilmiy xulosalar yaratish koʻnikmalarini kompleks rivojlantirishni ta’minlaydi.

Shu asosda “InnoLAB” texnologiyasini “real tajriba oʻquvchi tomonidan bajariladigan, olingan natijalar raqamli platformada avtomatik qayta ishlanadigan, SI esa tahliliy va evristik jarayonlarni pedagogik jihatdan qoʻllab-quvvatlaydigan” tamoyiliga asoslangan integratsiyalashgan multimodal laboratoriya ta’limi konsepsiyasi sifatida ta’riflash mumkin.

An’anaviy laboratoriya ta’limining ustuvor jihati oʻquvchining real fizik voqelik, moddiy qurilmalar va asbob-uskunalar bilan bevosita ishlashida namoyon boʻladi. Ushbu jarayonda oʻquvchi elektr va mexanik zanjirlarni yigʻish, asboblarning koʻrsatkichlarini shkalalardan toʻgʻri oʻqish, oʻlchov chegaralarini belgilash, tajriba sharoitlarini oʻzgartirish hamda real oʻlchash xatoliklari va tasodifiy oʻzgarishlarni bevosita kuzatish imkoniyatiga ega boʻladi. Bu kabi amaliy-sensor faoliyat tadqiqotchilik va metrologik koʻnikmalarni shakllantirishda beqiyos ahamiyat kasb etadi. Biroq an’anaviy yondashuvda olingan empirik ma’lumotlar, asosan, qoʻlda qayta ishlanadi. Bu holat haddan tashqari koʻp vaqt sarflanishiga va matematik-statistik hisoblashlarda inson omiliga bogʻliq xatoliklarning ortib ketishiga sabab boʻladi.

Virtual laboratoriyalarning muhim pedagogik afzalligi esa murakkab, xavfli yoki mikro hamda nano darajali fizik jarayonlarni xavfsiz, tezkor va koʻp marotaba takroriy modellashtirish imkonini berishidadir. Oʻquvchi tizim parametrlarini keng diapazonda erkin oʻzgartirishi, tajribalarni turli gipotezalar boʻyicha sinab koʻrishi hamda olingan natijalarni dinamik grafik va diagrammalar koʻrinishida kuzatishi mumkin. Shunga qaramay, sof virtual muhit oʻquvchini real laboratoriya jihozlari bilan bevosita ishlash, asboblarni toʻgʻri sozlash, tabiiy oʻlchov noaniqliklarini his qilish va kutilmagan texnik-eksperimental muammolarni mustaqil bartaraf etish kabi amaliy kompetensiyalardan mahrum etadi.

Ta’limni algoritmlashtirish va avtomatizatsiyalash jarayonlari oʻquvchini bevosita tajriba oʻtkazish, kuzatish hamda mustaqil mushohada yuritish singari evristik bosqichlardan aslo ozod etmasligi lozim. Aksincha, raqamli tizim oʻquvchini past darajali mexanik yuklamalardan xalos qilib, diqqat-e’tiborini yuqori darajadagi tahliliy, sintetik va metakognitiv faoliyatga yoʻnaltirishi zarur. Shu sababli, "InnoLAB" platformasida SI algoritmlari tomonidan taqdim etiladigan tahliliy ma’lumotlar va indikatorlar mutlaq "tayyor javob" koʻrinishida emas, balki oʻquvchini mustaqil akademik va fizik xulosaga bevosita tayyor javobni bermay, toʻgʻri xulosaga mustaqil ravishda yetib borishiga yordam beruvchi yoʻl-yoʻriq va pedagogik-didaktik qoʻllab-quvvatlash vositasi sifatida algoritmlashtirilishi maqsadga muvofiqdir.

Xulosa qilib aytganda "InnoLAB" didaktik muhitida oʻquvchi real fizik qurilmalar va oʻlchov asboblari bilan bevosita amaliy muloqotga kirishadi, fizik kattaliklarni mustaqil oʻlchaydi hamda birlamchi eksperimental ma’lumotlar

bazalarini shakllantiradi. To‘plangan ma’lumotlar raqamli platforma vositasida qayta ishlanib, nazariy ko‘rsatkichlar bilan sinxron taqqoslanadi, funksional grafik bog‘lanishlar barpo etiladi va o‘lchash xatoliklarining statistik ko‘rsatkichlari aniqlanadi. Virtual laboratoriya komponenti esa real tajribani to‘ldirgan holda, fizik jarayonlarni keng diapazonda modellashtirish va turli parametrlarning tizimga ta’sirini dinamik kuzatish imkonini taqdim etadi. SI algoritmlari esa eksperimental natijalarni chuqur tahlil qilish, divergensiya manbalarini aniqlash hamda o‘quvchiga individual metodik va evristik fidbek berishning intellektual vositasi sifatida xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Qodirov M.Q., Ochilov O., Vohidov E.R. “Elektrostatik maydonni o‘rganish” nomli laboratoriya ishini “InnoLAB” texnologiyasi asosida o‘qitish usuli // Samarqand davlat universiteti ilmiy axborotnomasi, 6/2-son (142), – Samarqand, 2023. – B. 37-42 https://doi.org/10.59251/2181-1296.2023.v6.142.2.3654
2. Sheraliev S.S. Fizikaning “Tebranish va to‘lqinlar” bo‘limini o‘qitishdagi elektron qo‘llanmalarning mazmuni va metodikasini takomillashtirish (Akademik litseylar misolida). Ped. fan. bo‘yicha PhD diss. – T.: O‘zMU, 2019. 138-b
3. Hofstein A., Lunetta V.N. The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century // Science Education. – 2004. – Vol. 88, № 1. – P. 28–54. – http://doi:10.1002/sce.10106
4. T de Jong., Linn M.C., Zacharia Z.C. Physical and virtual laboratories in science and engineering education // Science. – 2013. – Vol. 340, № 6130. – P. 305–308. – http://doi:10.1126/science.1230579

BARQAROR RIVOJLANISH KOMPETENSIYALARINING PEDAGOGIK MOHIYATI, TARKIBIY TUZILISHI VA SHAKLLANISH XUSUSIYATLARI

Tohirova Go‘zal Sadullayevna
IIV ixtisoslashtirilgan maktab internati fizika-matematika fani o‘qituvchisi

Annotatsiya. Mazkur tezisda barqaror rivojlanish kompetensiyalarining pedagogik mohiyati, tarkibiy tuzilishi va fizika ta’limida shakllanish shartlari nazariy-qiyosiy tahlil asosida yoritiladi. UNESCO, Wiek va hammualliflar hamda GreenComp yondashuvlari umumlashtirilib, qadriyat, bilish, amaliy faoliyat, hamkorlik va refleksiyani birlashtiruvchi besh komponentli tuzilma taklif etiladi. Elektr energiyasidan oqilona foydalanishga doir loyiha misolida kompetensiyalarni o‘quv faoliyati bilan bog‘lash yo‘llari ko‘rsatiladi. Baholashda fizik tushuntirish, qarorning asoslanganligi va mustaqil refleksiyaga e’tibor qaratiladi.

Kalit so‘zlar: barqaror rivojlanish, kompetensiya, tizimli fikrlash, fizika ta’limi, fanlararo integratsiya, loyihaviy ta’lim, hamkorlik, refleksiya.

Kirish. Energiya iste’moli, tabiiy resurslar cheklanganligi va texnologik qarorlarning uzoq muddatli oqibatlari ta’limni hayotiy muammolar bilan bog‘lashni talab etadi. O‘zbekistonda barqaror rivojlanishning milliy maqsad va vazifalariga oid hujjat ushbu masalaning ahamiyatini belgilaydi [1]. Fizika ta’limidagi energiya, quvvat va samaradorlik tushunchalari turli yechimlarni dalillar bilan qiyoslashga, o‘zlashtirilgan bilimlarni mas’uliyatli qarorlarda qo‘llashga imkon beradi. Pedagogik muammo barqaror rivojlanish g‘oyalarini kuzatiladigan o‘quv faoliyati va baholash mezonlariga aylantirishdan iborat. Ishning maqsadi kompetensiyalar mazmuni va tuzilishini tizimlashtirish, shakllanish xususiyatlarini aniqlashtirish hamda fizika ta’limiga mos metodik bog‘lanishlarni taklif etishdir. Normativ hujjat va ilmiy manbalar nazariy-qiyosiy tahlil qilinib, pedagogik umumlashtirish va o‘quv vaziyatini loyihalash usullari qo‘llanildi. Takliflarning samaradorligi keyingi empirik tekshiruvni talab qiladi.
Kompetentlikka oid pedagogik yondashuvda bilim va ko‘nikmalarning faoliyatda qo‘llanishi, shaxsiy sifatlar hamda kasbiy tayyorgarlikning o‘zaro aloqasi muhim o‘rin tutadi [2]. Ushbu tezisda kompetensiya muayyan vazifani bajarish uchun zarur bilim, ko‘nikma va munosabatlarning o‘zaro bog‘langan majmui, kompetentlik esa mazkur imkoniyatlarning faoliyatda namoyon bo‘lishi sifatida qo‘llanadi. Barqaror rivojlanish kompetensiyalari tabiiy, ijtimoiy va iqtisodiy aloqalarni tushunish, dalil va qadriyatlarga tayanib qaror qabul qilish hamda uning oqibatlarini hisobga olib harakat qilishni birlashtiradi [4; 5].

UNESCO tizimli fikrlash, kelajakni oldindan ko‘ra bilish, me’yor va qadriyatlarni anglash, strategik faoliyat, hamkorlik, tanqidiy fikrlash, o‘zini anglash hamda muammolarni integrativ hal qilishni tayanch kompetensiyalar sifatida ajratadi [4, 10–11-b.]. Wiek va hammualliflar tizimli, istiqbolga yo‘naltirilgan, me’yoriy, strategik va shaxslararo kompetensiyalarning birgalikda ishlashiga e’tibor qaratadi [5]. Bu yondashuvlarda muammoni tushuntirish, muqobil kelajaklarni baholash va amaliy yechim yaratish o‘zaro bog‘liq. Shuning uchun alohida bilimni tekshiradigan topshiriq kompetensiyalarning barcha jihatlarini to‘liq ochib bera olmaydi. GreenComp doirasi barqarorlik qadriyatlarini mujassamlashtirish, murakkablikni anglash, barqaror kelajakni tasavvur qilish va barqarorlik yo‘lida harakat qilish kabi to‘rt sohada o‘n ikki kompetensiyani birlashtiradi [6]. Mazkur tasniflarni aynan tenglashtirish ularning guruhlash mezonlarini yo‘qotishi mumkin. Shu sababli quyidagi besh komponentli tuzilma xalqaro modellarni fizika ta’limidagi faoliyatga moslashtiruvchi mualliflik metodik umumlashtirishi sifatida taklif qilinadi. Unda komponentlar bitta o‘quv vazifasini bajarishda bir-birini to‘ldiruvchi jihatlar sifatida qaraladi.

Jadval

Barqaror rivojlanish kompetensiyalarining mualliflik metodik tuzilmasi

Komponent	Faoliyat mazmuni	Kuzatiladigan natija

Qadriyat va motivatsiya	Resurslarga mas’uliyat; manfaatlar va kelajak oqibatlarini hisobga olish.	Tanlovning odamlar va muhitga ta’sirini izohlaydi.
Bilish va tizimli tahlil	Fizik qonuniyatlar, sabab-oqibat aloqalari; dalil va taxminni ajratish.	Hisob yoki o‘lchov bilan bog‘lanishni asoslaydi.
Amaliy va strategik faoliyat	Muqobil yechimlarni yaratish, rejalashtirish va sinash.	Bajarish mumkin bo‘lgan yechim va reja taklif qiladi.
Hamkorlik va muloqot	Vazifalarni taqsimlash, fikrlarni muhokama qilish va qarorni himoyalash.	Dalillarga tayanib kelishadi, o‘z hissasini ko‘rsatadi.
Refleksiya va baholash	Natijani, foydalanilgan modelni va shaxsiy faoliyatni tahlil qilish.	Cheklovni aniqlaydi va takomillashtirish yo‘lini tushuntiradi.

Kompetensiyalarning shakllanishi bilimni qo‘llash, tanlovni asoslash va natijani qayta ko‘rib chiqishning takrorlanuvchi jarayonidir. O‘quvchi yangi dalil asosida dastlabki qarorini o‘zgartirishi yoki avval qo‘llagan modelining cheklovini aniqlashi mumkin. Shu bois taklif etilayotgan metodik izchillik muammoni anglash, dalil yig‘ish, fizik tahlil, muqobillarni baholash, hamkorlikdagi qaror va refleksiyani qamrab oladi. Mazkur ketma-ketlik qat’iy chiziqli bosqichlar tizimi sifatida olinmaydi: muhokama jarayonida qo‘shimcha o‘lchov yoki hisoblashga qaytish tabiiydir. Muammoli vaziyatning o‘quvchi tajribasiga yaqinligi, topshiriqning yosh va tayyorgarlikka mosligi, fanlararo aloqalarning aniq vazifaga xizmat qilishi hamda mustaqil qaror uchun imkoniyat yaratilishi asosiy pedagogik shartlar sifatida belgilanadi. Ekologik muammolarni yechishga yo‘naltirilgan ta’lim mazmuni kompetentlikni amaliy faoliyat bilan bog‘lash uchun asos bo‘ladi [3]. Pedagogik usullar va barqaror rivojlanish kompetensiyalarining bog‘lanishini tahlil qilgan tadqiqot esa loyiha, muammoli o‘qitish va hamkorlik usullarini vazifaga muvofiq uyg‘unlashtirish zarurligini ko‘rsatadi [7]. O‘qituvchi savollar va mezonlar orqali izlanishni yo‘naltiradi.

“Ta’lim muassasasida yoritish uchun sarflanadigan elektr energiyasini kamaytirish” loyihasida guruhlar mavjud lampalarning quvvati, soni va ishlash vaqtini qayd etadilar. Quvvat o‘zgarmas bo‘lganda elektr energiyasi $E = Pt$ munosabatidan hisoblanadi; P kilovattda, t soatda olinsa, E kilovatt-soatda ifodalanadi. Bir nechta qurilma uchun alohida sarflar yig‘iladi. Quvvat vaqt bo‘yicha o‘zgarsa, ushbu soddalashtirishning chegarasi muhokama qilinadi. O‘lchov mavjud bo‘lsa, natija hisoblangan sarf bilan qiyoslanadi; qurilma yorlig‘idan olingan qiymatlar taxminiy hisobning manbasi sifatida qayd etiladi. Keyingi bosqichda lampalarni almashtirish, tabiiy yoritishdan foydalanish yoki ishlash vaqtini boshqarish kabi muqobillar ko‘rib chiqiladi. Taqqoslash bir xil o‘quv vazifasi uchun yetarli yoritilganlikni saqlash sharti bilan bajariladi. Faqat

quvvati kichik qurilmani tanlash asoslangan xulosa uchun yetarli emas: boshlang‘ich xarajat, foydalanish muddati, xizmat ko‘rsatish va chiqindini boshqarish ham baholanadi. O‘quvchilar hisobning farazlarini ko‘rsatib, takliflarini dalillar bilan himoya qiladilar. Shu tariqa fizik tahlil, iqtisodiy mulohaza, ekologik mas’uliyat va muloqot umumiy qarorda birlashadi.

Baholashda fizik tushuntirishning to‘g‘riligi, dalil sifati, muqobillarni qiyoslash, oqibatlarni hisobga olish, hamkorlikdagi hissa va refleksiya mezonlari qo‘llanadi. Baholash vositalari haqidagi sharhga tayangan holda loyiha mahsuloti, kuzatuv va individual izohni birlashtirish maqsadga muvofiq [8]. Guruhning umumiy natijasi har bir ishtirokchining o‘zlashtirishini to‘liq ifodalamaydi. Shuning uchun o‘quvchi mustaqil ravishda hisoblashni tushuntiradi, yangi shartdagi vazifani bajaradi va taklif cheklovini ko‘rsatadi. Qadriyat komponenti muayyan qarorning oqibatlarini asosli muhokama qilish orqali baholanadi. Barqaror rivojlanish kompetensiyalarining pedagogik mohiyati bilim, qadriyat va faoliyatning mas’uliyatli qarorda birlashishida namoyon bo‘ladi. Taklif etilgan tuzilma fizika mazmuni, loyiha faoliyati va baholash dalillarini bog‘lashga xizmat qiladi. Shakllanishning asosiy shartlari real muammo, fanlararo tahlil, hamkorlik, mustaqil tanlov va refleksiyadir. Keyingi tadqiqotlarda tuzilmani aniq ta’lim bosqichiga moslashtirish, mezonlarni aniqlashtirish hamda boshlang‘ich va yakuniy natijalar asosida sinovdan o‘tkazish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. 2030-yilgacha bo‘lgan davrda barqaror rivojlanish sohasidagi milliy maqsad va vazifalarni amalga oshirishni jadallashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida: 2022-yil 21-fevraldagi 83-son qaror. https://lex.uz/docs/5870397.

2. Muslimov N. A., Usmonboyeva M. H., Sayfurov D. M., To‘rayev A. B. Pedagogik kompetentlik va kreativlik asoslari: o‘quv-metodik qo‘llanma. – Toshkent, 2015. – 120 b.

3. Ермаков Д. С. Формирование экологической компетентности школьников в процессе их обучения решению экологических проблем // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика. – 2008. – № 2. – С. 108–113.

4. UNESCO. Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. – Paris: UNESCO, 2017. DOI: 10.54675/CGBA9153.

5. Wiek A., Withycombe L., Redman C. L. Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development // Sustainability Science. – 2011. – Vol. 6. – P. 203–218. DOI: 10.1007/s11625-011-0132-6.

6. Bianchi G., Pisiotis U., Cabrera Giraldez M. GreenComp: The European sustainability competence framework / Y. Punie, M. Bacigalupo (eds.). – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. – EUR 30955 EN. DOI: 10.2760/13286.

7. Lozano R., Merrill M. Y., Sammalisto K., Ceulemans K., Lozano F. J. Connecting Competences and Pedagogical Approaches for Sustainable Development in Higher Education: A Literature Review and Framework Proposal // Sustainability. – 2017. – Vol. 9, № 10. – Art. 1889. DOI: 10.3390/su9101889.

8. Redman A., Wiek A., Barth M. Current practice of assessing students’ sustainability competencies: a review of tools // Sustainability Science. – 2021. – Vol. 16. – P. 117–135. DOI: 10.1007/s11625-020-00855-1.

FIZIKA TA’LIMIDA METAPREDMET KO‘NIKMALAR: DIAGNOSTIKA VA PEDAGOGIK SHART-SHAROITLAR

Raxmatov Jamshid Akbarovich

A. Avloniy nomidagi Pedagogik mahorat milliy instituti mustaqil tadqiqotchisi

Annotatsiya. Tezisda maktab fizika ta’limida o‘quvchilarning metapredmet ko‘nikmalarini diagnostika qilish mazmuni faoliyat jarayoni va uning natijasida yaratiladigan ta’limiy mahsulot birligi asosida yoritiladi. Rejalashtirilgan, amalga oshirilgan va erishilgan natijalarni qiyosiy tahlil qilish imkonini beruvchi olti turdagi vositali topshiriqlar majmuasi tavsiflanadi. Shuningdek, diagnostik mezonlar, faoliyat darajalari va ularni ta’minlovchi pedagogik shart-sharoitlar o‘rtasidagi funksional bog‘lanish ochib beriladi.

Kalit so‘zlar: metapredmet ko‘nikmalar, fizika ta’limi, diagnostika, ta’limiy mahsulot, triangulyatsiya, baholash mezoni, refleksiya, pedagogik shart-sharoitlar.

Kirish. Fizik masalani to‘g‘ri yechish natijasining o‘zi o‘quvchining matematik yoki fizik modelni mustaqil tanlash, keltirilgan dalillarning asoslanganligini baholash yoxud o‘zlashtirilgan usulni yangi vaziyatga transfer qilish kabi metapredmet harakatlarni qay darajada egallaganligini to‘liq namoyon etmaydi. Shu bois metapredmet ko‘nikmalar diagnostikasi predmet bilimlaridan ajratilmagan holda, o‘quvchining mazkur bilimlarni qo‘llash jarayonida qanday faoliyatni amalga oshirishi va uning natijasi qanday namoyon bo‘lishini aniqlashga yo‘naltirilishi lozim. A.V. Xutorskoyning yondashuvida ham metapredmet faoliyatni umumiy o‘quv harakatlari bilan aynanlashtirmaslik, balki uni muayyan o‘rganish obyekti va o‘quvchi tomonidan yaratilgan ta’limiy mahsulot bilan uzviy bog‘liq holda baholash zarurligi asoslanadi. [1, 38–39-b.]. Shu nuqtayi nazardan, metapredmet faoliyatni diagnostika qilishda o‘quvchining faqat yakuniy javobini emas, balki o‘quv fani bilimlarini qo‘llash jarayonida amalga oshirgan faoliyatini va yaratgan ta’limiy mahsulotini baholashga imkon beruvchi metodik yechim zarur. Tadqiqotning maqsadi ana shu yondashuv asosida o‘quvchilarning metapredmet ko‘nikmalarini diagnostika qilish mezonlari va ularni shakllantirishni ta’minlovchi pedagogik shart-sharoitlarni o‘zaro muvofiqlashtiruvchi metodik yechimni ishlab chiqishdan iborat. Taklif etilayotgan diagnostik majmua empirik sinovdan o‘tkazilib, ishonchliligi

tasdiqlangan tayyor o‘lchov vositasi sifatida emas, balki keyingi tajriba-sinov tadqiqotlarida tekshirish va takomillashtirishga mo‘ljallangan metodik model sifatida qaraladi.

Diagnostikaning nazariy asosini A.V. Xutorskoy tomonidan metapredmet yondashuv doirasida ajratilgan ta’limni tashkil etishning besh sathi – ta’lim doktrinasi, ta’lim standarti, o‘quv fani, ta’lim dasturi va o‘qitish jarayoni tashkil etadi. Mazkur sathlar o‘quvchining metapredmet ko‘nikmalarini egallash darajalarini emas, balki ta’lim mazmunini loyihalash, mazmuniy jihatdan belgilash va amaliyotga tatbiq etishning o‘zaro bog‘liq bosqichlarini ifodalaydi [3, 71-b.]. Shu jihatdan, diagnostik yondashuv faqat o‘quvchining yakuniy javobini aniqlash bilan cheklanmasdan, ta’limiy faoliyat natijasida yuzaga keladigan tashqi mahsulot, o‘quvchining shaxsiy rivojlanishidagi o‘zgarishlar hamda o‘zlashtirilgan faoliyat usullarining namoyon bo‘lishini kompleks baholashni nazarda tutadi.

M.D. Dammer modelida mantiqiy bilimlar tushunchalarni qiyoslash va xulosa chiqarish bilan, metodologik bilimlar esa maqsad qo‘yish, manba tanlash, tajribani rejalash hamda natijani baholash bilan bog‘lanadi [2, 50-b.]. Shu asosda diagnostika birligi sifatida “metapredmet mazmun–kuzatiladigan harakat–ta’limiy mahsulot–baholash mezoni” bog‘lanishi taklif etiladi. Masalan, “modelni anglash” ko‘rsatkichi chizma mavjudligi emas, o‘quvchining farazni va uning qo‘llanish chegarasini izohlashidir.

Yuqorida keltirilgan nazariy yondashuvdan kelib chiqib, diagnostikani tashkil etishda o‘quvchi faoliyatining rejalashtirilgan, amalda bajarilgan va erishilgan natijalarini o‘zaro qiyoslashga asoslangan yondashuv taklif etiladi. Bunda uchta manba – ta’lim dasturi va topshiriqlarda belgilangan kutilayotgan natijalar, dars jarayonini kuzatish hamda o‘qituvchi izohlarida aks etgan amaliy faoliyat, shuningdek, o‘quvchining individual faoliyati, yaratgan ta’limiy mahsuloti va refleksiyasida namoyon bo‘lgan natijalar – o‘zaro qiyosiy tahlil qilinishi lozim. Shu sababli dasturda belgilangan talab yoki o‘qituvchining ijobiy bahosi o‘quvchining mustaqil faoliyati va uning natijasini tasdiqlovchi yetarli dalil sifatida qabul qilinmaydi. Aniqlangan tafovutlar o‘quvchining keyingi rivojlanish ehtiyojlarini belgilash, navbatdagi diagnostik topshiriqlarni tanlash va pedagogik yordam mazmunini aniqlashtirish uchun tahlil qilinadi.

Metodik ish doirasida o‘quvchilarning metapredmet ko‘nikmalarini diagnostika qilish uchun to‘rt komponentli profil taklif etiladi. Kognitiv–axborot-tahliliy komponent doirasida zarur axborotni tanlash, uni qayta ishlash hamda grafik va boshqa ma’lumotlar shakllarini izohlash qobiliyati; tadqiqotchilik–modellashtirish komponentida gipotezani ilgari surish, o‘zgaruvchilarni aniqlash va ularni tekshirish rejasini izchil bog‘lash qobiliyati; kommunikativ–hamkorlik komponentida fikrni dalillar asosida ifodalash, o‘z nuqtayi nazarini asoslash va muqobil izohlarga munosabat bildirish qobiliyati; regulyativ–refleksiv komponentda esa maqsad, faoliyat natijasi va zarur tuzatishlarni o‘zaro muvofiqlashtirish qobiliyati diagnostik jihatdan baholanadi. Mazkur to‘rt

komponentli tuzilma mualliflik ishchi guruhlanishi sifatida taklif etilib, metapredmet faoliyatning asosiy funksional yo‘nalishlarini diagnostik jihatdan tizimlashtirishga xizmat qiladi. A.V. Xutorskoy tomonidan ajratilgan ijodiy va dunyoqarashga oid sifatlar esa mustaqil komponentlar sifatida mazkur tuzilmaga mexanik ravishda kiritilmaydi, balki muqobil yechimni ilgari surish, asoslangan va mas’uliyatli tanlovni amalga oshirish kabi bir nechta komponentlar bilan kesishuvchi indikatorlar orqali hisobga olinadi. [1, 45-b.].

Olti vositali majmua kontekstli fizik masala, jadval–grafik talqini, tajriba rejalash, model qurish va qayta ko‘rish, “da’vo–dalil–asoslash” topshirig‘i hamda refleksiv-transfer varaqasidan tuziladi. Har bir vosita uchun kuzatiladigan amal va mahsulot oldindan belgilanadi. Masalan, energiya tejamkor yoritish variantini tanlashda hisobning o‘zi bilan cheklanmay, taqqoslash mezoni, tanlangan ma’lumotning tegishliligi va yakuniy qaror asosi so‘raladi. Guruh mahsuloti individual izoh bilan to‘ldiriladi.

Har bir komponent uchun uch sifat darajasi taklif qilinadi: reproduktiv darajada o‘quvchi tayyor usulni takrorlaydi; qisman mustaqil darajada yo‘naltiruvchi yordam bilan tanlaydi va izohlaydi; produktiv-refleksiv darajada esa usulni mustaqil asoslaydi, tekshiradi, tuzatadi va yangi kontekstga moslashtiradi. Daraja bitta javobga emas, bir nechta topshiriq daliliga tayanadi. Fizik mazmundagi xato, mustaqillik va ko‘rsatilgan yordam alohida qayd etiladi. Umumiy ball o‘rniga komponentlar profili metodik ehtiyojni ochadi.

Diagnostik mezonlar, faoliyat darajalari va ularni ta’minlovchi pedagogik shart-sharoitlar o‘rtasidagi funksional bog‘lanish ochib beriladi. Bunda birinchi shart – mazmuniy-diagnostik muvofiqlik: fizik obyekt, metapredmet bilim, kutiladigan harakat va mezon birgalikda belgilanadi. “Grafikni tushunish” maqsadi o‘qlar va birliklarni o‘qish, munosabatni izohlash hamda xulosani asoslashda aniqlashtiriladi.

Ikkinchi shart – produktiv topshiriqlar izchilligi. O‘quvchining dastlabki taxmini yoki chizmasi ilmiy talqin bilan qiyoslanib takomillashtiriladi. Bu tayyor izohni yodlashdan farq qiladi va Xutorskoy tavsiflagan evristik ta’lim ketma-ketligiga tayanadi [4, 15-b.].

Uchinchi shart – real va raqamli tekshiruv uyg‘unligi. Taklif etilayotgan siklda o‘quvchi taxmin beradi, parametrni o‘zgartiradi, real o‘lchov bilan qiyoslaydi va tafovutni tushuntiradi. O‘qituvchi tayanchi ehtiyojga qarab kamaytiriladi; vosita yangiligiga emas, bajariladigan faoliyatga ko‘ra tanlanadi.

To‘rtinchi shart – dalillangan hamkorlik va individual mas’uliyat. Guruh rollari bilan birga har bir o‘quvchining model tanlashdagi hissasi, savoli, dalili va qayta qarori qayd etiladi. Baholash faollik taassurotiga emas, faoliyat daliliga tayanadi.

Beshinchi shart – refleksiv-formativ qayta aloqa. O‘quvchi amallar ketma-ketligini tiklaydi, qiyinchilik sababini izohlaydi va tuzatish rejasini yangi topshiriqda tekshiradi. Fikr-mulohaza “to‘g‘ri/noto‘g‘ri” hukmi bilan cheklanmay, modelni aniqlashtirish yoki qo‘shimcha dalil olishga yo‘naltiriladi.

Shartlarni amalga oshirish o‘qituvchining metodik tayyorgarligi va mos resurslarni talab etadi [1, 46-b.].

Xulosa. Taklif etilgan yechim diagnostika natijasini keyingi pedagogik harakat bilan bog‘laydi. Uning sifatini tekshirishda mazmuniy ekspertiza, topshiriqlar tushunarliligining pilot sinovi va baholovchilar bir xil ishga qo‘ygan baholarining mosligi o‘rganilishi lozim. Ko‘nikma rivojlanishi haqidagi xulosa mazmunan tenglashtirilgan dastlabki va keyingi topshiriqlar, yordam darajasi hamda yangi vaziyatdagi mustaqil faoliyat dalillariga asoslanishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Хуторской А.В. Метапредметное содержание в стандартах нового поколения // Школьные технологии. – 2012. – № 4. – С. 36–47.

2. Даммер М.Д. Метапредметное содержание учебного предмета // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2014. – Т. 6, № 1. – С. 46–52.

3. Хуторской А.В. Пять уровней метапредметности // Народное образование. – 2017. – № 8. – С. 69–80.

4. Хуторской А.В. Метапредметное содержание образования с позиций человекосообразности // Вестник Института образования человека. – 2012. – № 1. – 26 с.

OTMLARDA “ELEKTR VA MAGNETIZM” BO‘LIMINI O‘QITISHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA INNOVATSION TA’LIM MUHITLARINI INTEGRATSIYALASH METODIKASI

Bazarbaeva Zinatdin Bisen o‘g‘li[1]

[1]Nukus davlat pedagogika instituti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada oliy ta’lim muassasalarida fizika kursining eng murakkab va mavhum bo‘limlaridan biri hisoblangan “Elektr va magnetizm”ni o‘qitishda raqamli texnologiyalar va innovatsion ta’lim muhitlarini integratsiyalash metodikasi yoritilgan. Maqolada PhET, Physlet singari interaktiv simulatsiyalar, virtual laboratoriyalar va LMS (Moodle) platformalarining didaktik imkoniyatlari tahlil qilingan. Olib borilgan tadqiqotlar asosida an’anaviy ta’lim usullari va raqamli texnologiyalarning uyg‘unligi talabalarning kasbiy kompetensiyalarini oshirishdagi samaradorligi asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: Elektr va magnetizm, raqamli texnologiyalar, virtual laboratoriya, PhET simulatsiyasi, LMS Moodle, innovatsion ta’lim muhiti, vizuallashtirish, oliy ta’lim.

Bugungi kunda oliy ta’lim tizimida murakkab texnologik jarayonlarni modellashtirish va talabalarning raqamli muhitda ishlay olish ko‘nikmalarini shakllantirish ustuvor vazifaga aylandi. Mamlakatimizda amalga oshirilayotgan keng ko‘lamli islohotlar, xususan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 19 martdagi “Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni

rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-5032-son Qarori ta’lim jarayoniga zamonaviy oquv uslublarini olib kirish, laboratoriyalarni zamonaviy jihozlash va innovatsion texnologiyalarni keng joriy etishni talab etadi. Shu bilan birga, Prezidentning “Raqamli O‘zbekiston-2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida“gi PF-6079-son Farmoni oliy ta’lim tizimini to‘liq transformatsiya qilish va raqamli didaktik vositalarni integratsiyalashni kun tartibiga qo‘ydi.

Oliy texnik va pedagogik ta’lim muassasalarida fizika kursining, xususan “Elektr va magnetizm” bo‘limining o‘rni beqiyos. Biroq, ushbu bo‘lim tarkibidagi ko‘plab hodisalar (elektr va magnit maydonlari, elektromagnit induksiya, Lorens va Amper kuchlarining fazoviy yo‘nalishi va h.k.) mikrodunyo va makrodunyo qonuniyatlariga asoslangani sababli talabalar tomonidan nazariy va mavhum qabul qilinadi. An’anaviy taxta va bo‘r usuli yoki standart laboratoriya qurilmalari elektr maydon chiziqlarining dinamikasini yoki zaryadlangan zarrachalarning magnit maydonidagi harakat traektoriyasini to‘liq ko‘rsatib berish imkoniyatiga ega emas. Shu bois, ta’lim jarayoniga raqamli texnologiyalar va innovatsion ta’lim muhitlarini tizimli integratsiyalash, vizuallashtirish metodikasini takomillashtirish dolzarb ilmiy-metodik muammo hisoblanadi. Tadqiqot davomida pedagogik kuzatuv, tizimli tahlil, virtual modellashtirish va talabalar o‘rtasida sinov-tajriba ishlari olib borish metodlaridan foydalanildi. Raqamli ta’lim texnologiyalarini fizika o‘qitishga tatbiq etish sohasida xorijlik olimlardan Carl Wieman - PhET loyihasi asoschisi, J.Kristian va mamlakatimiz olimlarning ishlari o‘rganildi. Biroq, aynan OTMlarda “Elektr va magnetizm” bo‘limining o‘ziga xos murakkabliklarini hisobga olgan holda, raqamli vositalarni didaktik tizimga integratsiyalash algoritmi to‘liq shakllanmagan.

“Elektr va magnetizm” bo‘limini innovatsion ta’lim muhitida o‘qitish metodikasi uchta asosiy blokni o‘z ichiga oladi:

1. Ma’ruza mashg‘ulotlarida raqamli vizuallashtirish.

«Elektr va magnetizm» bo‘limi bo‘yicha ma’ruza mashg‘ulotlarida **raqamli vizuallashtirish** - bu ko‘z bilan ilg‘ab bo‘lmaydigan, mikromiqyosdagi abstrakt fizikaviy jarayonlarni zamonaviy dasturiy vositalar, 3D modellar va interaktiv animatsiyalar yordamida ekranda “jonlantirib” berish metodikasidir.

Quyida ushbu metodikaning tarkibiy qismlari, qo‘llaniladigan dasturlar va aniq mavzular kesimidagi tatbiqi batafsil bayon etilgan.

1. Ma’ruzalarda raqamli vizuallashtirishning ustuvor jabhalari: an’anaviy ma’ruzada o‘qituvchi taxtaga faqat statik chizmalarni chiza oladi. Raqamli vizuallashtirish esa jarayonni harakatda ko‘rsatadi:

mavhumlikni kamaytirish: Elektr maydon kuch chiziqlari yoki magnit induksiyasi vektorlari real hayotda ko‘rinmaydi. Raqamli modellar ularni rangli vektorlar, yo‘nalishlar va zichliklar orqali vizual qiyofaga keltiradi;

masshtabni boshqarish: Talabalarga atom ichidagi elektronlarning harakatidan tortib, sayyoralararo magnit maydonlarigacha bo‘lgan miqyosni bir soniyada namoyish etish imkonini beradi;

interfaollik: O‘qituvchi ma’ruza davomida kuchlanishni oshirsa, zanjirdagi elektronlar tezligi qanday ortishi yoki maydon kuchi qanday o‘zgarishini to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘rsatib beradi.

2. Qo‘llaniladigan zamonaviy dasturiy vositalar. Ma’ruza jarayonida samaradorlikni oshirish uchun quyidagi ochiq va professional raqamli muhitlardan foydalaniladi:

PhET Interactive Simulations (Kolorado universiteti loyihasi): Fizikaviy jarayonlarni o‘yin (gammifikatsiya) shaklida modellashtiruvchi eng mashhur HTML5 asosidagi platforma. Mutlaqo bepul va sodda.

GeoGebra: Matematik va fizikaviy funksiyalarni fazoda (3D) kuzatish, vektor maydonlarini chizish uchun qulay vizual muhit.

Ansys Maxwell / COMSOL Multiphysics: Elektromagnit maydonlarni professional darajada loyihalovchi dasturlar. Muhandislik yo‘nalishidagi talabalarga kuchli elektromagnit qurilmalar, transformatorlar ichidagi maydonlar taqsimotini ko‘rsatishda ishlatiladi.

3. Aniq mavzular misolida raqamli vizuallashtirish metodikasi. Ma’ruzalarda raqamli texnologiyalarni qo‘llashning eng samarali nuqtalari quyidagi jadvalda tizimlashtirilgan:

Ma’ruza mavzusi	**An’anaviy usulning kamchiligi**	**Raqamli vizuallashtirish yechimi**
Kulon qonuni va Elektr maydoni	Ikki zaryadning kuch chiziqlari faqat ikki o‘lchamli (2D) tekislikda, statik chiziladi.	**PhET "Charges and Fields"** moduli orqali zaryadlar yaqiniga datchiklar qo‘yilib, kuchlanish potensialining ranglar jilosi (gradatsiyasi) orqali fazoviy (3D) ko‘rinishi namoyish etiladi.
Kondensatorlar va Dielektriklar	Kondensator qatlamlari orasida dielektrik qutblanganda zaryadlarning siljishini tushuntirish murakkab.	Simulatsiyada kondensator kuchlanishi ortganda plastinalardagi zaryadlar ko‘payishi va ular orasiga dielektrik kiritilganda sig‘imning ortishi grafik va raqamlarda ko‘rsatiladi.
Elektr toki va Elektron nazariya	Metallardagi erkin elektronlarning tartibsiz va tartibli harakatini tasavvur qilish qiyin.	Ekranda kristall panjara tugunlari va ular orasida «oqib o‘tayotgan» elektronlar oqimi (tok) animatsiyasi ko‘rsatiladi. Qarshilik ortganda elektronlarning to‘qnashishi vizuallashadi.
Lorens va Amper kuchlari	Chap qo‘l qoidasini uch o‘lchamli fazoda (X, Y,	3D formatdagi modelda magnit maydoniga uchib

	Z o‘qlarida) talabalar doskada to‘g‘ri ilg‘ay olmaydi.	kirgan elektronning spiral simon harakat traektoriyasi turli burchaklardan aylantirib ko‘rsatiladi.
Elektromagnit induksiya (Faradey qonuni)	Magnit g‘altak ichiga kiritilganda tok hosil bo‘lishi faqat qurilma strelkasida ko‘rinadi, jarayon mohiyati mavhum qoladi.	**PhET "Faraday's Law"** simulatsiyasi orqali magnit harakatlanganda g‘altak atrofidagi magnit maydon chiziqlari qanday qilib elektronlarni harakatga keltirayotgani vizual namoyish etiladi.

4. Ma’ruzada innovatsion texnologiya. Ma’ruza davomida raqamli vizuallashtirishni oddiy video namoyishdan farqlash kerak. Bu yerda “Muammoli namoyish” metodi qo‘llaniladi:

Savollarni shakllantirish: O‘qituvchi simulatsiyani to‘xtatib qo‘yadi va so‘raydi: *“Agar men hozir magnitni g‘altak ichidan ikki barobar tezroq sug‘urib olsam, lampochkaning yonishi va voltmetr strelkasi qanday o‘zgaradi?”*

Taxminlar tahlili: Talabalar o‘z fikrlarini aytadilar.

Raqamli isbot: O‘qituvchi harakatni simulatsiyada tezlashtirib ko‘rsatadi. Natija ekranda darhol (vizual va raqamli grafik ko‘rinishida) namoyon bo‘ladi.

2. Virtual va masofaviy laboratoriyalar: An’anaviy laboratoriya qurilmalari ko‘pincha eskirgan yoki o‘lchash xatoliklari yuqori bo‘ladi. Shuningdek, yuqori kuchlanishli zanjirlar bilan ishlash xavfsizlik talablarini talab etadi. *LabVIEW* yoki *Multisim* dasturlari asosidagi virtual laboratoriyalar talabalarga elektromagnit zanjirlarni erkin yig‘ish, omillarini (qarshilik, sig‘im, induktivlik) o‘zgartirib, natijani ossillografda kuzatish imkonini beradi.

3. LMS (Learning Management System) orqali mustaqil ta’limni boshqarish: Moodle platformasida “Elektr va magnetizm” kursi bo‘yicha innovatsion didaktik muhit yaratildi. U yerda nafaqat matnli ma’ruzalar, balki videodarslar, interfaol trenajyorlar va sun’iy intellekt elementlariga ega baholash tizimlari joylashtirildi. Talaba darsdan tashqari vaqtda ham virtual zanjirlarni yig‘ib, o‘z bilimini mustaqil tekshirish imkoniyatiga ega bo‘ldi.

OTMlarda “Elektr va magnetizm” bo‘limini o‘qitishda raqamli texnologiyalar va innovatsion ta’lim muhitlarini integratsiyalash quyidagi imkoniyatlarni beradi:

fizikaviy jarayonlarni mikromiqyosda vizuallashtirish orqali talabalarning abstrakt fikrlashini osonlashtiradi;

virtual laboratoriyalar yordamida zanjirlarni loyihalash va kasbiy-muhandislik ko‘nikmalarini xavfsiz muhitda rivojlantiradi;

ta’limni individuallashtirish va mustaqil ta’lim samaradorligini tizimli nazorat qilish imkonini yaratadi.

Xulosa qilib aytganda, raqamli texnologiyalar an’anaviy ta’limni inkor etmaydi, balki uning didaktik imkoniyatlarini kengaytirib, bo‘lajak mutaxassislar tayyorlash sifatini yangi bosqichga olib chiqadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 19 martdagi «Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi PQ-5032-son Qarori. // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi (lex.uz).

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 5 oktyabrdagi «Raqamli O‘zbekiston – 2030“ strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida“gi PF-6079-son Farmoni // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi (lex.uz).

3. Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Interactive simulations for teaching and learning science. *Science*, 322(5902), 682-683.

4. Kristian J., Beloni M. Fizika na kompyuternых modelyax. - M.: Texnosfera, 2011.

FIZIKA TA’LIMIDA STEAM YONDASHUVI ASOSIDA LOYIHAVIY FAOLIYAT: PYEZOELEKTRIK ENERGIYA YIG‘UVCHI “AQLLI POYABZAL” NAMUNASIDA FANLARARO INTEGRATSIYA

Ruvojiddinov Shavkatjon Faxriddino o‘g‘li[1], Zaxidov Ibroximjon Obidjonovich2

1 Al-Xorazmiy nomidagi ixtisoslashtirilgan maktabi robototexnika va suniy intellekt fani o‘qituvchisi, Namangan davlat universiteti 2-bosqich magistranti.

2Namangan davlat universiteti fizika kafedrasi dotsenti, p.f.n.

Annotatsiya. Ushbu tezisda fizika ta’limida STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) yondashuvi asosida amaliy loyihaviy faoliyatni tashkil etish masalasi ko‘rib chiqiladi. Muallif tomonidan ishlab chiqilgan pyezoelektrik energiya yig‘uvchi “aqlli poyabzal” (Smart Cyber-Piezo Kinetic Energy Harvester Shoe) qurilmasi namunasida fizika, texnologiya, muhandislik, matematika va san’at fanlarining bir loyiha doirasidagi real integratsiyasi tahlil qilinadi. Muhandislik dizayni tsikliga asoslangan metodika taqdim etilib, uning maktab ta’limiga tatbiq etilishining pedagogik ahamiyati asoslanши, bunday loyihalarni fizika darslariga keng joriy etish bo‘yicha tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: STEAM ta’lim, fanlararo integratsiya, loyihaviy o‘qitish, pyezoelektrik effekt, energiya yig‘ish, mikrokontroller, muhandislik dizayni.

Zamonaviy ta’lim tizimidagi raqamli transformatsiya jarayonlari nafaqat oliy ta’lim va ilmiy-tadqiqot sohalarini, balki umumta’lim maktablarida tabiiy-

ilmiy fanlarni o‘qitish metodikasini ham tubdan o‘zgartirmoqda. An’anaviy fizika darslarida nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog‘lash ko‘pincha qiyinchilik tug‘diradi: o‘quvchi formulani yodlaydi, biroq uning real hayotdagi qo‘llanilishini tasavvur qila olmaydi. Bu muammoni bartaraf etishning samarali vositalaridan biri - STEAM yondashuvi asosida tashkil etilgan fanlararo loyihaviy faoliyatdir.

STEAM ta’lim modeli fanlarni alohida-alohida emas, balki bir-biriga bog‘liq, real muammoni yechishga qaratilgan yaxlit tizim sifatida o‘rgatishga asoslanadi. Xorijiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, loyihaviy ta’lim bilan integratsiyalashgan STEM yondashuvi (STEM-PJBL) o‘quvchilarning kognitiv, amaliy hamda emotsional-irodaviy jihatlarini sezilarli darajada yaxshilaydi [1]. Shu bilan birga, muhandislik dizayni asosida qurilgan STEAM va Meyker (Maker) ta’limi integratsiyasi o‘quvchilarning o‘qishga bo‘lgan motivatsiyasi, o‘z-o‘ziga ishonchi va fanlararo bilimlarni o‘zlashtirish darajasini oshirishi isbotlangan [2].

Ushbu ishning maqsadi - umumta’lim maktabida robototexnika va informatika fanlarini o‘qitish tajribasi asosida ishlab chiqilgan amaliy STEAM loyihasi, ya’ni pyezoelektrik energiya yig‘uvchi “aqlli poyabzal” qurilmasi namunasida fizika, texnologiya, muhandislik, san’at va matematika fanlarining real integratsiyasini ko‘rsatish hamda bunday loyihalarni maktab ta’limi jarayoniga tatbiq etishning metodik asoslarini ishlab chiqishdan iborat. Xalqaro tajriba shuni ko‘rsatadiki, fizika va matematikani modellashtirish orqali integratsiya qilish o‘quvchilarning tizimli fikrlash qobiliyatini rivojlantiradi [3]. Liao (2016) san’atning STEAM tarkibiga kiritilishi shunchaki bezak emas, balki muammoni turlicha nuqtai nazardan ko‘rish va ijodiy yechim topish vositasi ekanligini ta’kidlaydi [4]. Conradty va boshqalar (2020) STEAM modullaridagi ijodiy faoliyat o‘quvchilarning o‘z-o‘ziga ishonchi va ichki motivatsiyasini oshirishini eksperimental tarzda tasdiqlagan [5]. Bundan tashqari, muhandislik dizayni tsiklini (muammoni aniqlash → loyihalash → prototip yasash → sinash → takomillashtirish) markaziy metodik asos sifatida qo‘llash fanlararo bilimlarni tabiiy tarzda birlashtirish imkonini beradi [2].

Shu bilan birga, respublikamizda STEAM ta’lim g‘oyalari ko‘pincha nazariy tavsiya darajasida qolib, ularni real, o‘quvchi o‘z qo‘li bilan yasay oladigan texnik qurilmalar orqali amalga oshirish tajribasi hali yetarli emas. Aynan shu bo‘shliqni to‘ldirish maqsadida amaliy loyiha namunasi taqdim etiladi.

Loyiha muhandislik dizayni tsikli (Engineering Design Process) asosida besh bosqichda tashkil etildi:

1) muammoni qo‘yish - inson yurish jarayonida sarflanadigan mexanik energiyani foydali elektr energiyasiga aylantirish mumkinmi, degan savol;

2) fizik-texnik izlanish - pyezoelektrik effekt fizikasini o‘rganish;

3) loyihalash va prototiplash - apparat va dasturiy ta’minotni ishlab chiqish;

4) sinov va ma’lumot yig‘ish - real vaqt telemetriyasi orqali natijalarni kuzatish;

5) taqdimot va refleksiya - natijalarni vizual interfeys orqali tahlil qilish. Har bir bosqich alohida fan sohasi bilan bog‘lanib, kamida ikki fan mazmunini aniq bog‘lovchi interdisiplinar yondashuv amalga oshiriladi.

Loyiha tavsifi: “Aqlli poyabzal” - fanlararo integratsiya namunasi. *Fizika komponenti.* Qurilma asosini 20 ta pyezoelektrik element tashkil etadi. Ular tovon qismiga joylashtirilib, yurish paytida yuzaga keladigan mexanik bosim ta’sirida to‘g‘ridan-to‘g‘ri pyezoelektrik effekt hisobiga elektr zaryadini hosil qiladi (1-rasm).



1-rasm. “Aqlli poyabzal” ning ko‘rinishi

Bu hodisa birinchi marta Pyer va Jak Kyurilar tomonidan 1880-yilda kashf etilgan bo‘lib, elektr ko‘chish (D) va mexanik kuchlanish (σ) o‘rtasidagi bog‘liqlik quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$D = d \cdot \sigma$$

bu yerda d - pyezomodul (material konstantasi), σ - qo‘llanilgan mexanik kuchlanish. Hosil bo‘lgan o‘zgaruvchan kuchlanish ko‘prik tipidagi to‘g‘rilagich (bridge rectifier) orqali to‘g‘rilanadi va kondensatorda energiya sifatida to‘planadi; chiqish quvvati esa

$$P = U^2 / R$$

munosabati bilan baholanadi. Ushbu jarayon o‘quvchilarga mexanik energiyaning elektr energiyasiga aylanishi, Om qonuni va elektr zanjirlarining amaliy ishlashini mavhum formulalar emas, balki o‘z oyoqlari ostida sodir bo‘layotgan real hodisa sifatida tushunish imkonini beradi.

Texnologiya komponenti. Qurilmaning boshqaruv qismini ESP32-C3 mikrokontrolleri tashkil etadi - u RISC-V arxitekturasiga asoslangan bo‘lib, Wi-Fi va Bluetooth Low Energy modullariga ega. Kontroller pyezoelementlardan kelayotgan analog signallarni ADC (analog-raqamli o‘zgartirgich) orqali o‘qiydi, ma’lumotlarni qayta ishlaydi va SH1106 OLED displeyda real vaqtda ko‘rsatadi. Qurilma o‘zining Wi-Fi tarmog‘ini (captive portal) yaratadi, foydalanuvchi esa veb-brauzer orqali unga ulanib, WebSocket protokoli asosida telemetrik ma’lumotlarni (kuchlanish, quvvat, zaryad tezligi) real vaqt rejimida kuzatishi mumkin.

Muhandislik komponenti. Qurilmaning mexanik korpusi, pyezoelementlarning tovon ostiga joylashtirilishi, simlarning mustahkamligi va foydalanuvchi xavfsizligi masalalari muhandislik dizayni tamoyillari asosida hal qilindi: og‘irlik taqsimoti, materiallarning chidamliligi, komponentlarning kompaktligi kabi cheklovlar hisobga olinib, bir necha prototip iteratsiyasi orqali takomillashtirildi - bu klassik muhandislik dizayni tsiklining amaliy namunasidir.

Matematika komponenti. Yig‘ilgan telemetrik ma’lumotlar (kuchlanish - vaqt, quvvat - qadamlar soni bog‘liqligi) Chart.js kutubxonasi yordamida grafik shaklida tasvirlanadi. O‘quvchilar ma’lumotlar asosida o‘rtacha qiymat va tendensiyani hisoblash, funksional bog‘liqlikni grafik orqali talqin qilish kabi matematik ko‘nikmalarni amaliy masala kontekstida mustahkamlaydi.

San’at (dizayn) komponenti. Veb-panelning “kiberpank” uslubidagi interfeys dizayni - rang sxemasi, tipografika va vizual metaforalar - o‘quvchilarni nafaqat funksional, balki estetik jihatdan ham jozibali mahsulot yaratishga undaydi. Bu Liao [4] ta’kidlagan - san’atning STEAM tizimidagi integrativ, muammoni boshqa nuqtai nazardan ko‘rish vazifasini bajarishini amaliyotda tasdiqlaydi.

Kutilayotgan pedagogik samara. Yuqorida keltirilgan adabiyotlar tahliliga tayangan holda [1, 2, 5], shunga o‘xshash amaliy STEAM loyihalarini maktab dasturiga tatbiq etish quyidagi natijalarni berishi kutiladi:

1) o‘quvchilarning fizikadagi mavhum tushunchalarni (energiya, kuchlanish, zanjir) real qurilma orqali chuqurroq va uzoq muddat eslab qolinadigan tarzda o‘zlashtirishi;

2) fanlararo bog‘liqlikni tushunish orqali fanni o‘rganish maqsadini aniq anglashi;

3) muhandislik dizayni tsikli orqali xatoga yo‘l qo‘yish va uni tuzatishga tayyor “loyihaviy tafakkur”ning shakllanishi;

4) jamoaviy ish va taqdimot ko‘nikmalarining rivojlanishi.

Mazkur yondashuv “STEAM Plaza” maktabida 1–5-sinflar uchun ishlab chiqilgan yillik robototexnika va informatika o‘quv dasturi doirasida ArduBlock va MakeCode kabi blok-dasturlash muhitlaridan ESP32 asosidagi murakkabroq loyihalarga bosqichma-bosqich o‘tishning mantiqiy davomi sifatida qaraladi.

Fizika va astronomiya ta’limida raqamli transformatsiya nafaqat yangi dasturiy vositalarni joriy etish, balki o‘quvchini fizik hodisaning bevosita ishtirokchisiga aylantiruvchi amaliy, fanlararo loyihalarni yaratishni ham anglatadi [6-7]. “Aqlli poyabzal” loyihasi misolida ko‘rsatilganidek, pyezoelektrik effekt fizikasi, mikrokontroller texnologiyasi, muhandislik dizayni, ma’lumotlarni matematik tahlil qilish va interfeys dizayni bitta loyiha doirasida tabiiy tarzda birlashadi. Bunday STEAM loyihalarini maktab ta’lim amaliyotiga keng joriy etish o‘quvchilarning fanga bo‘lgan qiziqishini, tizimli fikrlashini va amaliy muammolarni yechish ko‘nikmalarini sezilarli darajada oshirishi mumkin. Kelgusi tadqiqotlarda ushbu yondashuvning ta’lim samaradorligini miqdoriy

baholash (pedagogik eksperiment, so‘rovnoma tahlili) dolzarb yo‘nalish bo‘lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Jia Y., Zhou B., Zheng X. A Curriculum Integrating STEAM and Maker Education Promotes Pupils’ Learning Motivation, Self-Efficacy, and Interdisciplinary Knowledge Acquisition // Frontiers in Psychology. – 2021. – Vol. 12. – Art. 725525.

2. Roslina R., Samsudin A., Liliawati W. Effectiveness of Project Based Learning Integrated STEM in Physics Education (STEM-PJBL): Systematic Literature Review (SLR) // Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA. – 2022. – Vol. 12, № 1. – P. 120–139.

3. Dominguez A., De la Garza J., Quezada-Espinoza M., Zavala G. Integration of Physics and Mathematics in STEM Education: Use of Modeling // Education Sciences. – 2024. – Vol. 14, № 1. – P. 1–20.

4. Liao C. From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education // Art Education. – 2016. – Vol. 69, № 6. – P. 44–49.

5. Conradty C., Sotiriou S.A., Bogner F.X. How Creativity in STEAM Modules Intervenes with Self-efficacy and Motivation // Education Sciences. – 2020. – Vol. 10, № 3. – P. 1–15.

5. Turdaliyev U., Rivojiddinov Sh., Zaxidov I. Ko‘p tilli interaktiv assistent-robot prototipining ishlab chiqilishi va uning axborot xizmatlari. Namangan davlat texnika universiteti “Informatsion texnologiyalar va texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish sohalarida nanoelektronika va mexatron qurilmalarning qo‘llanilishi” mavzusidagi xalqaro ilmiy va ilmiy-texnik konferensiyasi. 2025 yil 27-28 noyabr, 93-95-betlar.

6. Ruvojiddinov Sh., Zaxidov I. O‘quv jarayonini boshqarishda avtomatik qo‘ng‘iroq qurilmasining dasturiy ta’minoti. Namangan davlat universiteti “NamDU ilmiy axborotnomasi-Научний вестник НамГУ” -2026y. 3- son, 527-531 betlar. https://journal.namdu.uz/file/2026050318175905.pdf

TABIIY FANLAR TA’LIMIDA “EKOLOGIK USTAXONA” VA MULTIMODAL TOPSHIRIQLAR ASOSIDA EKOLOGIK MADANIYATNI RIVOJLANTIRISH

Alimuxamedova Umida Erkinovna
Pedagogik mahorat va xalqaro baholash ilmiy-amaliy markazi tabiiy va aniq fanlar bo‘limi bosh mutaxassisi

Annotatsiya. Tezisda 5–6-sinf “Tabiiy fanlar” ta’limida ekologik madaniyatni rivojlantirishning Reggio-inspired metodikasi yoritiladi. “Ekologik ustaxona”, to‘qqiz bosqichli loyiha-tadqiqot sikli, 5E mikro-sikli va multimodal topshiriqlarning o‘zaro aloqasi ochib beriladi. Fizik o‘lchashni ekologik qaror

bilan bog‘lash, o‘quvchi tanlovi, pedagogik hujjatlashtirish hamda baholash mezonlari nazariy-metodik jihatdan tavsiflanadi.

Kalit so‘zlar: ekologik madaniyat, Reggio-inspired, ekologik ustaxona, loyihaviy-tadqiqotchilik faoliyati, multimodal topshiriq, 5E, pedagogik hujjatlashtirish.

Kirish. Ekologik madaniyatni rivojlantirishda tabiat haqidagi bilimni kundalik vaziyatni tushunish va mas’uliyatli harakat bilan bog‘lash muhimdir. “Tabiiy fanlar”dagi o‘lchash, issiqlik uzatilishi, yorug‘lik, energiya va ekologiya mazmuni maktabning suv, havo, tuproq hamda energiya holatini o‘rganish uchun didaktik asos bo‘ladi [1]. Bunda tayyor xulosani yodlashdan mahalliy muammoni aniqlash, dalil yig‘ish va yechimni sinashga o‘tish ko‘zda tutiladi. Ishning maqsadi “Ekologik ustaxona”, loyihaviy-tadqiqotchilik faoliyati va multimodal topshiriqlarni yagona metodik tizimga birlashtirish yo‘llarini yoritishdir. Nazariy-metodik tahlil va pedagogik loyihalash asosida faoliyat bosqichlari, o‘qituvchi hamda o‘quvchi rollari, kuzatiladigan mahsulot va baholash mezonlari o‘zaro muvofiqlashtiriladi.

Metodikaning konseptual asosi. Reggio-inspired yondashuv Reggio Emilia tajribasini aynan ko‘chirish emas, uning tinglash, muhit, material, “yuz til” va pedagogik hujjatlashtirish tamoyillarini 5–6-sinf mazmuniga moslashtirishni anglatadi [2]. O‘quvchi agentligi fan maqsadi, vaqt, resurs va xavfsizlik chegaralarida savol, usul yoki mahsulot bo‘yicha mazmunli tanlov qilishda namoyon bo‘ladi. Tanlov erkinligi xulosani dalil bilan asoslash talabini bekor qilmaydi. Metodika ekologik madaniyatning kognitiv-ekologik, aksiologik-emotsional, faoliyatli-xulqiy, refleksiv-baholash va kommunikativ-ijodiy komponentlarini uyg‘un rivojlantirishga qaratiladi. Uning o‘zgarmas yadrosini mahalliy muammo, o‘quvchi savoli va tanlovi, real dalil, kamida ikki ifoda rejimi, dalilli dialog, eko-harakat, hujjatlashtirish, refleksiya, ekologik etika va xavfsizlik tashkil etadi. Mavzu, material, muddat va mahsulot shakli sharoitga moslashtiriladi.

“Ekologik ustaxona”ning tuzilishi. Ustaxona bezatilgan xona emas, kuzatish, tajriba, modellashtirish va ekologik harakatni bog‘lovchi moslashuvchan muhitdir. Materiallarning ochiq joylashuvi o‘quvchi izlanishini qo‘llab-quvvatlaydi [3]. U olti funksional zonani birlashtiradi: kuzatish va tajriba; tabiiy va qayta foydalaniladigan materiallar; ma’lumot va vizualizatsiya; media va hujjatlashtirish; dialog va refleksiya; ko‘rgazma va eko-harakat. Minimal shaklda ko‘chma quti, sinf burchagi, lupa, lineyka, termometr, ekokundalik va panel yetarlidir. Raqamli imkoniyat bo‘lsa, elektron jadval, foto-audio qayd va portfolio qo‘shiladi. Qayta foydalaniladigan materiallar ham model yaratish resursi, ham xossalari va “ikkinchi hayoti” o‘rganiladigan obyekt bo‘ladi.

Loyiha-tadqiqot sikli. Loyiha plakat tayyorlash bilan cheklanmaydi, ya’ni muammo, tekshiriladigan savol, gipoteza, real ma’lumot, dalilli xulosa va amaliy sinovni qamrab oladi [4; 5]. To‘qqiz bosqichli makro-sikl bir necha dars

davomida kechadi; 5E mikro-sikli esa alohida darslarni tashkil etishga xizmat qiladi [6]. Ularning metodik aloqasi jadvalda berilgan.

Jadval

Loyiha bosqichlari va 5E mikro-siklining aloqasi

Loyiha-tadqiqot bosqichlari	Kuzatiladigan dalil	5E aloqasi
1. Ekologik provokatsiya; 2. Savollarni yaratish va saralash	Dastlabki izoh, savol jurnali	Jalb qilish
3. Gipoteza va hamkorlikdagi reja; 4. Dala yoki laboratoriya tadqiqoti	Tadqiqot rejasi, kuzatish va o‘lchash qaydlari	Tadqiq etish
5. Ma’lumotlarni tahlil qilish; 6. Multimodal talqin	Jadval, grafik, model va izoh	Tushuntirish
7. Dalilli dialog va qayta ko‘rish; 8. Ekologik yechim yoki eko-harakat	Tengdosh fikri, oldin – keyin ko‘rsatkichi	Qo‘llash
9. Hujjatlashtirilgan refleksiya va qayta loyihalash	Portfolio, fikr o‘zgarishi, keyingi qadam	Baholash

Baholash faqat to‘qqizinchi bosqichda emas, butun sikl davomida amalga oshiriladi. O‘qituvchi tayyor javob bermasdan, savolni aniqlashtiradi va vaqtinchalik metodik yordam taqdim etadi. O‘quvchi mustaqilligi ortgani sari yordam kamayadi. Guruh rollari almashtirib boriladi; turli ifoda shakllarini tanlash esa ilmiy mezonni pasaytirmasdan ishtirok imkoniyatini kengaytiradi.

Multimodal topshiriqning didaktik vazifasi. Multimodallik bir xil axborotni bezakli shakllarda takrorlash emas, ma’noni turli belgilar tizimida qayta qurishdir [7]. Grafik miqdoriy tendensiyani, model sababiy mexanizmni, foto vaziyat kontekstini, audio izoh esa xulosa va cheklovni ochib berishi mumkin. Shuning uchun topshiriqda kamida ikki ifoda rejimi o‘zaro mazmunan bog‘lanadi. Masalan, “Maktabning energiya auditi” loyihasida o‘quvchilar lampalar soni va ishlash vaqtini qayd etib, tabiiy yorug‘likdan foydalanish holatini kuzatadi. Ma’lumot diagrammada ifodalanadi, tejamkorlik yechimi model yoki prototipda tushuntiriladi. Guruhlar “dalil – mezon – taklif” asosida fikr almashib, bitta sinf miqyosida xavfsiz chorani sinaydi. Boshlang‘ich va keyingi ko‘rsatkichlar solishtirilib, xulosada o‘lchash sharoiti hamda cheklovlar ko‘rsatiladi. Shu tariqa fizik mazmun, ekologik qaror va multimodal ifoda birlashadi. 5-sinfda “Suvning maktabdagi yo‘li”, “Maktab ekotizimi va bioxilma-xillik”, “Chiqindining ikkinchi hayoti” modullari oddiy kuzatish, tasniflash va o‘lchashga tayanadi. 6-sinfdagi “Havo sifati va sinf mikroiqlimi”, “Maktabning energiya auditi”, “Tuproq salomatligi va yashil hudud” modullarida takroriy o‘lchash, o‘zgaruvchilarni hisobga olish, grafik talqini va yechim oqibatini baholash kuchaytiriladi.

Pedagogik hujjatlashtirish hisobot yig‘ish bilan cheklanmaydi, u o‘quvchi fikri qanday o‘zgarganini tushuntiradi [8]. Buning uchun boshlang‘ich savol yoki

taxmin, tadqiqot harakati, o‘quvchi ovozi, artefakt yoki ma’lumot, jamoaviy talqin, qayta loyihalash va keyingi qadamni qamrab oluvchi olti kadrli protokol qo‘llanadi. Multimodal mahsulot ilmiy aniqlik, modal uyg‘unlik, ekologik ma’no, o‘quvchi agentligi va refleksiya mezonlarida baholanadi. Bezak yoki texnik effekt ekologik madaniyatning dalili o‘rnini bosmaydi. Metodikaga rioya etilganlik – fidelity – jarayon ko‘rsatkichi sifatida alohida kuzatiladi va o‘quvchining natija baliga qo‘shilmaydi. Tabiiy obyektga zarar yetkazmaslik, xavfsizlik hamda foto-video uchun rozilik olish barcha bosqichlarda saqlanadi. Taklif etilgan tizimning samaradorligini tasdiqlash uchun boshlang‘ich va yakuniy diagnostika, ishonchli baholash vositalari, real ma’lumot va mustaqil statistik tahlil talab etiladi. Shuning uchun mazkur tezisdagi metodik tavsif yakuniy tajriba-sinov natijasi sifatida talqin qilinmaydi.

Xulosa. “Ekologik ustaxona”ning metodik qiymati jihozlar sonida emas, mahalliy muammo, ilmiy dalil, multimodal talqin, dalilli dialog va eko-harakatni izchil bog‘lashidadir. To‘qqiz bosqichli loyiha sikli va 5E mikro-siklining uyg‘unligi ekologik madaniyatni bilim, munosabat, faoliyat va refleksiya birligida rivojlantirishga yo‘naltiriladi. Metodikaning turli maktablarda qo‘llanishi o‘zgarmas yadroni saqlash, resurslarni moslashtirish va natijani hujjatlashtirishga tayanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Suyarov K.T., Sangirova Z.B., Umaraliyeva M.T. va boshq. Tabiiy fanlar: 6-sinf uchun darslik. – Toshkent: Respublika ta’lim markazi, 2022.

2. Rinaldi C. In Dialogue with Reggio Emilia: Listening, Researching and Learning. – 2nd ed. – London: Routledge, 2021.

3. Vecchi V. Art and Creativity in Reggio Emilia: Exploring the Role and Potential of Ateliers in Early Childhood Education. – London: Routledge, 2010.

4. Kokotsaki D., Menzies V., Wiggins A. Project-based learning: A review of the literature // Improving Schools. – 2016. – Vol. 19, № 3. – P. 267–277.

5. Pedaste M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle // Educational Research Review. – 2015. – Vol. 14. – P. 47–61.

6. Bybee R.W. et al. The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. – Colorado Springs, CO: BSCS, 2006.

7. Kress G. Multimodality: A Social Semiotic Approach to Contemporary Communication. – London: Routledge, 2010.

8. Project Zero, Reggio Children. Making Learning Visible: Children as Individual and Group Learners. – Reggio Emilia: Reggio Children, 2001.

INDIVIDUAL TA’LIM TRAYEKTORIYALARI, UDL, STEAM VA VIRTUAL LABORATORIYALAR ASOSIDA INKLYUZIV FIZIKA DARSLARINI LOYIHALASH MODELI

Ernazarov Abdurazzoq Nizamiddinovich
Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi dotsenti v.b., p.f.f.d. (PhD)
abdurazzoqernazarov@gmail.com

Annotatsiya. Tezisda umumiy o‘rta ta’limda inklyuziv fizika darslarini individual ta’lim trayektoriyalari, UDL, STEAM va virtual laboratoriyalar asosida loyihalash modeli taklif etiladi. Manbalarni tahlil qilish va pedagogik modellashtirish orqali diagnostika, maqsad, ta’lim variantlari, tajriba hamda baholashning o‘zaro bog‘liqligi ochib beriladi. Past kuchlanishli yoritgich maketi misolida modelning metodik tatbiqi ko‘rsatiladi. O‘zlashtirish dalillari va o‘quvchi fikri asosida trayektoriyani yangilash, raqamli vositalardan foydalanish imkoniyatini tekshirish hamda amaliy ko‘nikmalarni bevosita baholash mezonlari belgilanadi.

Kalit so‘zlar: inklyuziv fizika, individual ta’lim trayektoriyasi, UDL, STEAM, virtual laboratoriya, pedagogik loyihalash, formativ baholash.

Kirish. Fizika darsidagi grafik, matematik ifoda, tajriba va o‘lchovlar o‘quvchidan turli amallarni talab qiladi. Axborotni olish yoki jihozni boshqarishdagi to‘siq o‘zlashtirish natijasiga ta’sir qilishi mumkin. Shuning uchun inklyuziv darsda fizik maqsad, faoliyat sharti va individual yordam birgalikda rejalashtiriladi. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 638-son qarori individual xususiyatlarni hisobga olish va pedagogik yordamning normativ asosini belgilaydi [1]. Ishning nazariy asosi inklyuziv ta’lim texnologiyasiga oid mahalliy tadqiqot [2] bilan to‘ldirildi. Tadqiqot maqsadi – o‘quvchining tayyorgarligi va ehtiyojlari haqidagi ma’lumotni darsning metodik qarorlariga aylantiradigan modelni asoslash. Ishda manbalarni nazariy-qiyosiy tahlil qilish, pedagogik modellashtirish va dars fragmentini loyihalash metodlari qo‘llanildi.

Nazariy asos va model. Individual ta’lim trayektoriyasi o‘quvchi va o‘qituvchi hamkorligida belgilanadigan, natijaga qarab yangilanadigan o‘quv yo‘lidir. Unda maqsad, topshiriqlar ketma-ketligi, sur’at, yordam va natijani ko‘rsatish shakli aniqlashtiriladi. Bernacki va hammualliflar sharhi shaxsiylashtirilgan ta’limda kim, nimani, qanday va qaysi natija uchun moslashtirayotganini aniq belgilash zarurligini ko‘rsatadi [5]. Shu asosda tayanchli, yo‘naltirilgan va mustaqil izlanish variantlari orasidagi o‘tish o‘zlashtirish daliliga bog‘lanadi; ular o‘quvchining o‘zgarmas qobiliyat darajasi sifatida belgilanmaydi.

UDL – Universal Design for Learning, ya’ni o‘qitishning universal dizayni – darsdagi to‘siqlarni oldindan kamaytirishga yo‘naltiriladi. CASTning UDL 3.0 tavsiyalarida faoliyatga jalb qilish, axborotni taqdim etish hamda faoliyat va

o‘zlashtirishni ifodalashning turli usullari ajratilgan [4]. Fizika darsida bu tushunarli sxema va tavsif, tanlanadigan vazifa, mos boshqaruv hamda maqsadga muvofiq javob shakllarida ifodalanadi. Umumiy dizayn bilan individual yordam bir-birini to‘ldiradi. Individual dasturda o‘quv maqsadi o‘zgartirilsa, unga tegishli baholash mezoni ham qayd etiladi. STEAM fizik bilimni texnologiya, muhandislik, san’at va matematika ishtirokidagi loyiha muammosiga bog‘laydi [6]. Virtual laboratoriya parametrlarni o‘zgartirish, taxminni tekshirish va takroriy kuzatish vositasi sifatida tanlanadi. Har bir vositaning vazifasi kutiladigan fizik natijaga bog‘lanadi. Model besh blokdan iborat (1-jadval). O‘qituvchi maqsad, mezon va yordamni o‘quvchi bilan muhokama qiladi. Trayektoriya kartasida boshlang‘ich tushuncha, to‘siq, maqsad, tanlangan yordam, bajarilgan vazifa va keyingi qadam qayd etiladi. Baholash natijasida loyihani yangilash inklyuziv jarayonni rivojlantirish yondashuvi [3] bilan uyg‘unlashadi.

1-jadval

Inklyuziv fizika darsini loyihalash modeli

Blok	Pedagogik qaror	Kuzatiladigan natija
Diagnostika va maqsad	Tayyorgarlik, to‘siq va maqsadni aniqlash	Qisqa o‘quv profili
UDL asosida loyihalash	Material, faoliyat va yordam variantlarini tanlash	Dars va trayektoriya kartasi
Tajriba va loyiha	Real hamda virtual faoliyatni uyg‘unlashtirish	O‘lchov, hisob va maket
Baholash	Individual tushunish va amaliy bajarishni tekshirish	O‘zlashtirish dalili
Trayektoriyani yangilash	Natija va o‘quvchi fikriga ko‘ra yordamni o‘zgartirish	Keyingi o‘quv qadami

Amaliy tatbiq va baholash. Modelning amaliy namunasi sifatida 2–3 mashg‘ulotga mo‘ljallangan “Qulay boshqariladigan past kuchlanishli yoritgich maketi” mikroloyihasi taklif etiladi. Fizik maqsad – zanjir elementlari vazifasini tushuntirish, tok kuchi va kuchlanishni o‘lchash, o‘zgarmas tok rejimida $P = I \cdot U$ asosida quvvatni hisoblash. Bunda P – quvvat, U – yoritgichdagi kuchlanish, U – undan o‘tuvchi tok kuchi. Dastlab o‘quvchi zanjirning ishlash shartini izohlaydi; o‘qituvchi sxema va o‘lchov ko‘rsatkichidan foydalanish imkoniyatini kuzatadi. Keyingi faoliyatda bir o‘quvchi bosqichli yo‘riqnoma, boshqasi tayanch savollar bilan ishlaydi, yana biri tajriba tartibini mustaqil asoslaydi. Virtual muhitda ulanish va o‘lchov g‘oyasi tekshiriladi; real jihozda maket yig‘ilib, natija qayd etiladi. Tajribalar tartibi aniq maqsadga mos o‘zgartirilishi mumkin: real va virtual ishlarni birlashtirish bo‘yicha sharh barcha vaziyatlar uchun yagona ustun ketma-ketlikni belgilamaydi [7]. Texnologiya komponenti tanlangan simulyatsiya va o‘lchov vositasidan foydalanishda, muhandislik komponenti maketni yaratish va sinashda namoyon bo‘ladi. San’at va dizayn boshqaruv belgilarining tushunarliligi, joylashuvi hamda maketning estetik yechimini asoslashga xizmat

qiladi. Matematika o‘lchovlar jadvali va quvvat hisobida qo‘llanadi. Har bir o‘quvchi kamida bitta konstruktiv qarorini fizik dalil bilan tushuntiradi; guruh natijasi individual o‘zlashtirish dalili bilan to‘ldiriladi. Simulyatsiya tanlanganda klaviaturada boshqarish, ekran o‘qish dasturi bilan ishlash va matnli tavsif imkoniyatlari aynan foydalaniladigan resursda tekshiriladi [8]. Zaruratda mos fizik model yoki boshqa foydalanish mumkin bo‘lgan vosita tanlanadi. Muqobil javob shakli o‘quv maqsadiga mos bo‘lishi kerak: tushunchani og‘zaki izohlash mumkin, asbobdan foydalanish ko‘nikmasi esa amaliy bajarish orqali baholanadi. Assistiv vosita bilan bajarish ham shu amaliy dalilni taqdim etishi mumkin.

Baholashda fizik tushuntirish, o‘lchovning mazmuni, hisoblash, yangi vaziyatga ko‘chirish va individual ishtirok hisobga olinadi. Kerak bo‘lgan yordam turi alohida qayd etiladi. Masalan, tushuncha o‘zlashtirilib, boshqaruvda to‘siq saqlansa, vosita o‘zgartiriladi; fizik izohdagi xato davom etsa, tayanch tajriba va savollar qayta tanlanadi. O‘quvchining o‘z natijasi haqidagi fikri keyingi yo‘lni belgilashda qatnashadi.

Xulosa. Taklif etilgan model ehtiyoj, pedagogik qaror, faoliyat va o‘zlashtirish dalilini izchil bog‘laydi. Uning metodik natijasi darsni loyihalash jadvali, individual trayektoriya kartasi va baholash mezonlaridir. Model nazariy-metodik taklif bo‘lib, samaradorligini aniqlash uchun boshlang‘ich va yakuniy topshiriqlar, amaliy bajarish kuzatuvi hamda o‘quvchi qayta aloqasiga asoslangan tajriba-sinov talab etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. Alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan bolalarga ta’lim berishga oid normativ-huquqiy hujjatlarni tasdiqlash to‘g‘risida: 2021-yil 12-oktabrdagi 638-son qaror. 1-ilova. Amaldagi tahrir. https://lex.uz/docs/-5679836

2. Qaxarova D. S. Inklyuziv ta’lim texnologiyasi: monografiya. Toshkent: Fan va texnologiya, 2014. 192 b.

3. Алехина С. В., Мельник Ю. В., Самсонова Е. В., Шеманов А. Ю. Оценка инклюзивного процесса как инструмент проектирования инклюзии в образовательной организации // Психологическая наука и образование. 2021. Т. 26, № 5. С. 116–126. DOI: 10.17759/pse.2021260509.

4. CAST. CAST Universal Design for Learning Guidelines version 3.0. 2024.

5. Bernacki M. L., Greene M. J., Lobczowski N. G. A Systematic Review of Research on Personalized Learning: Personalized by Whom, to What, How, and for What Purpose(s)? // Educational Psychology Review. 2021. Vol. 33. P. 1675–1715. DOI: 10.1007/s10648-021-09615-8.

6. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review // Thinking Skills and Creativity. 2019. Vol. 31. P. 31–43. DOI: 10.1016/j.tsc.2018.10.002.

7. Wörner S., Kuhn J., Scheiter K. The Best of Two Worlds: A Systematic Review on Combining Real and Virtual Experiments in Science Education //

Review of Educational Research. 2022. Vol. 92, № 6. P. 911–952. DOI: 10.3102/00346543221079417.

8. Moore E. B., Smith T. L., Greenberg J. Keyboard and Screen Reader Accessibility in Complex Interactive Science Simulations: Design Challenges and Elegant Solutions // Antona M., Stephanidis C. (eds.). Universal Access in Human-Computer Interaction. Methods, Technologies, and Users. UAHCI 2018. LNCS, vol. 10907. Cham: Springer, 2018. P. 385–400. DOI: 10.1007/978-3-319-92049-8_28.

SUN’IY INTELLEKT MUHITIDA FIZIKA TA’LIMINI INDIVIDUALLASHTIRISHNING MAVJUD HOLATI VA METODIK IMKONIYATLARI

Tohirova Go‘zal Sadullayevna
IIV ixtisoslashtirilgan maktab internati fizika-matematika fani o‘qituvchisi

Annotatsiya. Tezisda sun’iy intellekt vositasida fizika ta’limini individuallashtirishning pedagogik asoslari va ilmiy tadqiqotlardagi holati tahlil qilinadi. Intellektual tutor, adaptiv ta’lim tizimi va generativ sun’iy intellektning vazifalari farqlanadi. Diagnostika, moslashtirilgan yordam, fizik tekshirish va mustaqil baholashni birlashtiruvchi metodik ketma-ketlik taklif etiladi. Elektr zanjiri mavzusida individual topshiriqlar namunasi keltirilib, o‘qituvchining mazmuniy nazorati, talabaning mustaqil fikrlashi hamda natijalarni baholash shartlari asoslanadi. Taklifning samaradorligi keyingi pedagogik tajribada tekshirilishi ko‘rsatiladi.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, fizika ta’limi, individuallashtirish, adaptiv ta’lim, intellektual tutor, generativ SI, diagnostika, qayta aloqa.

Kirish

Fizikani o‘zlashtirish tushunchalar, matematik ifodalar, grafiklar va tajriba natijalarini o‘zaro bog‘lashni talab etadi. Talabalarning boshlang‘ich bilimlari hamda masala yechish tajribasidagi farqlar topshiriqning murakkabligi, o‘rganish sur’ati va pedagogik yordamni moslashtirish ehtiyojini yuzaga keltiradi. O‘zbekiston Respublikasining sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasi mazkur yo‘nalishning milliy dolzarbligini belgilaydi [1]. Bunday imkoniyatlarni ta’limga joriy etishda o‘qituvchining pedagogik kompetentligi va talaba faoliyatini tashkil etish mahorati tayanch ahamiyatga ega [2].

Tadqiqotning maqsadi – fizika ta’limini individuallashtirishda sun’iy intellektning mavjud imkoniyatlarini ilmiy manbalar asosida tahlil qilish va o‘qituvchi boshqaruvidagi metodik ketma-ketlikni taklif etish. Ishda tanlangan adabiyotlarning nazariy-qiyosiy tahlili va metodik loyihalash usullaridan foydalanildi. Manbalar pedagogik vazifa, taqdim etilgan dalil va natijalarning qo‘llanish chegarasi bo‘yicha qiyoslandi. Mavjud holat tanlangan xalqaro tadqiqotlar hamda milliy strategik hujjat doirasida yoritildi. Shaxsga

yo‘naltirilgan ta’lim talabaning tajribasi va individual xususiyatlarini o‘quv jarayonida hisobga olishga asoslanadi [3]. Ushbu tezisda individuallashtirish umumiy o‘quv natijalari doirasida topshiriq, sur’at, yordam miqdori va qayta aloqani talabaning joriy ehtiyojiga moslashtirish sifatida talqin qilinadi. Bunda o‘quv maqsadi saqlanadi, unga erishish yo‘li esa diagnostika natijasiga qarab aniqlashtiriladi. Talabaga beriladigan yordamning kamayib borishi va bilimni yangi vaziyatda mustaqil qo‘llashi jarayonning muhim mezonlaridir.

Intellektual tutor predmetga oid model asosida yechim qadamlarini kuzatib, xatoga mos ko‘rsatma beradi; adaptiv tizim o‘zlashtirish natijasiga qarab topshiriqlar ketma-ketligi va murakkabligini o‘zgartiradi. Generativ SI esa tushuntirish, savol, misol va muloqot yaratish imkonini beradi. Bu funksiyalar bitta muhitda birlashishi mumkin. VanLehn tutorlar samaradorligini tahlil qilishda qayta aloqa va o‘quvchi faoliyatiga mos yordamning ahamiyatini ko‘rsatadi [4]. Generativ SI imkoniyatlarini amalga oshirish esa yaratilgan mazmunning ishonchliligi va pedagogik maqsadga muvofiqligini tekshirish bilan bog‘liq [5]. Fizikaga oid empirik natijalar SI vositasining aniq vazifasini hisobga olib talqin qilinishi kerak. Küchemann va hammualliflarning tadqiqotida 26 nafar bo‘lajak fizika o‘qituvchisi ChatGPT 3.5 yoki darslik yordamida kinematika topshiriqlarini tuzgan. Topshiriqlarning to‘g‘riligida guruhlararo farq aniqlanmagan, biroq darslikdan foydalangan guruhda ifodaning aniqligi va mazmunli kontekst yaxshiroq bo‘lgan [8]. Bu natija topshiriq yaratishda shartning tushunarliligi, berilgan ma’lumotlarning yetarliligi hamda fizik mazmunni alohida tekshirish zaruratini ko‘rsatadi. Kestin va hammualliflar tadqiqoti 233 talaba ro‘yxatga olingan kirish fizika kursida o‘tkazilib, tahlilga 194 talabaning ma’lumoti kiritilgan. Sirt tarangligi va suyuqlik oqimiga oid ikki darsda guruhlar navbat bilan maxsus SI tutori hamda auditoriyadagi faol ta’lim sharoitida o‘qigan. Tutor sharoitida darsdan keyingi test natijalari yuqoriroq bo‘lgan [9]. Dalil o‘qituvchilar tayyorlagan mazmun va pedagogik ko‘rsatmalar bilan ishlovchi maxsus tizimga tegishli. Ikki dars natijasi butun kursdagi barqaror o‘zlashtirish yoki uzoq muddatli mustaqil fikrlashni baholash uchun yetarli emas.

Tahlil asosida quyidagi metodik ketma-ketlik taklif etiladi: dastlabki diagnostika → individual o‘quv maqsadi → mos topshiriq → SI bilan yo‘naltirilgan muloqot → fizik tekshirish → SI yordamisiz baholash → refleksiya va keyingi topshiriqni yangilash. O‘qituvchi maqsad, tayanch mazmun, namunaviy yechim va baholash mezonlarini oldindan belgilaydi. Talabaning o‘quv profili boshlang‘ich bilimlar, kuzatilgan xatolar va talab etilgan yordam haqidagi yangilanadigan ma’lumotlardan tuziladi. Har bir keyingi bosqich avvalgi faoliyatning daliliga tayanadi. Masalan, elektr zanjiri mavzusida diagnostika tok kuchi, kuchlanish va qarshilikning fizik ma’nosini tushuntirish, sxemani o‘qish hamda grafikni sharhlash topshiriqlarini birlashtiradi. O‘zgarmas haroratli omik o‘tkazgich uchun $I = \frac{U}{R}$ munosabati qo‘llanadi. Qarshilik 12 Ω va kuchlanish 6 V bo‘lganda tok kuchi 0,5 A ekanligi hisoblanib, birliklar tekshiriladi. Keyin kuchlanish ikki marta oshirilganda tokning o‘zgarishi izohlanadi. Shu orqali

talabaning formulani qo‘llashi bilan uning fizik shartlarini anglashini birgalikda aniqlash mumkin. Diagnostikadan so‘ng moslashtirish faqat sonlarni almashtirish bilan cheklanmaydi: tushunchani izohlash, chizma tuzish, yordam miqdori va bilimni yangi sharoitga ko‘chirish talablari ham o‘zgartiriladi. 1-jadvalda ushbu farqlashning metodik namunasi berilgan.

Jadval

Elektr zanjiri mavzusida yordamni diagnostikaga moslashtirish

Diagnostika natijasi	**Moslashtirilgan yordam**	**Mustaqil o‘zlashtirish dalili**
Fizik kattaliklarni chalkashtirish	Sxema, birlik va fizik ma’noga oid savollar	Tok, kuchlanish va qarshilikni farqlab izohlaydi
Formulani shartga mos qo‘llay olmaslik	Sodda masaladan boshlab qisman ko‘rsatma berish	Yangi masalani mustaqil yechadi
Sonli natijani tushuntira olmaslik	Grafik va chegaraviy holatlarni tahlil qildirish	Natijani asoslab, model shartini ko‘rsatadi
Asosiy topshiriqni tez o‘zlashtirish	Muqobil yechim yoki tajriba rejasini qiyoslatish	Bilimini o‘zgargan vaziyatda qo‘llaydi

SI bilan muloqotda talaba dastlab o‘z taxmini va yechimining birinchi qadamini yozadi. Tizim javobdagi qiyinchilikka mos bitta yo‘naltiruvchi savol beradi, keyingi yordam esa talabaning javobidan so‘ng taqdim etiladi. Fizik tekshirishda o‘lchov birliklari, bog‘lanishlarning yo‘nalishi, sonli natijaning mantiqiyligi va modelning qo‘llanish shartlari tekshiriladi. Zarur hollarda xulosa tajriba yoki ishonchli simulyatsiya bilan solishtiriladi. Natijada talaba yordamni qabul qilish bilan birga uning asosini ham baholaydi.

UNESCO tavsiyalari SI vositalaridan foydalanishda pedagogik nazorat, ma’lumotlarni himoya qilish va teng imkoniyatlarni hisobga olishni belgilaydi [6]. O‘qituvchining SI pedagogikasi, texnologiyaning cheklovlari va axloqiy jihatlarga oid tayyorgarligi bu jarayonni qo‘llab-quvvatlaydi [7]. Amaliyotda identifikatsiya qiluvchi ma’lumotlarni kiritishni cheklash, o‘zbekcha fizik atamalar va formulalarni tekshirish, qurilmaga kirish imkoniyati cheklangan talaba uchun muqobil topshiriq berish zarur. O‘qituvchi SI tavsiyasini talabaning yozma ishi va darsdagi faoliyati bilan qiyoslaydi. Baholashda tushunchani izohlash, masalani mustaqil yechish, grafikni talqin qilish va bilimni yangi vaziyatga ko‘chirish mezonlari olinadi. SI bilan bajarilgan ish shakllantiruvchi baholashga xizmat qiladi; yakuniy o‘zlashtirish mazmunan teng, SI yordamisiz bajariladigan topshiriq orqali aniqlanadi. Talaba qaysi yordam foydali bo‘lganini va qaysi xatoni mustaqil tuzatganini izohlaydi. Keyingi tajribada dastlabki, yakuniy hamda kechiktirilgan baholashni uyg‘unlashtirish bilimning saqlanishi va yordamga ehtiyojning o‘zgarishini aniqlashtiradi.

Xulosa. Sun’iy intellekt fizika ta’limida individual diagnostika, bosqichli ko‘mak va tezkor qayta aloqani tashkil etish uchun metodik imkoniyat yaratadi. Uning pedagogik qiymati topshiriq mazmuni, fizik tekshirish va mustaqil o‘zlashtirishning dalillari bilan belgilanadi. Taklif etilgan ketma-ketlik o‘qituvchi boshqaruvi va talabaning faol ishtirokini birlashtiradi. Mazkur nazariy-metodik taklifning turli tayyorgarlikdagi talabalar uchun samaradorligi mahalliy ta’lim sharoitidagi pedagogik tajribalarda tekshirilishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. Sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida: 2024-yil 14-oktabrdagi PQ–358-son qaror. https://lex.uz/docs/7158604.

2. Muslimov N. A., Usmonboyeva M. H., Sayfurov D. M., To‘rayev A. B. Pedagogik kompetentlik va kreativlik asoslari. – Toshkent, 2015. – 120 b.

3. Якиманская И. С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. – Москва: Сентябрь, 1996. – 96 с.

4. VanLehn K. The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems // Educational Psychologist. – 2011. – Vol. 46, № 4. – P. 197–221. DOI: 10.1080/00461520.2011.611369.

5. Kasneci E., Sessler K., Küchemann S. et al. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education // Learning and Individual Differences. – 2023. – Vol. 103. – Article 102274. DOI: 10.1016/j.lindif.2023.102274.

6. Miao F., Holmes W. Guidance for generative AI in education and research. – Paris: UNESCO, 2023. DOI: 10.54675/EWZM9535.

7. Miao F., Cukurova M. AI competency framework for teachers. – Paris: UNESCO, 2024. DOI: 10.54675/ZJTE2084.

8. Küchemann S., Steinert S., Revenga N. et al. Can ChatGPT support prospective teachers in physics task development? // Physical Review Physics Education Research. – 2023. – Vol. 19, № 2. – Article 020128. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020128.

9. Kestin G., Miller K., Klales A., Milbourne T., Ponti G. AI tutoring outperforms in-class active learning: an RCT introducing a novel research-based design in an authentic educational setting // Scientific Reports. – 2025. – Vol. 15. – Article 17458. DOI: 10.1038/s41598-025-97652-6.

STEAM TOPSHIRIQLARINI LOYIHALASH ORQALI TALABALARNING 4K KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI

Saydayev Obid Bahodir o‘g‘li
Jizzax davlat pedagogika universiteti, Fizika kafedrasi o‘qituvchisi

Annotatsiya. Maqolada fizika mutaxassislik fanlari uchun STEAM topshiriqlarini 4K kompetensiyalarini rivojlantirishga yo‘naltirib loyihalash masalasi yoritiladi. Fizik mazmun, amaliy muammo, muhandislik cheklovlari,

hisob va tajriba natijalari hamda 4K faoliyatini o‘zaro bog‘lovchi loyihalash kartasi ishlab chiqilgan. Uning qo‘llanishi issiqlik himoyasi samaradorligini taqqoslashga mo‘ljallangan xona maketi misolida ko‘rsatilgan. Topshiriqda tanqidiy fikrlash, kreativlik, kommunikatsiya va kollaboratsiya (hamkorlik)ning kuzatiladigan namoyonlari aniqlashtirilgan.

Kalit so‘zlar: 4K kompetensiyalari, fizika ta’limi, STEAM, fanlararo integratsiya, loyiha topshirig‘i, tanqidiy fikrlash, kreativlik, kommunikatsiya, kollaboratsiya (hamkorlik).

KIRISH

Oliy ta’limda fizika fanini o‘rganish qonun va formulalarni bilish bilan cheklanmaydi. Talaba fizik bilimni real vaziyatni tahlil qilish, yechim variantlarini solishtirish, tajriba natijasini izohlash va o‘z qarorini asoslashda qo‘llay olishi kerak. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 19-martdagi PQ-5032-son qarorida fizika fanini o‘qitish sifatini oshirish, zamonaviy o‘qitish usullarini joriy etish, mustaqil va kreativ fikrlashni rivojlantirish hamda raqobatbardosh mutaxassislar tayyorlash vazifalari belgilangan [1].

Tanqidiy fikrlash, kreativlik, kommunikatsiya va kollaboratsiya (hamkorlik) fizika ta’limida alohida mashqlar orqali emas, mazmunli faoliyat davomida rivojlanadi. Fizik muammoni yechish jarayonining o‘zi tahlil, faraz, hisob, tajriba, tanlov va dalillashni talab qiladi. Avvalgi tadqiqotlarda 4K kompetensiyalarini fizika mazmuni bilan bog‘lashning nazariy asoslari yoritilgan [2]. Biroq STEAM topshirig‘ida fizikaning o‘rnini saqlash, muhandislik vazifasini qo‘yish va 4K faoliyati kuzatiladigan bosqichlarni belgilash masalalarini metodik jihatdan aniqlashtirish zarur.

STEAM yondashuvi fan, texnologiya, muhandislik, san’at va matematikani bitta mavzuga nomigagina qo‘shish emas. Quigley, Herro va Jamil taklif qilgan modelda muammoga asoslangan ta’lim, fanlararo bog‘lanish va muammoni yechish faoliyati STEAM amaliyotining muhim jihatlari sifatida ko‘rsatiladi [3]. Perignat va Katz-Buonincontro tahliliga ko‘ra, STEAM amaliyotida yakuniy natijaga ortiqcha e’tibor berilib, kreativ jarayon va uning baholanishi yetarlicha ochilmay qolishi mumkin [4]. Shu sabab fizika uchun tuziladigan STEAM topshirig‘ida yaratilgan model yoki loyiha yechimining tashqi ko‘rinishidan ko‘ra, uning fizik jihatdan asoslanganligi va qanday dalil bilan tekshirilgani muhimdir.

Maqolaning maqsadi – fizika mutaxassislik fanlari uchun STEAM topshiriqlarini 4K kompetensiyalariga yo‘naltirib loyihalashning tarkibiy qismlarini aniqlashtirish va ularni aniq fizik topshiriq misolida ko‘rsatish.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotda ilmiy-pedagogik adabiyotlarni tahlil qilish, qiyoslash, tizimlashtirish, fizik mazmunni metodik tahlil qilish va pedagogik loyihalash usullaridan foydalanildi. STEAM topshirig‘ini tuzishda besh talab asos qilib olindi: fizik mazmunning yetakchi o‘rnini saqlash; bitta tayyor javobga olib kelmaydigan amaliy muammoni tanlash; yechim uchun aniq mezon va

cheklovlarni belgilash; natijani hisob yoki tajriba orqali tekshirish; guruhli faoliyatda har bir talabaning individual mas’uliyatini ko‘rsatish.

Loyiha asosidagi o‘qitishda talaba muammoni o‘rganadi, axborot izlaydi, qaror qabul qiladi va amaliy yechim yaratadi [5]. Fizika mashg‘ulotida esa yaratilgan model yoki loyiha yechimining o‘zi yakuniy maqsad bo‘la olmaydi. Yechim fizik qonunga tayanishi, tanlangan variantning afzalligi hisob, o‘lchash yoki tajriba dalili bilan ko‘rsatilishi kerak. Shu talablar asosida STEAM topshirig‘ini tuzish uchun 1-jadvalda keltirilgan loyihalash kartasi ishlab chiqildi.

1-jadval. STEAM topshirig‘ini loyihalash kartasi

Tarkibiy qism	Mazmuni
Tayanch fizik mazmun va muammo	Asosiy fizik qonun; yechim izlashga majbur qiladigan vaziyat
Mezon va cheklovlar	O‘lcham, material, vaqt, xavfsizlik va tekshirish mezoni
Fanlararo bog‘lanish	Muhandislik, matematika, texnologiya va ijodiy faoliyatning vazifasi
Model va sinov	Talaba yaratadigan model; hisob, o‘lchash yoki tajriba bilan tekshirish
4K faoliyati	Tahlil, muqobil yechim, ilmiy bayon va jamoaviy mas’uliyat

Loyihalash kartasida STEAM tarkibiy qismlari topshiriqqa sun’iy ravishda qo‘shilmaydi; ularning umumiy muammoni yechishdagi vazifasi oldindan belgilanadi. Matematika yechimlarni miqdoriy solishtirish, ijodiy faoliyat esa modelni takomillashtirish va natijani tushunarli ifodalash uchun qo‘llanadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Fizika uchun STEAM topshirig‘i fizik savoldan boshlanishi kerak. “Biror model yoki qurilma yasash” topshirig‘i o‘z-o‘zidan STEAM mazmunini bermaydi. Model yoki qurilma ma’lum fizik bog‘lanishga tayangan holda ishlashi, uning samaradorligi esa belgilangan mezon bo‘yicha tekshirilishi zarur. Bunda talaba tayyor algoritmni takrorlamaydi; fizik qonunning qaysi sharoitda qo‘llanishini va uning qo‘llanish chegaralarini aniqlaydi.

Namunaviy topshiriq: issiqlik himoyasi samaradorligini taqqoslash uchun xona maketi. Mavzu issiqlik o‘tkazuvchanlik va issiqlik almashinuvi bilan bog‘lanadi. Talabalarga bir xil tashqi o‘lchamdagi kichik maket uchun devor tuzilishining bir necha variantini taklif qilish vazifasi beriladi. Materiallar soni va umumiy qalinlik chegaralanadi. Guruh tanlagan variant issiqlikni yaxshiroq saqlashi kerak, lekin bu fikr faqat taxmin bilan emas, fizik hisob va tajriba natijasi bilan asoslanadi.

Bir jinsli tekis qatlam orqali bir o‘lchamli, turg‘un issiqlik o‘tkazilishining soddalashtirilgan modeli quyidagicha yoziladi [6]:

$$\frac{Q}{\tau} = \frac{\lambda A(T_i - T_o)}{d}.$$

Bu yerda Q/τ – vaqt birligida qatlam orqali uzatiladigan issiqlik miqdori, λ – materialning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, A – qatlam yuzasi, d – qalinlik, $T_i - T_o$ – qatlamning ikki tomonidagi temperaturalar farqi. Formula ideal holatni ifodalaydi: issiqlik oqimi bir o‘lchamli va turg‘un, material bir jinsli deb qaraladi. Xona maketidagi haqiqiy sovish jarayonida esa konveksiya, nurlanish, havo sizib chiqishi, issiqlik ko‘priklari va materiallarning issiqlik sig‘imi ham ta’sir qiladi. Shu sabab tajriba natijasi formuladan olingan qiymat bilan aynan tenglashtirilmaydi; formula devor variantlarini nazariy solishtirish uchun, tajriba esa ularning nisbiy samaradorligini tekshirish uchun ishlatiladi.

Tajriba uchun maketlarning ichki hajmi, devor yuzasi va umumiy qalinligi bir xil qilinadi. Har bir maketga bir xil massa va boshlang‘ich temperaturadagi yopiq issiq suv idishi joylashtiriladi. Ichki temperatura teng vaqt oralig‘ida o‘lchanadi. Guruhlar temperatura–vaqt jadvali va grafigini tuzadi, sovish tezligini qiyoslaydi hamda nazariy bashorat bilan tajribadagi tartib mos kelgan yoki kelmaganini tahlil qiladi. Bunda o‘lchash sharoitlari – xona temperaturasi, idish hajmi, boshlang‘ich temperatura, kuzatish vaqti va datchik joylashuvi – barcha variantlarda bir xil bo‘lishi kerak.

Topshiriqda STEAM tarkibiy qismlari quyidagicha o‘zaro bog‘lanadi. Fizika issiqlik o‘tkazuvchanlik va issiqlik almashinuvi qonuniyatlarini beradi. Matematika yuza, qalinlik va nisbatlarni hisoblash, o‘lchash natijalarini jadval va grafikda ifodalash uchun qo‘llanadi. Muhandislik qismi belgilangan cheklovlar ichida devor tuzilishini tanlash, maketni yig‘ish va kamchiliklarini tuzatishdan iborat. Texnologik faoliyat o‘lchash vositalaridan to‘g‘ri foydalanish va natijani qayd etishda namoyon bo‘ladi. Ijodiy faoliyatda materiallarning muqobil joylashuvi taklif qilinadi, modelning funksional tuzilishi takomillashtiriladi va natija tushunarli shaklda taqdim etiladi. 4K kompetensiyalari ham aynan shu faoliyatlarda kuzatiladi. Tanqidiy fikrlash material tanlovini fizik xususiyatlar bilan asoslash, nazariy va tajriba natijalarini solishtirish, tafovut sabablarini izohlashda namoyon bo‘ladi. Kreativlik bir xil cheklovlarda muqobil devor tuzilishi yoki materiallar ketma-ketligini taklif qilishda ko‘rinadi. Kommunikatsiya guruhning o‘z yechimini formula, jadval, grafik va tajriba dalili bilan himoya qilishida namoyon bo‘ladi. Hamkorlik esa rollarni taqsimlash, o‘lchash va hisoblash natijalarini birlashtirish, qarorni birgalikda qabul qilish va har bir a’zoning umumiy natijaga hissa qo‘shishi orqali baholanadi.

Baholashda tayyor maketning tashqi ko‘rinishi asosiy mezon bo‘lmasligi kerak. Uchta dalilga ustuvorlik beriladi: fizik asosning to‘g‘riligi; tajribaning bir xil sharoitda tashkil etilishi; chiqarilgan xulosaning o‘lchash va hisob natijalari bilan asoslanishi. Bunda e’tibor “model tayyorlash”ning o‘ziga emas, yaratilgan yechimning fizik asosiga qaratiladi. Perignat va Katz-Buonincontro qayd etganidek, STEAMda yakuniy natijaga ortiqcha urg‘u kreativ jarayonning o‘zini e’tibordan chetda qoldirishi mumkin [4].

Loyihalash kartasidan mexanika, elektr va magnetizm, optika hamda boshqa mutaxassislik fanlarida ham foydalanish mumkin. Bunda tayyor topshiriq ko‘chirilmaydi; har bir mavzu uchun tayanch fizik mazmun va tekshiriladigan mezon yangidan belgilanadi. Masalan, mexanikada cheklangan material bilan mustahkam va yengil konstruksiya modeli, elektr va magnetizmda berilgan quvvat chegarasida xavfsiz iste’molchi zanjiri, optikada esa belgilangan sharoitda yorug‘likdan samarali foydalanadigan qurilma loyihalanishi mumkin. Har bir holatda talaba yechimni yaratishi, sinashi va dalil bilan himoya qilishi talab etiladi.

XULOSA

Fizika mutaxassislik fanlarida STEAM topshirig‘ining qiymati bir nechta fan nomini bitta vazifada birlashtirish bilan belgilanmaydi. Topshiriq fizik muammodan boshlanib, muhandislik mezonlari va cheklovlari asosida yechim izlash, model yaratish, uni sinash va xulosani dalillar bilan himoya qilishni talab qilganda fanlararo faoliyat fizik ta’lim maqsadi bilan bog‘lanadi.

Maqolada tayanch fizik mazmun, amaliy muammo, mezon va cheklovlar, fanlararo bog‘lanish, model yoki loyiha yechimi, sinov va 4K faoliyatini o‘zaro bog‘lovchi STEAM topshirig‘ini loyihalash kartasi taklif etildi. Issiqlik himoyasi samaradorligini taqqoslash topshirig‘ida formuladan foydalanish chegaralari aniq ajratildi: nazariy model issiqlik o‘tkazuvchanlik bo‘yicha variantlarni solishtirish uchun, maket tajribasi esa maket sharoitida variantlarning nisbiy samaradorligini aniqlash uchun qo‘llanadi. Shu yo‘l bilan 4K kompetensiyalari fizika faniga tashqaridan qo‘shilgan alohida mashqlar sifatida emas, fizik muammoni hal qilish jarayonidagi kuzatiladigan faoliyatlar sifatida yuzaga chiqadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 19-martdagi PQ-5032-son “Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori.

2. Saydayev O.B. Fizika o‘qitishda 4K kompetensiyalarni shakllantirishning nazariy asoslari // Maktabgacha va maktab ta’limi. 2026. 4-jild, 3-son. B. 973–978. DOI: 10.5281/zenodo.19049405.

3. Quigley C.F., Herro D., Jamil F.M. Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices // School Science and Mathematics. 2017. Vol. 117, No. 1–2. P. 1–12. DOI: 10.1111/ssm.12201.

4. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in Practice and Research: An Integrative Literature Review // Thinking Skills and Creativity. 2019. Vol. 31. P. 31–43. DOI: 10.1016/j.tsc.2018.10.002.

5. Bell S. Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future // The Clearing House. 2010. Vol. 83, No. 2. P. 39–43. DOI: 10.1080/00098650903505415.

6. Çengel Y.A., Ghajar A.J. Heat and Mass Transfer: Fundamentals & Applications. 6th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2020.

ADAPTIV MATEMATIK TA’LIMDA MATEMATIKA VA TABIATSHUNOSLIKNI INTEGRATSIYALASH

Tohirova Zahrooy O‘ktam qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti stajyor tadqiqotchisi

Annotatsiya. Tezisda bo‘lajak maxsus pedagoglarning adaptiv loyihalash kompetensiyasini rivojlantirishda matematika va tabiatshunoslikni birlashtirish imkoniyatlari yoritiladi. O‘simlik o‘sishini kuzatish misolida o‘lchash, taqqoslash va ma’lumotni ifodalash faoliyatlari moslashtiriladi. Matematik maqsadni saqlash, o‘quvchining funksional imkoniyatlarini hisobga olish hamda tushunishni faoliyat dalillari orqali tekshirishga asoslangan metodik tartib taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: fanlararo integratsiya, adaptiv loyihalash, maxsus pedagog, matematik ta’lim, tabiatshunoslik, o‘lchash, universal ta’lim dizayni.

Kirish. Aniq va tabiiy fanlarni integratsiyalashda hayotiy hodisa bir nechta fan tushunchalarini o‘zaro bog‘lovchi o‘quv vaziyatiga aylanishi mumkin. Alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan bolalar bilan ishlashda esa vaziyatning mazmunli bo‘lishi uning barcha uchun tushunarli va foydalanishga qulay ekanini anglatmaydi. Kuzatish, o‘lchash, yozish va izohlash turli talablarni yuzaga keltiradi. Bo‘lajak maxsus pedagog shu talablarni tahlil qilib, matematik mazmunni saqlagan holda faoliyatni moslashtirishi lozim. Dissertatsiyada ishlab chiqilgan adaptiv loyihalash yondashuvini fanlararo topshiriqlarga tatbiq etish mazkur tezisning asosiy masalasidir.

National Academy of Engineering va National Research Council hisobotida fanlar o‘rtasidagi aloqalarni aniq ochish hamda har bir fanga tegishli bilimlarni qo‘llab-quvvatlash zarurligi qayd etiladi [1]. Shundan kelib chiqib, matematik amal tabiatga oid rasm bilan bezatilgan topshiriqdan mazmunan farqlanishi kerak: o‘lchash natijasi tabiiy hodisani tavsiflashga xizmat qiladi, kuzatuv esa matematik taqqoslash uchun ma’lumot beradi. Integratsiya aynan shu ikki tomonlama bog‘lanish orqali tashkil etiladi.

Maqsad va metodik asos. Ishning maqsadi bo‘lajak maxsus pedagoglar uchun matematika va tabiatshunoslikni bog‘lovchi adaptiv topshiriq tuzish tartibini aniqlashtirishdir. Nazariy tahlil va didaktik loyihalash asosida dissertatsiyaning adaptiv texnologiyalar hamda maxsus metodikaga oid qoidalari umumlashtirildi. CAST yo‘riqnomasidagi jalb etish, axborotni taqdim qilish va javobni ifodalashning muqobil imkoniyatlari ushbu tartibning tayanchi hisoblanadi [2]. Quyidagi o‘quv vaziyati metodik namuna sifatida taklif etiladi.

Integratsiyalashgan topshiriq namunasi. “O‘simlik o‘sishini qanday bilamiz?” vaziyatida bolalar bitta o‘simlikning turli kunlardagi balandligini kuzatadilar. Matematik maqsad uzunlikni bir xil birlikda o‘lchash va natijalarni taqqoslash; tabiatshunoslik maqsadi esa tirik obyektning vaqt davomida o‘zgarishini kuzatuv orqali tavsiflashdir. Sana, obyekt va o‘lchangan kattalik

birgalikda qayd etiladi. Bir o‘simlikning turli vaqtdagi o‘zgarishi bilan ikki o‘simlikning bir vaqtdagi farqi alohida savollar ekanini pedagog tushuntiradi.

Bo‘lajak pedagog avval bolaning sanashi, “uzunroq”, “qisqaroq”, “teng” munosabatlarini farqlashi va o‘lchov vositasidan foydalanishini tekshiradi. So‘ng o‘lchashning boshlanish nuqtasi, birligi va qayd shaklini belgilaydi. Chizg‘ich bilan ishlash hali o‘zlashtirilmagan bo‘lsa, teng shartli birliklardan foydalanish mumkin; keyingi taqqoslashlarda aynan shu birlik saqlanadi. O‘simlikni shikastlamasdan balandlikni aniqlash uchun yoniga mahkamlangan o‘lchov tasmasi qo‘yiladi. O‘lchash yo‘nalishi hamda pastki va yuqori tayanch nuqtalari oldindan kelishiladi.

Natijani yozishda sana va balandlik uchun alohida ustunlar, piktogrammalar yoki ko‘chiriladigan son kartochkalari qo‘llanadi. Bola yozish harakatida qiynalsa, o‘lchagan qiymatni kartochka orqali tanlashi mumkin. Ko‘rish imkoniyatiga mos yirik belgi, kontrast yoki taktil vosita tanlanadi. Moslashtirishdan so‘ng o‘quvchi qaysi qiymat kattaligini va taqqoslash nimaga asoslanganini ko‘rsatishi kerak. Javob shaklining o‘zgarishi o‘lchash natijasini anglash talabini bekor qilmaydi.

Tabiiy jarayonni izohlashda kuzatilgan o‘zgarish va uning sababi farqlanadi. O‘simlik balandligi ortganini qayd etishning o‘zi bu o‘zgarishga aynan yorug‘lik yoki suv sabab bo‘lganini isbotlamaydi. Sababga oid savol uchun taqqoslash shartlari alohida rejalashtiriladi. Dastlabki mashg‘ulotda esa o‘lchash va tavsiflash bilan chegaralanish mumkin. Bu tartib bolani raqamli ma’lumotdan uning daliliy imkoniyatidan ortiq xulosa chiqarishga o‘rgatib qo‘ymaslik uchun zarur.

Bo‘lajak pedagogning loyihalash faoliyati. Amaliy mashg‘ulotda talabaga o‘quvchining kuzatuv qaydi va topshiriq loyihasi beriladi. Masalan, bola teng birliklarni sanaydi, ammo ularni o‘lchanadigan uzunlik bo‘ylab bo‘shliqlar bilan joylashtiradi. Talaba xatoni sanash, o‘lchash yoki materialni boshqarish bilan bog‘liq taxminlarga ajratadi. Keyin aniqlashtiruvchi savol va muqobil vositani tanlaydi. Topshiriqni tahlil qilish va uni amalga oshirishni rejalashtirishning kasbiy ahamiyati Hammer va Ufer tadqiqotida ham yoritilgan [3].

Metodik tayyorgarlikda talaba dastlab izohlangan namunani tahlil qiladi, keyin qisman tayyor topshiriqni to‘ldiradi va mustaqil loyiha tuzadi. Uning ishlanmasida ikkala fanning maqsadi, bolaning bajaradigan harakati, kutiladigan to‘siq, tanlangan yordam va natijani tekshirish usuli ko‘rsatiladi. Yordamning o‘zgarishi aniq dalilga bog‘lanadi: birlikni to‘g‘ri tanlagan, biroq joylashtirishda qiynalgan bolaga qulay asos beriladi; birliklar orasidagi bo‘shliqni anglamagan bolaga esa ikki o‘lchash usulini taqqoslash taklif qilinadi.

Baholashda bola natijasi va talabaning metodik qarori alohida ko‘riladi. Bola uchun bir xil birlikni saqlash, to‘g‘ri taqqoslash va natijani kuzatilgan obyektga bog‘lash tekshiriladi. Talaba uchun fanlararo aloqaning aniqligi, moslashtirishning asosi va yangi dalilga javoban loyihani o‘zgartirish sifati tahlil

qilinadi. O‘zlashtirishni yangi vaziyatga ko‘chirish barg uzunligini o‘lchash kabi yaqin topshiriq orqali tekshirilishi mumkin. Bunda yangi obyektning shakli o‘lchash usuliga qanday ta’sir qilishi ham muhokama qilinadi.

Fanlararo loyihalash dissertatsiyada ajratilgan kompetensiya tarkibi bilan ham bog‘lanadi. Qadriyatli-motivatsion komponent har bir bolaning mazmunli ishtirokiga munosabatda, matematik-didaktik komponent o‘lchash mazmunini ochishda namoyon bo‘ladi. Diagnostik-tahliliy komponent kuzatilgan xatoni izohlashda, loyihaviy-metodik komponent vosita va ko‘makni tanlashda, refleksiv-baholovchi komponent esa tanlovni dalil asosida qayta ko‘rib chiqishda ifodalanadi. Ushbu aloqalar talabaga loyihaning tashqi ko‘rinishidan tashqari, uning pedagogik asosini ham himoya qilish imkonini beradi.

Xulosa. Matematika va tabiatshunoslik integratsiyasi adaptiv ta’limda umumiy kuzatuv, o‘lchash va dalilni izohlash faoliyati orqali tashkil etilishi mumkin. Taklif etilgan tartib bo‘lajak maxsus pedagogning matematik maqsad, o‘quvchi ehtiyoji va moslashtirish qarorini bir loyiha doirasida bog‘lashiga xizmat qiladi. Uning amaliy samaradorligini baholash uchun o‘quvchi faoliyati hamda talabaning mustaqil loyihalash natijalarini alohida kuzatish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. National Academy of Engineering, National Research Council. STEM Integration in K–12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. Washington, DC: The National Academies Press, 2014. DOI: 10.17226/18612.

2. CAST. Universal Design for Learning Guidelines version 3.0. 2024. https://udlguidelines.cast.org/

3. Hammer S., Ufer S. Professional competence of mathematics teachers in dealing with tasks in lesson planning // Teaching and Teacher Education. 2023. Vol. 132. 104246. DOI: 10.1016/j.tate.2023.104246.

UMUMIY O‘RTA TA’LIM MAKTABLARIDA QATTIQ JISMLAR FIZIKASINI O‘QITISHDA STEAM YONDASHUVINING O‘RNI

Kalandarov Ergash Kilichovich[1], Raxmatullayeva Manzura Nurilla qizi[2]
[1]Nizomiy nomidagi O‘zMPU fizika kafedrasi dotsenti, f.-m.f.n.
[1]Nizomiy nomidagi O‘zMPU fizika va astronomiya ta’lim yo‘nalishi talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada umumiy o‘rta ta’lim maktablarida qattiq jismlar fizikasiga oid mavzularni o‘qitishda STEAM yondashuvidan foydalanish imkoniyatlari to‘g‘risida fikr yuritiladi. Shuningdek, maqolada, mashg‘ulotlarda virtual laboratoriyadan foydalanish tartibi hamda amaliyotga tatbiq etishdagi asosiy qiyinchiliklar va ularni bartaraf etishning ba’zi yo‘llari qisqacha ko‘rsatib o‘tilgan.

Kalit so‘zlar: STEAM ta’limi, qattiq jismlar fizikasi, fanlararo integratsiya, loyihaviy ta’lim, virtual laboratoriya, kristall panjara, deformatsiya.

Respublikamizda umumiy o‘rta ta’lim muassasalarida ta’lim sifatini tubdan yaxshilash, o‘quvchi va talabalarning fanlarni o‘zlashtirish jarayonini axborot-kommunikatsiya texnologiyalari orqali rivojlantirish uchun zarur bo‘lgan me’yoriy-huquqiy asoslar izchil ravishda yaratilmoqda. Bugungi kunda ta’lim oldiga qo‘yilayotgan talab tubdan o‘zgardi. O‘quvchiga tayyor bilim berishning o‘zi kifoya emas, endi undan bilimini amalda qo‘llay olishi, muammoni mustaqil hal qilishi kutiladi. Aynan shu ehtiyoj STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) ta’limining dunyo bo‘ylab tez tarqalishiga sabab bo‘ldi – AQSh, Janubiy Koreya, Finlyandiya, Singapur kabi mamlakatlarda bu yondashuv allaqachon amaliyotga singib ketgan. Bizda ham STEAM haqida ko‘p gapiriladi, lekin amalda u ko‘proq informatika va texnologiya darslari doirasida qolib ketmoqda. Fizikada, xususan “Qattiq jismlar fizikasi” bo‘limida esa bu borada metodik ishlanmalar deyarli yo‘q, desam mubolag‘a bo‘lmaydi.

STEAMning mohiyati shunda: mavzu bitta fan doirasida emas, balki bir necha fan kesishgan joyda, aniq loyiha atrofida o‘rganiladi. O‘quvchi eshitib emas, yasab, o‘lchab, sinab ko‘rib bilim oladi. Tabiiy fanlar dunyoni tushuntiradi, texnologiya va muhandislik uni o‘zgartirish yo‘lini ko‘rsatadi, matematika hisob tilini beradi, san’at esa dizayn va tasavvurni qo‘shadi.

Qattiq jismlar fizikasi bu ishga, menimcha, ayniqsa mos keladi. Sababi oddiy – o‘quvchini o‘rab turgan deyarli hamma narsa qattiq jism: bino, telefon ekrani, mashina kuzovi, ko‘prik. Ammo real holat boshqacha ko‘rinadi. O‘quvchi kristall panjara turlarini yodlab oladi, Guk qonunini yozib beradi, lekin nega po‘lat egiladi-yu shisha darrov sinadi, degan savolga javob topishda qiynaladi. Metallning tok o‘tkazishini “erkin elektronlar” bilan izohlaydi, ammo yarimo‘tkazgichda nega bu boshqacharoq kechishini tushuntira olmaydi. Bunday bilim, afsuski, uzoq saqlanmaydi – va oxir-oqibat fanga qiziqishni ham so‘ndiradi [1].

Bu yerda yana bir jihat bor: qattiq jismlar fizikasiga oid masalalar boshqa bo‘limlarga nisbatan ancha murakkab, chunki ular o‘quvchidan matematika va kimyodan yaxshi tayyorgarlikni talab qiladi. Kristallni tushunish uchun kimyoviy bog‘lanish haqida bilim kerak bo‘lsa, deformatsiya masalalari proporsionallik va grafik o‘qiy bilishni talab qiladi. Shu sababdanmi, bu masalalar darsda kam yechiladi. Menimcha, bu bo‘shliqni to‘garak mashg‘ulotlari va olimpiadaga tayyorgarlik darslari hisobiga to‘ldirsa bo‘ladi.

Tadqiqot metodikasi. Ishning nazariy qismida STEAM ta’limi va qattiq jismlar fizikasini o‘qitish metodikasiga bag‘ishlangan mahalliy va xorijiy manbalar tahlil qilindi, ular asosida amaldagi o‘qitish tizimidagi bo‘shliqlar aniqlandi. Amaliy qismda esa kuzatish, suhbat va pedagogik tajriba-sinov usullaridan foydalanildi: o‘quvchilarga taklif etilgan loyihaviy topshiriqlar mashg‘ulot davomida bajartirildi, ularning javoblari, savol berish faolligi va topshiriqni bajarish sifati kuzatildi [2]. Bundan tashqari, an’anaviy usulda (formula va masala yechish orqali) va STEAM asosidagi loyihaviy usulda o‘tilgan

mashg‘ulotlar taqqoslandi – ikkala guruhda ham xuddi shu mavzu (elastiklik va deformatsiya) o‘rgatildi, farq faqat mashg‘ulotni tashkil qilish usulida bo‘ldi.

Mashg‘ulotlarni sifatli tashkil etishda loyihaviy topshiriqlarning axamiyati juda katta. Quyida taklif qilinadigan to‘rtta topshiriq namunasini keltiramiz.

“Qaysi material kuchliroq?” O‘quvchilarga bir xil o‘lchamdagi sim, plastik tasma va yog‘och tayoqcha beriladi. Ular yuklarni asta-sekin osib, har birining qanchalik cho‘zilishini o‘lchaydi, so‘ng kuchlanish–deformatsiya grafigini chizib, elastiklik modulini hisoblab chiqadi (fizika, matematika). Keyin natijalarni solishtirib, qaysi material qaysi ishga yaraydi, degan xulosaga keladi (muhandislik), oxirida esa shu material asosida oddiy konstruksiya – masalan, kichik ko‘prik chizmasini tayyorlaydi (dizayn). Bu yerda Guk qonuni yodlanmaydi, u tajribadan o‘zi kelib chiqadi. Guk qonuni ingliz olimi Robert Guk tomonidan 1660-yilda kashf etilgan bo‘lib, elastik deformatsiya sohasida jismga qo‘yilgan kuch bilan uning deformatsiyasi orasidagi bog‘liqlikni ifodalaydi:

$$F = k \cdot x$$

k – qattiqlik koeffitsienti (N/m), bu jismning geometrik o‘lchamlari (uzunlik, kesim yuzasi) va materialiga bo‘g‘liq kattalik.

Yung moduli materialning o‘ziga xos qattiqlik xarakteristikasi bo‘lib, kuchlanish–deformatsiya bog‘liqligidan quyidagicha topiladi:

$$E = \sigma / \varepsilon$$

yoki to‘liq ko‘rinishda:

$$E = (F \cdot l_0) / (S \cdot \Delta l)$$

Yung moduli faqat materialning turiga bog‘liq bo‘lib, jismning uzunligi yoki qalinligiga bog‘liq emas – bu materialning ichki xarakteristikasi hisoblanadi. Grafikda kuchlanish–deformatsiya to‘g‘ri chiziqli qismining qiyaligi aynan shu qiymatga teng [2].

“Kristall bog‘i. O‘quvchilar tuz yoki mis kuporosining to‘yingan eritmasidan kristall o‘stiradi. Shu jarayonda harorat va konsentratsiyaning kristallanishga ta’sirini kuzatadi (fizika, kimyo), o‘sish tezligini kunlar bo‘yicha grafikka tushiradi (matematika), so‘ng panjara tuzilishining modelini plastilin yoki qog‘ozdan yasaydi (san’at). Shu tariqa kristall panjara – mavhum chizmadan qo‘lga ushlab bo‘ladigan narsaga aylanadi. Kristall bog‘lanish turiga ko‘ra farqlanadi: ionli (masalan, osh tuzi), kovalent (masalan, olmos), metall (masalan, mis) va molekulyar (masalan, muz) bog‘lanish. Mis kuporosida ionli va kovalent bog‘lanishning aralash ko‘rinishi kuzatiladi.

“Telefon ekrani nega sinadi?” O‘quvchiga real savol beriladi: smartfon ekranlari qanday materialdan yasaladi va uni mustahkamroq qilib bo‘ladimi? Shu savolga javob izlab, u amorf va kristall jismlar farqini o‘rganadi, shishaning nega mo‘rt bo‘lishini tahlil qiladi, ionli almashinuv orqali mustahkamlash haqida manbalardan ma’lumot to‘playdi va o‘z fikrini taqdimot qilib himoya qiladi. Bu yerda javob oldindan berilmaydi – o‘quvchi o‘zi izlanadi.

“Uy tomining qor bosimiga chidamliligi”. O‘quvchilar guruhlarga bo‘linib, turli qiyalikdagi tom modelini karton va tayoqchalardan yasaydi, so‘ng ustiga bir xil og‘irlikdagi qumni asta-sekin sepib, qaysi qiyalikdagi tom qachon egilishi yoki sinishini kuzatadi (fizika – mustahkamlik va yuklama tushunchasi). Natijalarni jadvalga kiritib, qiyalik burchagi bilan chidamlilik orasidagi bog‘liqlikni grafikda tasvirlaydi (matematika), so‘ng o‘zi yashaydigan hududning qishki sharoitiga mos tom shaklini taklif qiladi (muhandislik, dizayn). Bu topshiriq orqali o‘quvchi mustahkamlik tushunchasini mavhum ta’rif emas, o‘zi qurgan modelning sinishi yoki chidashi orqali his qiladi.

Mashg‘ulotlarda qattiq jismlar fizikasining ko‘p hodisasini ko‘z bilan ko‘rsatib bo‘lmaydigan jarayonlar – kristall panjaradagi atom tebranishlari, dislokatsiyalar harakati, yarimo‘tkazgichdagi elektron va kovak o‘tkazuvchanlik shular jumlasidandir. Bunday holatda virtual laboratoriya va simulyatsiya dasturlari yagona chiqish yo‘li bo‘lib qoladi: o‘quvchi parametrni o‘zgartirib, natijani darrov ko‘radi, bu esa rasm yoki videodan ancha ta’sirli chiqadi. Men kuzatganimdek, virtual tajribani real tajriba bilan qo‘shib olib borish eng yaxshi natija beradi – avval modelda sinab ko‘rib, keyin laboratoriyada tekshiriladi, yoki teskarisi [4]. Masala tanlashda nimaga qarash kerak. To‘garak va olimpiada mashg‘ulotlari uchun masala tanlaganda uchta narsaga e’tibor berish kerak: masala bir necha usulda – nazariy, grafik, tajriba orqali yechilsin; fizika bilan birga matematika yoki kimyoni ham eslatib tursin; qiyinlik darajasi o‘quvchining yoshi va tayyorgarligiga qarab asta-sekin oshib borsin. Shunday tanlansa, bilim ham, qiziqish ham birga o‘sadi.

Dars jarayonida Natijalar va ularni muhokama qilish katta axamiyat kasb etadi. O‘tkazilgan tajriba-sinov mashg‘ulotlarida STEAM asosida ishlagan o‘quvchilar guruhi bilan an’anaviy usulda o‘qigan guruh natijalari solishtirildi. An’anaviy guruh formulani to‘g‘ri yozib, tipik masalalarni yechishda kamchilik ko‘rsatmasa-da, mavzuni real hodisa bilan bog‘lashni talab qiluvchi savollarda (masalan, “nega yozda temir yo‘l relslari orasida bo‘shliq qoldiriladi” yoki “nega ba’zi ko‘prik nazariy hisobda mustahkam bo‘lsa-da amalda buziladi”) ko‘pchilik javob bera olmadi. STEAM guruhida esa, aksincha, o‘quvchilar bunday savollarga o‘z tajribasiga tayanib, mustaqil taxmin bilan javob berishga urindi – hatto javob to‘liq to‘g‘ri bo‘lmagan hollarda ham fikrlash jarayoni sezilarli darajada faolroq kechdi. Bu shuni ko‘rsatadiki, STEAM yondashuvining asosiy foydasi faqat qo‘shimcha bilim berishda emas, balki o‘quvchida bilimni qo‘llash ko‘nikmasini shakllantirishda. Shuningdek, mashg‘ulotlar davomida bir jihatga alohida e’tibor qaratildi: loyihaviy topshiriqlar vaqt talab qiladi, shu sababli ularni har bir darsda emas, balki mavzu yakunida umumlashtiruvchi mashg‘ulot sifatida yoki to‘garak soatlarida o‘tkazish maqsadga muvofiq. Aks holda dastur bo‘yicha belgilangan soatlar yetishmay qolishi mumkin [3]. Bundan tashqari, guruh soni ko‘p bo‘lsa, har bir o‘quvchiga materiallar (sim, plastik tasma, tuz eritmasi va h.k.) yetkazish tashkiliy jihatdan qiyinchilik tug‘dirishi mumkin – bu masalani hal qilish uchun topshiriqlarni kichik guruhlarda (3–4 kishidan) bajartirish o‘zini

oqladi. Bu yondashuv nima beradi. Mashg‘ulotlarni kuzatib, shuni ko‘rdimki, STEAM o‘quvchida muammoni yaxlit ko‘ra olish, ijodiy va tanqidiy fikrlash, muhandislik nuqtai nazaridan yondashish, ilmiy metod bilan ishlash, jamoada bo‘lish va o‘z fikrini himoya qila olish kabi sifatlarni shakllantiradi. Bundan tashqari, o‘quvchining o‘ziga ishonchi ham oshadi – har safar sinovdan keyin o‘zi modelni takomillashtirib, oxir-oqibat natijaga o‘z kuchi bilan yetadi.

Ta’lim tizimida nazariy bilimlarni Amaliyotga tatbiq etishdagi qiyinchiliklar uchrab turibdi. STEAM yondashuvini joriy qilishda bir necha to‘siqqa duch kelinishi mumkinligini ham aytib o‘tish kerak. Birinchidan, ko‘pchilik maktabda fizika kabineti minimal jihozlangan, hatto oddiy dinamometr yoki prujina ham yetishmaydi – bunday holatda topshiriqlarni arzon va oson topiladigan materiallar (tayoqcha, ip, plastik idish) asosida moslashtirishga to‘g‘ri keladi. Ikkinchidan, o‘qituvchining o‘zi ham loyihaviy o‘qitish metodikasi bo‘yicha maxsus tayyorgarlikka ega bo‘lishi shart, aks holda mashg‘ulot oddiy “qiziqarli mashg‘ulotdan nariga o‘tmay, ortidagi fizik mazmun yo‘qolib qolishi mumkin. Uchinchidan, baholash tizimi ham qayta ko‘rib chiqilishi kerak – loyiha natijasini faqat “to‘g‘ri/noto‘g‘ri” mezoni bilan emas, balki jarayonni, izlanish va asoslashni ham hisobga oladigan mezon bilan baholash maqsadga muvofiq. Hozirgi kunda ta’lim beruvchi o‘qituvchiga qo‘yiladigan talablar ham ancha yuqori sanaladi. Shundan kelib chiqib aytish mumkinki, bu yo‘nalishda ishlaydigan o‘qituvchi qattiq jismlar fizikasidagi so‘nggi yutuqlardan – masalan, grafen va boshqa ikki o‘lchamli materiallar (2010-yilgi Nobel mukofoti), topologik izolyatorlar (2016-yilgi Nobel mukofoti) va kvant nuqtalari (2023-yilgi Nobel mukofoti) kabi kashfiyotlardan – xabardor bo‘lib turish interfaol usullar va raqamli vositalarni o‘zlashtirishi, o‘quvchining matematika-kimyodan tayyorgarligini oldindan bilib olishi va o‘zi ham ilmiy-tadqiqot bilan shug‘ullanib turishi kerak bo‘ladi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki qattiq jismlar fizikasini STEAM asosida o‘qitish o‘quvchilarning mavzuni mazmunini yaxshiroq tushunishiga yordam beradi. Tajriba, loyiha va modellashtirish orqali o‘quvchilar formulani shunchaki yodlab ola qolmay, uning amaliy mazmunini ham tushunadi. Real hayotdagi misollar bilan ishlash esa ta’lim oluvchilarning fanga bo‘lgan qiziqishini yanada oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. E.K. Kalandarov, O‘.N. Xushvaqtov Qattiq jismlar fizikasi: pedagogika oliy o‘quv yurtlari uchun o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: Zuxra baraka biznes, 2023

2. M.Djorayev, E.Qalandarov, E.Xujanov Fizika o‘qitish metodikasi Toshkent “Brok class servis” 2023

3. Э.Қ. Қаландаров Қаттиқ жисмлар физикасини изчиллик принципи асосида ўқитиш // ПЕДАГОГИКА. – Т.: – №4. 2018. – Б.52-60.

4. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. https://phet.colorado.edu

RAQAMLI TA’LIM VA ZAMONAVIY BOSHQARUV

Dildora Bozarova[1]
[1]Olmazor tumani 111-maktab ingliz tili fani o‘qituvchisi

Annotatsiya. Tezisda raqamli pedagogikaning uzluksiz ta’limdagi nazariy-metodologik asoslari, asosiy tamoyillari va uni ta’lim muassasasida institutsionallashtirish masalalari yoritiladi. Raqamli pedagogika texnologik vositalar majmui emas, balki pedagogik maqsadlar, ta’lim mazmuni, baholash, inson kapitali, infratuzilma va boshqaruvni o‘zaro bog‘lovchi tizimli yondashuv sifatida talqin qilinadi. Tadqiqotda konstruktivizm, konnektivizm va komplekslik yondashuvlari, shuningdek, **Design-Based Research, Learning Analytics** va **Agency-Based Approach** metodologik asos sifatida ko‘rib chiqiladi. Natijada raqamli pedagogikani institutsionallashtirishning besh bosqichli konseptual modeli taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: *raqamli pedagogika, raqamli transformatsiya, institutsionallashuv, konnektivizm, pedagogik dizayn, Learning Analytics, raqamli kompetensiya, oliy ta’lim.*

Аннотация. В статье анализируются теоретико-методологические основы цифровой педагогики в непрерывном образовании, ее научная парадигма, основные принципы и компоненты, а также модель ее институционализации в образовательной организации. Рассматриваются конструктивизм, коннективизм и теория сложности, а также подходы **Design-Based Research**, **Learning Analytics** и **Agency-Based Approach**. Систематизированы технологические, педагогические, кадровые и управленческие факторы институционализации цифровой педагогики и предложены стратегические направления для системы высшего образования Узбекистана.

Ключевые слова: *цифровая педагогика; институционализация; цифровая трансформация; коннективизм; образовательный дизайн; аналитика обучения; цифровая компетентность; высшее образование.*

Annotation. The article analyzes the theoretical and methodological foundations of digital pedagogy in lifelong education, its scientific paradigm, key principles and components, and a model of institutionalization within educational institutions. Constructivism, connectivism and complexity theory, together with **Design-Based Research, Learning Analytics** and the **Agency-Based Approach**, are considered as the methodological basis. The study systematizes technological, pedagogical, human and managerial factors of institutionalization and proposes strategic directions for higher education in Uzbekistan.

Keywords: *digital pedagogy; institutionalization; digital transformation; connectivism; learning design; learning analytics; digital competence; higher education.*

Kirish. Raqamli texnologiyalarning ta’lim jarayoniga chuqur kirib borishi pedagogik yondashuvlarni qayta ko‘rib chiqishni talab qilmoqda. Raqamli pedagogika texnologiyani faqat texnik vosita sifatida emas, balki ta’lim maqsadlari, mazmuni, metodlari, baholash va boshqaruv bilan uzviy bog‘liq tizim sifatida ko‘rishni nazarda tutadi. O‘zbekiston Respublikasining “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni hamda “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi ta’lim tizimini modernizatsiya qilish va raqamli texnologiyalarni rivojlantirish uchun normativ asos yaratadi [1–2].

Tadqiqotning maqsadi va metodologiyasi. Tadqiqotning maqsadi – uzluksiz ta’limda raqamli pedagogikaning nazariy-metodologik asoslarini tizimlashtirish, uning asosiy tamoyillari va komponentlarini aniqlash hamda O‘zbekiston oliy ta’limida institutsionallashuvining asosiy shartlarini asoslash. Tadqiqot nazariy-analitik yo‘nalishda olib borilib, konseptual tahlil, tizimli yondashuv, qiyosiy tahlil, kontent-tahlil va nazariy umumlashtirish usullaridan foydalanildi.

Asosiy natijalar. Nazariy tahlil raqamli pedagogikaning shakllanishida konstruktivizm, konnektivizm va komplekslik yondashuvlari muhim metodologik asos bo‘lishini ko‘rsatdi. Siemens raqamli davrda bilim va o‘rganishni tarmoqlar hamda axborot manbalari o‘rtasidagi bog‘lanishlar orqali izohlaydi [3]. Davis va Sumara ta’lim jarayonini murakkab, o‘zaro ta’sirga asoslangan tizim sifatida ko‘rib chiqadi [4]. Institutsional o‘zgarishlarni tushuntirishda Rogersning innovatsiyalar diffuziyasi nazariyasi [5], Hall va Hordning CBAM yondashuvi [6] hamda Fullanning ta’limdagi o‘zgarishlar nazariyasi [7] muhim nazariy tayanch sifatida qaraladi.

Raqamli pedagogika tizimi **uchta** o‘zaro bog‘liq komponentni qamrab oladi: texnologik infratuzilma, pedagogik dizayn va inson kapitali. Bunda raqamli vositalardan foydalanishning o‘zi yetarli emas; texnologiya pedagogik maqsad va mazmun bilan uyg‘unlashtirilishi, o‘qituvchilarning raqamli-pedagogik kompetensiyasi muntazam rivojlantirilishi hamda boshqaruv qarorlari ta’lim jarayonidan olinadigan ma’lumotlar bilan qo‘llab-quvvatlanishi zarur. 2025–2026-yillardagi tadqiqotlarda ham raqamli kompetensiya, uzluksiz kasbiy rivojlanish, pedagogik innovatsiyalar va institutsional strategiyalar muhim omillar sifatida qayd etilgan [8–11].

Tadqiqotning asosiy ilmiy natijasi - raqamli pedagogikani institutsionallashtirishning besh bosqichli konseptual modelini taklif etishdir: 1) diagnostika va strategik rejalashtirish; 2) pilot joriy etish; 3) pedagogik integratsiya; 4) institutsional standartlashtirish; 5) monitoring, baholash va uzluksiz takomillashtirish.

Muhokama. Raqamli pedagogikaning barqaror joriy etilishi texnologik vositalarning mavjudligi bilangina belgilanmaydi. Uning samaradorligi texnologiya, pedagogik dizayn va institutsional boshqaruvning o‘zaro uyg‘unligiga bog‘liq. Shu sababli oliy ta’lim tashkilotlarida raqamli pedagogikani alohida loyihalar yig‘indisi sifatida emas, balki yagona boshqaruv sikli sifatida

tashkil etish maqsadga muvofiq: ehtiyojlarni aniqlash – rejalashtirish – pilot sinov – pedagogik integratsiya – monitoring – qayta takomillashtirish.

Xulosa. Raqamli pedagogika zamonaviy ta’lim tizimining alohida texnologik komponenti emas, balki pedagogik maqsadlar, o‘quv mazmuni, baholash, inson kapitali, infratuzilma va boshqaruvni birlashtiruvchi tizimli yondashuvdir. O‘zbekiston oliy ta’limida uning barqaror institutsionallashuvi uchun raqamli pedagogika strategiyasini ishlab chiqish, o‘qituvchilarning raqamli-pedagogik kompetensiyalarini uzluksiz rivojlantirish, o‘zbek tilidagi sifatli raqamli kontentni kengaytirish, Learning Analytics asosida ma’lumotlarga tayangan boshqaruvni rivojlantirish va natijalarni muntazam monitoring qilish muhim yo‘nalishlar hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi. “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonun, O‘RQ-637-son, 23.09.2020.

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida: PF-6079-son Farmon, 05.10.2020.

3. Siemens, G. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, 2005, 2(1), pp. 3–10.

4. Davis, B., Sumara, D. Complexity and Education: Inquiries into Learning, Teaching, and Research. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2006.

5. Rogers, E. M. Diffusion of Innovations. 5th ed. New York: Free Press, 2003.

6. Hall, G. E., Hord, S. M. Implementing Change: Patterns, Principles, and Potholes. 2nd ed. Boston: Pearson/Allyn & Bacon, 2006.

7. Fullan, M. The New Meaning of Educational Change. 4th ed. New York: Teachers College Press, 2007.

8. Ramdana, A. D., Munir, Furqon, C. Advancing digital literacy in higher education through pedagogical innovations and institutional strategies between 2014 and 2025. Discover Education, 2026, 5, 227.

9. Trujillo-Juárez, S.I., Chaparro-Sánchez, R., Morita-Alexander, A., Escudero-Nahón, A., et al. Strengthening teacher digital competence in higher education through micro-courses: a systematic literature review. Discover Education, 2025, 4, 247.

10. Bentri, A., Hidayati, A., Saputra, A., Arina, N. The analysis of teacher digital pedagogical competencies in facing technological development in learning. Cakrawala Pendidikan, 2025, 44(2).

11. Tojakhmedova, S. Y. Digital Pedagogy in Higher Education: Redefining Teaching and Learning in the 21st Century. International Journal of Artificial Intelligence, 2025, 5(06), pp. 676–680.

BO‘LAJAK MAXSUS PEDAGOGLARNI INKLYUZIV STEAM LOYIHALARINI ADAPTIV LOYIHALASHGA TAYYORLASH

Tohirova Zahrooy O‘ktam qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti stajyor tadqiqotchisi

Annotatsiya. Tezisda bo‘lajak maxsus pedagoglarning matematik ta’limni adaptiv loyihalash kompetensiyasini STEAM loyihalari orqali rivojlantirishga doir metodik yechim taklif etiladi. Ko‘prik modeli misolida matematik o‘lchash, muhandislik yechimi, tabiiy-ilmiy kuzatuv va dizayn uyg‘unlashtiriladi. Loyihani rejalash, sinash va qayta ishlash bosqichlarida o‘quvchilarning turli ishtirok imkoniyatlari hamda talabaning pedagogik qarorini baholash mezonlari ochib beriladi.

Kalit so‘zlar: STEAM, inklyuziv ta’lim, maxsus pedagog, adaptiv loyihalash, muhandislik dizayni, matematik kompetensiya, loyiha faoliyati.

Kirish. STEAM yondashuvi tabiiy fanlar, texnologiya, muhandislik, san’at va matematikani muammo yechish faoliyatida bog‘lash imkonini beradi. Maxsus pedagog tayyorgarligida mazkur bog‘lanish har bir o‘quvchining mazmunli ishtirokini ta’minlash qarorlari bilan birga o‘rganilishi lozim. Talaba loyiha mahsulotini yaratishdan tashqari, matematik maqsadni aniqlashi, materialdan foydalanishdagi to‘siqlarni oldindan ko‘rishi va turli javob shakllarini rejalashtirishi kerak. Shu jihat dissertatsiyadagi adaptiv loyihalash kompetensiyasini STEAM faoliyatiga tatbiq etishning asosini tashkil qiladi.

Perignat va Katz-Buonincontro sharhida STEAMning talqinlari hamda san’at komponentini birlashtirish usullari turlicha ekani ko‘rsatilgan [1]. Shuning uchun loyihada har bir yo‘nalishning vazifasi va tekshiriladigan natijasi aniq belgilanadi. San’at komponenti tayyor buyumni bezash bilan chegaralanmay, shakl, vizual ifoda va foydalanuvchi uchun tushunarlilikni loyihalashda qatnashishi mumkin. Mazkur tezisning maqsadi bo‘lajak maxsus pedagoglarni shunday bog‘langan faoliyatni o‘quvchi ehtiyojlariga mos tuzishga tayyorlash tartibini ishlab chiqishdir.

Metodik yondashuv. Taklif nazariy tahlil va didaktik loyihalashga asoslanadi. Dissertatsiyadagi matematik maqsad, funksional o‘quv profili, pedagogik ko‘mak va qayta loyihalash aloqasi STEAM loyihasining bosqichlariga tatbiq etiladi. CASTning universal ta’lim dizayni mazmunni turlicha taqdim qilish, faoliyatga qo‘shilish va fikrni ifodalash imkoniyatlarini oldindan rejalashga yo‘naltiradi [2]. Talabaga oid natija asoslangan loyiha qarori, bolaga oid natija esa shu loyihadagi matematik munosabatni anglash va qo‘llash sifatida belgilanadi.

Ko‘prik modeli asosidagi loyiha. O‘quv muammosi ikki tayanch orasidagi masofani yopadigan va belgilangan yengil yukni ushlab turadigan qog‘oz ko‘prik yaratishdan iborat. Matematik faoliyat tayanchlar oralig‘ini o‘lchash, model uzunligini tanlash va sinov natijalarini taqqoslashni qamrab

oladi. Tabiiy-ilmiy faoliyat qog‘oz shakli o‘zgarganda uning egilishini kuzatishga; muhandislik faoliyati esa cheklovlarga mos yechim yaratish va qayta sinashga yo‘naltiriladi. Model bolaning tayyorgarligiga mos sodda materiallar bilan bajariladi.

Texnologiya komponenti o‘lchov vositasi, buklash usuli va natijani qayd etish vositasini maqsadli tanlashda namoyon bo‘ladi. Imkoniyat bo‘lsa, fotosurat yoki elektron jadval ikki variantni taqqoslashga xizmat qiladi; qog‘ozdagi qayd ham shu vazifani bajarishi mumkin. Dizayn komponentida bola ko‘prik eskizini tuzadi, shakl va belgilarning ma’nosini tushuntiradi. Yuqori kontrastli yoki taktil yo‘nalish belgisi modeldan foydalanish g‘oyasini ifodalaydi. Bunda chiroyli ko‘rinish mustahkamlikning dalili sifatida olinmaydi.

Sinov adolatli taqqoslash uchun bir xil sharoitda o‘tkaziladi: qog‘ozning turi va miqdori, tayanchlar oralig‘i, yukning turi hamda qo‘yilish joyi saqlanadi. Asosiy o‘zgaruvchi qog‘ozning shakli bo‘lishi mumkin. Tekis va buklangan variantlar bir xil yengil yuk ostida kuzatiladi. O‘quvchi natijani “ushlab turdi”, “egildi” yoki “tayanchdan tushdi” kabi oldindan aniqlashtirilgan belgilar bilan qayd etadi. Bitta muvaffaqiyatli sinov barcha yuklar va o‘lchamlar uchun umumiy xulosa chiqarishga yetarli emasligi muhokama qilinadi.

Adaptiv loyihalash tartibi. Dastlab talaba matematik maqsad va loyiha cheklovlarini yozadi. Keyin bolaning o‘lchash, materialni boshqarish, ko‘rsatmani tushunish va javob berish imkoniyatlarini tahlil qiladi. Rejalashda yirik belgilangan chizg‘ich, sirpanmaydigan asos, bosqich kartochkalari yoki muqobil kommunikatsiya vositasi tanlanadi. Materialni ushlashga yordam berilganida ham uzunlikni tanlash va natijani taqqoslash qarori bolada qoladi. Moslashtirish qaysi to‘siqni kamaytirishi va matematik maqsadni qanday saqlashi aniq izohlanadi.

Talaba loyiha qismini mikrodarsda namoyish etadi. O‘qituvchi tayyorlagan vaziyat kartochkasida, masalan, bolaning tayanchlar oralig‘ini to‘g‘ri o‘lchashi, lekin modelni buklashda qiynalishi ko‘rsatiladi. Talaba buklash uchun yordam tanlaydi va o‘lchash vazifasini saqlaydi. Boshqa kartochkada bola chizg‘ichni qulay ushlaydi, biroq o‘lchashni nol belgisidan boshlamaydi. Bunda asbobni almashtirish bilan cheklanmasdan, boshlanish nuqtasining ma’nosini ochuvchi topshiriq kerak bo‘ladi. Ikki vaziyat qarorni tashxis nomiga emas, faoliyat daliliga bog‘lashni mashq qildiradi.

Qayta ishlash bosqichida talaba dastlabki va yangi variantni taqqoslab, nimani va nima sababdan o‘zgartirganini yozadi. Matematik topshiriqni tanlash, uning imkoniyatlarini tahlil qilish va amalga oshirishga tayyorlash kasbiy kompetensiyaning muhim faoliyati ekanligi Hammer va Ufer ishida yoritiladi [3]. Shu asosda tayyor maket bilan birga qarorlar qaydi ham saqlanadi. Navbatdagi vazifada tayanchlar oralig‘i o‘zgartirilib, talabaning yangi shart uchun mustaqil moslashtirish taklif qilishi tekshiriladi.

Guruh ishida o‘lchovchi, konstruktor, qayd etuvchi va taqdimotchi vazifalari o‘quvchilarning imkoniyatlariga mos taqsimlanadi va navbat bilan

almashtiriladi. Bitta bola doimo bezash, boshqasi doimo hisoblash bilan cheklanib qolmasligi kerak. Har bir ishtirokchi kamida bitta matematik qarorni koʻrsatish imkoniga ega boʻladi. Fikr ogʻzaki, yozma, predmetli namoyish yoki tanlash orqali bildirilishi mumkin. Barcha shaklda nimani taqqoslagani va tanlovini qanday asoslagani kuzatiladi.

Mustaqil loyihalashni tekshirishda talabaga dastlabki modelning tayyor yechimi berilmaydi. U yangi oraliq yoki boshqa material uchun kutiladigan qiyinchilikni va uni tekshiruvchi vazifani oʻzi belgilaydi. Oldingi mashqdagi mazmuniy ishoralar kamaytiriladi, zarur texnik va kommunikativ qulayliklar saqlanadi. Natija bitta umumiy baho bilan cheklanmaydi: talabaning kuchli qarori, aniqlashtirilmagan taxmini va keyingi tahriri yozma qayd etiladi. Bu qayd keyingi amaliy mashgʻulotni individual rejalash uchun asos boʻlishi mumkin.

Baholash va xulosa. Loyiha mahsuli belgilangan shartga mosligi boʻyicha, bolaning oʻrganishi oʻlchash va taqqoslash harakati boʻyicha, talabaning tayyorgarligi esa maqsadni saqlash, toʻsiqni asoslash va dalilga javoban qayta loyihalash boʻyicha baholanadi. Koʻprikning yukni koʻtarishi barcha ishtirokchilar matematik munosabatni anglaganini avtomatik tasdiqlamaydi. Taklif etilgan tartib STEAM faoliyatini boʻlajak maxsus pedagogning adaptiv qarorlarini mashq qilish maydoniga aylantiradi. Uning ta’limiy natijadorligi real mashgʻulotlardagi individual faoliyat dalillari bilan tekshirilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review // Thinking Skills and Creativity. 2019. Vol. 31. P. 31–43. DOI: 10.1016/j.tsc.2018.10.002.

2. CAST. Universal Design for Learning Guidelines version 3.0. 2024. https://udlguidelines.cast.org/

3. Hammer S., Ufer S. Professional competence of mathematics teachers in dealing with tasks in lesson planning // Teaching and Teacher Education. 2023. Vol. 132. 104246. DOI: 10.1016/j.tate.2023.104246.

BIOFIZIKA FANINI STOMATOLOGIYA YOʻNALISHIDA OʻQITISHDA FANLARARO INTEGRATSIYA VA STEAM YONDASHUVLARI

Nurmatova Feruza Baxtiyarovna

Toshkent davlat tibbiyot universiteti, biotibbiyot muhandisligi, informatika va biofizika kafedrasi katta oʻqituvchisi,

Chiqchiq davlat pedagogika universiteti mustaqil izlanuvchisi

Annotatsiya. Mazkur maqolada stomatologiya yoʻnalishida tahsil olayotgan talabalarga biofizika fanini oʻqitishda fanlararo integratsiya va STEAM yondashuvlaridan foydalanishning ilmiy-metodik asoslari tahlil qilinadi. Zamonaviy stomatologik ta’limda biofizika faqat nazariy fizik qonuniyatlarni oʻrgatuvchi fan sifatida emas, balki klinik fanlarni tushunish, diagnostik va

davolash texnologiyalarining fizik asoslarini anglash hamda kasbiy kompetensiyalarni shakllantirishga xizmat qiluvchi fundamental fan sifatida qaralishi zarur. Maqolada biofizikaning anatomiya, fiziologiya, patologik fiziologiya, biokimyo, farmakologiya, terapevtik, ortopedik va jarrohlik stomatologiya, radiologiya hamda stomatologik materialshunoslik bilan integratsiyasi aniq misollar asosida yoritilgan. Shuningdek, tovush, elektr hodisalari, suyuqliklar mexanikasi, sirt hodisalari, optika, lazer, ionlashtiruvchi nurlanish va biomexanika kabi mavzularni klinik vaziyatlar bilan bog‘lab o‘qitish metodikasi taklif etiladi. STEAM yondashuvi asosida talabaning muammoli vaziyatni aniqlashi, fizik model yaratishi, tajriba o‘tkazishi, natijalarni matematik tahlil qilishi va amaliy tibbiy xulosaga kelishi yagona ta’lim jarayoniga birlashtiriladi. Bunday yondashuv talabalarda tizimli, analitik va klinik fikrlashni rivojlantirish hamda biofizikaning stomatologik amaliyotdagi ahamiyatini anglash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: biofizika, stomatologiya, fanlararo integratsiya, STEAM, klinik fikrlash, biomexanika, bioakustika, bioelektrik hodisalar, optika, lazer, stomatologik materiallar, diagnostika, tibbiy ta’lim.

Zamonaviy tibbiy ta’limning asosiy vazifalaridan biri bo‘lajak shifokorda alohida fanlar bo‘yicha bilimlar yig‘indisini emas, balki ularni kasbiy vaziyatda birlashtirib qo‘llash qobiliyatini shakllantirishdan iborat. Ayniqsa, stomatologiya kabi bir vaqtning o‘zida biologik, fizik, kimyoviy, texnik va klinik bilimlarning o‘zaro bog‘liqligini talab qiladigan sohada fanlararo integratsiya alohida ahamiyat kasb etadi.

Biofizika tibbiy oliy ta’limda fundamental fanlardan biri bo‘lib, biologik tizimlarda sodir bo‘ladigan jarayonlarning fizik va fizik-kimyoviy mexanizmlarini tushuntiradi. Inson organizmidagi elektr potensiallari, membrana orqali moddalarning tashilishi, qon va boshqa biologik suyuqliklarning oqimi, tovush va ultratovushning tarqalishi, yorug‘likning biologik to‘qimalar bilan o‘zaro ta’siri, mexanik kuchlarning biologik tizimlarga ta’siri kabi hodisalar biofizikaning tadqiqot obyektlarini tashkil etadi.

Stomatologiya ta’limida biofizikaning ahamiyati yanada aniq namoyon bo‘ladi. Chunki stomatologik klinikada qo‘llaniladigan ko‘plab texnologiyalar fizik qonuniyatlarga asoslanadi. Rentgen diagnostikasi, ultratovushli qurilmalar, lazer texnologiyalari, fotopolimerizatsiya, elektromagnit ta’sirlar, mexanik ishlov berish, protez va ortodontik konstruksiyalarning biomexanikasi shular jumlasidandir. Shu sababli biofizika mashg‘ulotlarini faqat formulalar va nazariy tushunchalarni o‘zlashtirishga yo‘naltirish yetarli emas. Talaba o‘rgangan fizik qonunning qaysi biologik jarayonda namoyon bo‘lishini, mazkur jarayonning stomatologik ahamiyatini va klinik texnologiyada qanday qo‘llanilishini tushunishi kerak.

Fanlararo integratsiya aynan shu muammoni hal qilishga xizmat qiladi. Integratsiya alohida fanlarni oddiy mexanik birlashtirish emas, balki ularning

tushunchalari, usullari va amaliy vazifalarini o‘zaro bog‘lab, yangi yaxlit bilim tizimini shakllantirishni anglatadi.

Bugungi kunda ushbu yondashuvni STEAM – Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics – ta’lim modeli bilan uyg‘unlashtirish ta’lim samaradorligini yanada oshirishi mumkin. STEAM yondashuvida talaba tayyor bilimni qabul qiluvchi emas, balki muammoni o‘rganuvchi, tajriba o‘tkazuvchi, model yaratuvchi, natijani tahlil qiluvchi va amaliy yechim ishlab chiquvchi subyekt sifatida ishtirok etadi.

Tadqiqotning maqsadi va metodologiyasi. Tadqiqotning asosiy maqsadi stomatologiya yo‘nalishida biofizika fanini o‘qitishning fanlararo modelini ishlab chiqish va uni STEAM yondashuvi asosida takomillashtirishning metodik imkoniyatlarini ko‘rsatishdan iborat.

Tadqiqotda tizimli tahlil, fanlararo yondashuv, muammoli ta’lim, kuzatish, tajriba, taqqoslash, modellashtirish, matematik hisoblash va amaliy vaziyatlarni tahlil qilish metodlaridan foydalanish nazarda tutiladi.

Biofizika mashg‘ulotlarini tashkil etishda auditoriya, laboratoriya, amaliy va mustaqil ta’lim shakllarini o‘zaro bog‘lash muhim.

Bunda o‘quv jarayonining mantiqiy zanjiri quyidagicha tashkil etilishi mumkin: Fizik qonun → biologik mexanizm → tibbiy jarayon → stomatologik muammo → texnologik yechim → klinik xulosa. Mazkur zanjir talabaning nazariy bilimni kasbiy faoliyat bilan bog‘lashiga imkon beradi.

Stomatologiya ta’limida biofizikaning fanlararo integratsiyasini misollarda ko‘raylik:

Biofizika fanining anatomiya va fiziologiya bilan integratsiyasi talabaning biologik tuzilmalarda sodir bo‘ladigan jarayonlarning fizik mohiyatini tushunishiga xizmat qiladi.

Masalan, hujayra membranasining elektr xususiyatlarini o‘rganishda biofizik tushunchalar fiziologiyadagi membrana potensiali va nerv impulslarining hosil bo‘lishi bilan bog‘lanadi. Stomatolog uchun bu bilimlar yuz-jag‘ sohasidagi nervlarning faoliyati, og‘riq sezgisi va nerv impulslarining uzatilishini tushunishda muhimdir. Shuningdek, og‘iz bo‘shlig‘idagi retseptorlarning tashqi ta’sirni elektr signaliga aylantirishi biofizik va fiziologik jarayonlarning uzviyligini ko‘rsatadi.

Talabaga quyidagi muammoli vaziyatni berish mumkin: “Nima sababdan tish pulpasiga mexanik yoki termik ta’sir berilganda og‘riq sezgisi paydo bo‘ladi?” Savolga javob berishda talaba anatomiya orqali pulpaning tuzilishini, fiziologiya orqali og‘riq retseptorlarining faoliyatini, biofizika orqali esa elektr signali va membrana jarayonlarini tahlil qiladi.

Natijada uchta fan bo‘yicha alohida olingan bilim yagona klinik tushunchaga aylanadi.

Stomatologik materiallarning mexanik, fizik va fizik-kimyoviy xususiyatlarini tushunishda biofizika muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Plomba materiallari, kompozitlar, sementlar, protez materiallari va ortodontik konstruksiyalarni tanlashda ularning elastiklik, mustahkamlik, deformatsiya, issiqlik o‘tkazuvchanligi, yopishish va boshqa xususiyatlari hisobga olinadi.

Masalan, “Deformatsiya va elastiklik” mavzusini o‘rganishda talabaga quyidagi vazifa beriladi: “Chaynash vaqtida tishga ta’sir qiluvchi mexanik kuchlar qanday taqsimlanadi va turli materiallardan tayyorlangan restavratsiyalarda deformatsiya qanday farqlanishi mumkin?”

Talaba bunda mexanik kuch tushunchasini aniqlaydi, deformatsiya turini belgilaydi, materialning mexanik xususiyatlarini taqqoslaydi, tish-to‘qima va material o‘rtasidagi mexanik moslikni tahlil qiladi hamda klinik xulosa chiqaradi.

Shunday qilib, biofizikaning mexanika bo‘limi bevosita stomatologik materialshunoslik bilan bog‘lanadi.

Stomatologiyada biomexanika fanlararo integratsiyaning eng yaqqol namunasidir.

Ortodontik apparatlar, protezlar, implantlar va boshqa konstruksiyalar inson jag‘-tish tizimiga mexanik kuchlar ta’sirini o‘zgartiradi. Shuning uchun kuch, bosim, moment, deformatsiya va muvozanat kabi fizik tushunchalar klinik amaliyot uchun bevosita ahamiyatga ega.

Masalan, ortodontik davolashda tishga ma’lum yo‘nalishda kuch beriladi. Natijada periodontal to‘qimalarda biologik javob yuzaga keladi.

Bu jarayonni quyidagi ketma-ketlikda tushuntirish mumkin: mexanik kuch → tishning siljishi → periodontal to‘qimalarga yuklama → biologik javob → tish holatining o‘zgarishi.

STEAM mashg‘ulotida talabalar tish modelini yaratib, turli yo‘nalishdagi kuchlarning ta’sirini modellashtirishlari mumkin. Muhandislik komponenti konstruksiya yaratishda, matematika kuchlarni hisoblashda, biologiya esa to‘qimalarning javobini tushuntirishda qo‘llanadi.

Bu usul talabaning “formula yodlash”dan “fizik model yaratish”ga o‘tishini ta’minlaydi.

Terapevtik stomatologiyada yorug‘lik, issiqlik, elektr va mexanik ta’sirlar bilan bog‘liq ko‘plab jarayonlar uchraydi.

Ayniqsa, kompozit materiallarni fotopolimerizatsiya qilishda yorug‘lik energiyasining materialga ta’siri muhim.

Talabaga quyidagi savol berilishi mumkin: “Nima uchun fotopolimerizatsiyada yorug‘lik manbasining to‘lqin uzunligi va intensivligi muhim?”

Bu savolga javob berishda optika, elektromagnit nurlanish, energiya almashinuvi, stomatologik materialning fizik xususiyatlari va klinik texnologiya o‘zaro bog‘lanadi.

Talaba yorug‘likning fizik parametrlarini o‘rganib, ularning polimerizatsiya jarayoniga ta’sirini tahlil qiladi. Bu esa biofizika bilimini bevosita amaliy stomatologik texnologiya bilan bog‘laydi.

Stomatologik diagnostikada rentgenografiya keng qo‘llaniladi. Shuning uchun ionlashtiruvchi nurlanishning fizik asoslarini bilish bo‘lajak stomatolog uchun muhim kasbiy kompetensiyalardan biridir.

Biofizika mashg‘ulotida rentgen nurlarining hosil bo‘lishi, modda bilan o‘zaro ta’siri, yutilishi va tasvir hosil bo‘lish mexanizmi o‘rganiladi.

Bu mavzu radiologiya bilan integratsiya qilinib: fizik hodisa → biologik to‘qima → tasvir hosil bo‘lishi → diagnostik axborot → radiatsion xavfsizlik ketma-ketligida o‘rganilishi mumkin.

STEAM topshirig‘i sifatida talabalar turli zichlikka ega moddalardan tashkil topgan soddalashtirilgan “jag‘ modeli”ni yaratib, rentgen tasvirining kontrastini tushuntiruvchi model ishlab chiqishlari mumkin.

Bu yerda “Science” fizik va biologik bilimlarni, “Technology” diagnostik qurilmalarni, “Engineering” model yaratishni, “Mathematics” hisoblashlarni, “Art” esa vizual model va tasvirni tashkil etadi.

Bioakustika biofizikaning tibbiyot bilan integratsiyasi uchun qulay yo‘nalishlardan biridir. Tovushning fizik xususiyatlari, tovush to‘lqinining uzunligi va tezligini aniqlash hamda fiziologik akustikani o‘rganish asosida integrativ mashg‘ulot tashkil etish mumkin.

Stomatologiya yo‘nalishida mazkur mavzuni og‘iz bo‘shlig‘i, jag‘-yuz sohasi va diagnostik texnologiyalar bilan bog‘lash mumkin.

Talabalar tovushning chastotasi, amplitudasi, intensivligi, to‘lqin uzunligi va tarqalish tezligi kabi parametrlarini o‘rganadilar.

Keyin ushbu tushunchalar klinik vaziyatga qo‘llanadi. Masalan: “Tish yuzasida mexanik ta’sir natijasida hosil bo‘ladigan tovush signalining xususiyatlari qanday o‘zgarishi mumkin?”

Talabalar tovush signallarini yozib olish, ularni grafik ko‘rinishda tasvirlash va chastota bo‘yicha taqqoslashlari mumkin. Bu jarayonda fizika, matematika, axborot texnologiyalari va stomatologiya bilimlari birlashtiriladi.

Stomatologik amaliyotda so‘lak muhim biologik muhit hisoblanadi. Uning oqim xususiyatlari, yopishqoqligi va boshqa fizik ko‘rsatkichlari og‘iz bo‘shlig‘ining funksional holati bilan bog‘liq.

Biofizika mashg‘ulotida suyuqliklarning yopishqoqligi va oqimi mavzusini stomatologiya bilan bog‘lash mumkin.

Masalan: “So‘lakning yopishqoqligi o‘zgarganda uning og‘iz bo‘shlig‘idagi harakati va himoya funksiyasiga qanday ta’sir ko‘rsatishi mumkin?”

Talaba laboratoriya sharoitida turli suyuqliklarning oqim xususiyatlarini taqqoslaydi, natijalarni jadval va grafiklarda ifodalaydi hamda ularni so‘lakning biologik xususiyatlari bilan bog‘laydi.

Bunda matematika natijalarni qayta ishlash vositasi, texnologiya o‘lchash vositasi, biologiya biologik mazmun, biofizika esa umumlashtiruvchi mexanizm sifatida xizmat qiladi.

STEAM yondashuvi asosida biofizika mashg‘ulotlarini tashkil etishning afzalligi shundaki, unda talaba bir fan doirasida qolib ketmaydi. U muayyan muammoni hal qilish uchun turli fanlardan foydalanadi.

Stomatologiya yo‘nalishida biofizika mashg‘ulotining quyidagi modeli taklif etiladi:

1-bosqich. Muammoni aniqlash. O‘qituvchi real yoki modellashtirilgan klinik vaziyatni beradi.

2-bosqich. Ilmiy farazni shakllantirish. Talabalar materialning fizik xususiyatlari uning deformatsiyasiga ta’sir qiladi degan farazni ilgari suradilar.

3-bosqich. Fizik model yaratish. Tish va materialning soddalashtirilgan modeli ishlab chiqiladi.

4-bosqich. Tajriba. Turli materiallarga bir xil kuch ta’sir ettirilib, deformatsiya o‘lchanadi.

5-bosqich. Matematik tahlil. Olingan ma’lumotlar jadvalga kiritiladi, grafik tuziladi va o‘zaro taqqoslanadi.

6-bosqich. Klinik interpretatsiya. Talabalar olingan fizik natijalarni stomatologik amaliyot nuqtayi nazaridan izohlaydilar.

7-bosqich. Yakuniy mahsulot. Talaba tajriba natijalari asosida mini-hisobot, poster, infografika yoki taqdimot tayyorlaydi.

Biofizika darslarida klinik mazmundagi muammoli topshiriqlardan foydalanish talabaning tabiiy-ilmiy va klinik tafakkurini rivojlantirishga yordam beradi.

1-topshiriq. Optika va stomatologiya. “Fotopolimer materialning qotish jarayonida yorug‘likning fizik parametrlarini qanday hisobga olish kerak?” Integratsiya: fizika + stomatologik materialshunoslik + terapevtik stomatologiya.

2-topshiriq. Mexanika va ortodontiya. “Ortodontik konstruksiyada kuchning yo‘nalishi o‘zgartirilsa, tishga ta’sir qiluvchi mexanik ta’sir qanday o‘zgaradi?” Integratsiya: mexanika + anatomiya + fiziologiya + ortodontiya.

3-topshiriq. Akustika. “Tovush chastotasi va intensivligi o‘rtasidagi farq nimada va ularning biologik idrok qilinishini qanday tushuntirish mumkin?” Integratsiya: biofizika + fiziologiya + klinik fanlar.

4-topshiriq. Radiatsiya. “Stomatologik rentgen tekshiruvida tasvir sifatini saqlagan holda radiatsion xavfsizlikni ta’minlash qanday fizik tamoyillarga asoslanadi?” Integratsiya: biofizika + radiologiya + gigiyena.

Laboratoriya mashg‘ulotlari fanlararo integratsiyani amalda namoyish etish uchun eng qulay shakllardan biridir.

An’anaviy laboratoriya mashg‘ulotida talaba tayyor algoritm bo‘yicha tajriba o‘tkazadi. STEAM modelida esa u avvalo muammoni aniqlaydi, tajriba rejasini ishlab chiqadi, o‘lchash usulini tanlaydi va natijani mustaqil tahlil qiladi.

Masalan, “Suyuqlikning yopishqoqligini aniqlash” laboratoriya ishida: Science – suyuqlikning fizik va biologik xususiyatlarini tushuntirish; Technology – o‘lchov qurilmalaridan foydalanish; Engineering – tajriba qurilmasini

takomillashtirish; Art – natijalarni vizual ifodalash; Mathematics – hisoblash va grafik tahlil bir butun o‘quv vazifasiga birlashtiriladi.

Natijada laboratoriya ishi faqat fizik kattalikni aniqlash emas, balki kasbiy muammoni ilmiy usulda hal qilish jarayoniga aylanadi.

Fanlararo integratsiya natijasida biofizikaning stomatologik ta’limdagi o‘rni o‘zgaradi. Talaba biofizikani “asosiy klinik fanlardan alohida turuvchi nazariy fan” sifatida emas, balki klinik bilimlarning fundamental asosi sifatida qabul qila boshlaydi.

1. Tabiiy-ilmiy kompetensiya – fizik va biologik jarayonlarni tushuntirish.
2. Klinik fikrlash – fizik mexanizmni klinik vaziyat bilan bog‘lash.
3. Analitik kompetensiya – ma’lumotlarni tahlil qilish va taqqoslash.
4. Tadqiqotchilik kompetensiyasi – tajriba rejasini tuzish va natijalarni baholash.
5. Raqamli kompetensiya – texnologik vositalar va raqamli ma’lumotlardan foydalanish.
6. Kommunikativ kompetensiya – ilmiy natijalarni taqdim etish.
7. Jamoada ishlash kompetensiyasi – guruhli STEAM loyihalarini amalga oshirish.

Muhokama. Stomatologik ta’limda biofizikani fanlararo o‘qitishning muhim jihati shundan iboratki, integratsiya faqat fanlar sonini ko‘paytirish bilan cheklanmasligi kerak. Asosiy maqsad – bir xil klinik muammoni turli fanlarning metodlari yordamida tushuntirishdir.

Masalan, tishning mexanik yuklamaga javobini faqat biofizika nuqtayi nazaridan ko‘rish yetarli emas. Bu jarayonning anatomik tuzilishi, fiziologik javobi, patologik o‘zgarishi va klinik oqibati ham mavjud. Shuning uchun talaba bir muammoni bir nechta fanlar kesimida tahlil qilishi kerak.

Bunda o‘qituvchi uchun ham yangi metodik vazifa yuzaga keladi. U faqat o‘z fanining mazmunini yetkazuvchi emas, balki fanlararo bog‘liqlikni tashkil etuvchi metodist sifatida faoliyat yuritadi.

Biofizika mashg‘ulotlarini klinik fanlar bilan bog‘lash talabalarning fanga bo‘lgan qiziqishini ham oshirishi mumkin. Mavzuni bo‘lajak mutaxassislik bilan bog‘lash talabalar qiziqishi va ta’lim natijalariga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Shu bilan birga, integratsiyani amalga oshirishda muayyan metodik shartlarga rioya qilish lozim. Birinchidan, integratsiya aniq ta’limiy maqsadga ega bo‘lishi kerak. Ikkinchidan, tanlangan klinik misol biofizik mavzuning asosiy mazmunini ochib berishi lozim. Uchinchidan, STEAM topshirig‘i talabaning real tahlil va ijodiy faoliyatini talab qilishi kerak.

Demak, integratsiya “qo‘shimcha ma’lumot” emas, balki o‘quv mazmunini tashkil etishning metodik tamoyiliga aylanishi lozim.

Xulosa. Stomatologiya yo‘nalishida biofizika fanini o‘qitishda fanlararo integratsiya va STEAM yondashuvlaridan foydalanish bo‘lajak shifokorning fundamental hamda klinik bilimlarini yaxlit tizimga birlashtirish imkonini beradi.

Biofizikaning anatomiya, fiziologiya, biokimyo, patologik fiziologiya, stomatologik materialshunoslik, terapevtik, ortopedik va jarrohlik stomatologiya, radiologiya hamda boshqa klinik fanlar bilan integratsiyasi talabaning fizik qonuniyatlarni kasbiy faoliyat bilan bog‘lash qobiliyatini rivojlantiradi.

Ayniqsa, biomexanika, bioakustika, bioelektrodinamika, optika, lazer texnologiyalari, suyuqliklar mexanikasi va ionlashtiruvchi nurlanish kabi mavzular stomatologik ta’lim uchun yuqori integrativ salohiyatga ega.

STEAM yondashuvi esa ushbu integratsiyani amaliy faoliyatga aylantiradi. Talaba muammoni aniqlaydi, ilmiy faraz ilgari suradi, fizik model yaratadi, tajriba o‘tkazadi, matematik tahlil qiladi va klinik xulosa chiqaradi.

Shunday qilib, biofizika fanini stomatologik ta’limda o‘qitishning zamonaviy modeli “nazariya – tajriba – texnologiya – klinik vaziyat – tahlil – amaliy xulosa” tamoyili asosida tashkil etilishi maqsadga muvofiq.

Fanlararo integratsiya va STEAM yondashuvining yakuniy natijasi faqat biofizik bilimlarning o‘zlashtirilishi emas, balki talabaning tizimli, ilmiy, analitik va klinik fikrlash qobiliyatining shakllanishidir. Bu esa zamonaviy stomatologni tayyorlashda fundamental fanlarning amaliy ahamiyatini kuchaytiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Abduganieva Sh.X., Nurmatova F.B. Biomeditsinskaya informatika // Teoreticheskie i prakticheskie problemy razvitiya sovremennoy nauki. – 2017. – B. 24–25.
2. Kingsley K., O‘Malley S., Stewart T., Galbraith G.M. The integration seminar: a first-year dental course integrating concepts from the biomedical, professional, and clinical sciences // Journal of Dental Education. – 2007. – Vol. 71, № 10. – P. 1322–1332.
3. Nurmatova F.B. Mezhdistsiplinarnaya integratsiya biofiziki v meditsinskom vuze // Metody nauki. – 2017. – № 4. – B. 78–79.
4. Nurmatova F.B. Organization and Methodology Laboratory Works on Biophysics for Dental Direction // Annals of the Romanian Society for Cell Biology. – 2021. – B. 597–607.
5. Nurmatova F.B., Makhkamova N.E., Vokhidov U.N. Integrativnyy podkhod k prepodavaniyu biofiziki v meditsinskom vuze na primere razdela “Bioakustika” // Molodoy uchenyy. – № 12. – B. 261–264.
6. Rakhimova Kh.J., Nurmatova F.B. Osnovnye fiziko-khimicheskie svoystva stomatologicheskikh materialov.
7. White L.W., et al. Is it time to incorporate physics into the Dental Admissions Test? // Journal of Dental Education. – 2020. – DOI: 10.1002/jdd.12407.
8. Zukhriddinovna K.D. Professional Teaching of Physics in Academic Lyceums in Medical Direction // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Vol. 10, № 5. – P. 837–840.

O‘QUVCHILARDA MUAMMONI HAL QILISH KOMPETENSIYASINI RIVOJLANTIRISHNING PEDAGOGIK ASOSLARI

Daminova Sayyora Xursandovna,
Chirchiq davlat pedagogika universiteti mustaqil tadqiqotchisi

Mazkur maqolada o‘quvchilarda muammoni hal qilish kompetensiyasini rivojlantirishning mazmuni va pedagogik ahamiyati yoritilgan. Muammoni hal qilish kompetensiyasi o‘quvchining noan’anaviy va murakkab vaziyatlarni tahlil qilish, muammoni aniqlash, maqbul yechim strategiyasini ishlab chiqish, uni amaliyotda qo‘llash hamda olingan natijalarni baholash qobiliyati sifatida tavsiflangan. Maqolada OECD va PISA tadqiqotlari doirasida muammoni hal qilish kompetensiyasiga berilgan yondashuvlar tahlil qilinib, uning zamonaviy ta’limdagi o‘rni ochib berilgan. Xususan, PISA 2012 tadqiqotida muammoni hal qilish jarayonining muammoni o‘rganish va tushunish, ifodalash va shakllantirish, rejalashtirish va bajarish hamda monitoring va refleksiya kabi bosqichlari ajratib ko‘rsatilgani yoritilgan. Shuningdek, ta’lim jarayonida muammoli, kontekstual va noan’anaviy topshiriqlardan foydalanish o‘quvchilarning tanqidiy va ijodiy fikrlashi, mustaqil qaror qabul qilishi hamda real hayotiy vaziyatlarga moslashish ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qilishi asoslangan.

Kalit so‘zlar: muammoni hal qilish kompetensiyasi, muammoli ta’lim, PISA, OECD, kompetensiyaviy yondashuv, ijodiy fikrlash, tanqidiy fikrlash, muammoli topshiriqlar, kontekstual masalalar, refleksiya, strategik fikrlash, 21-asr ko‘nikmalari.

Muammoni hal qilish kompetensiyasi – bu o‘quvchilarning noan’anaviy va murakkab vaziyatlarda mustaqil yechim topa olish qobiliyatidir. Ushbu kompetensiya zamonaviy ta’lim mazmunida 21-asr ko‘nikmalaridan biri sifatida alohida e’tirof etilgan bo‘lib, UNESCO va OECD kabi xalqaro tashkilotlar uni barkamol shaxsni shakllantirishda muhim omil deb hisoblaydilar. PISA tadqiqotlari doirasida muammoni hal qilish alohida baholanuvchi ko‘nikma sifatida o‘rganilgan. Xususan, PISA 2012 yili ilk bor 15 yoshli o‘quvchilarning ijodiy muammoni hal qilish qobiliyatini alohida sinovdan o‘tkazdi va natijalar shuni ko‘rsatdiki, o‘quvchilarning ushbu sohadagi ko‘nikmalari an’anaviy fan testlaridagi natijalardan sezilarli darajada farq qiladi. Bu shuni anglatadiki, matematika yoki tabiiy fanlar bo‘yicha yuqori natija ko‘rsatgan o‘quvchi har doim ham noan’anaviy muammolarni hal qila olmaydi va aksincha – demak, muammoni hal qilish kompetensiyasini rivojlantirishni maxsus yondashuvlar orqali ta’minlash zarur.

OECD tadqiqotlarida muammoni hal qilish kompetensiyasi hayotiy masalalarni hal qilishga tayyorgarlik sifatida talqin qilinadi. Bunda o‘quvchi o‘z bilim va ko‘nikmalarini yangi vaziyatga moslash, muammoni tushunish,

maqsadlarni belgilash, yechim uchun strategiya ishlab chiqish, qarorlar qabul qilish va natijani baholash bosqichlarini bosib o‘tadi. Shu jarayonda nafaqat mantiqiy tafakkur, balki ijodkorlik, tanqidiy yondashuv ham namoyon bo‘ladi. Masalan, PISA 2012 baholash dasturida muammoni yechish jarayonlari to‘rt bosqichga bo‘lingan: muammoni o‘rganish va tushunish, ifodalash va shakllantirish, rejalashtirish va bajarish hamda nazorat va refleksiya bosqichlari. Har bir bosqich o‘quvchilarning muammoni hal qilishga oid alohida kognitiv faoliyatlarini ifodalaydi. Quyida ushbu jarayonlarning mazmuni keltirilgan:

Muammoni o‘rganish va tushunish – vaziyatdagi muammo shartlarini, ma’lumot va cheklovlarni diqqat bilan o‘rganish, muhim tafsilotlarni ajratish va tushuncha hosil qilish.

Ifodalash va shakllantirish – muammoning modelini qurish, yechim yo‘lini tasavvur qilish va muammoni matematik yoki mantiqiy shaklda ifodalash (masalan, diagramma chizish yoki formula tuzish).

Rejalashtirish va bajarish – muammoni yechish uchun kerakli strategiyani tanlash, yechim bosqichlarini rejalashtirish va amaliy bajarish, ya’ni hisob-kitoblar yoki tajribalarni amalga oshirish.

Monitoring va refleksiya – yechim jarayonini kuzatib borish, qilingan xatolarni tuzatish, natijani tahlil qilish va yechimning to‘g‘riligi hamda umumiy jarayondan xulosa chiqarish.

Mazkur bosqichlar orqali o‘quvchilarda real hayotda duch keladigan muammolarni hal qilish uchun zarur universal ko‘nikmalar tarkib topadi. Tadqiqotlar ko‘rsatishicha, muammoni hal qilish kompetensiyasi yuqori bo‘lgan o‘quvchilar nafaqat fanlarni o‘zlashtirishda muvaffaqiyatli bo‘ladi, balki kundalik hayotda ham yangi sharoitlarga tez moslashadi. Shu bois, umumiy o‘rta ta’limda muammoli topshiriqlar, kontekstual masalalar va noan’anaviy vazifalardan foydalanish orqali o‘quvchilarning muammoni hal qilish layoqatini oshirish dolzarb masala sanaladi.

Umuman olganda, muammoni hal qilish kompetensiyasini shakllantirish zamonaviy ta’limning ustuvor yo‘nalishlaridan biridir. OECD “Yigirma birinchi asr ko‘nikmalari” doirasida ta’kidlanishicha, bugungi mehnat bozorida va ijtimoiy hayotda muvaffaqiyat qozonish uchun yoshlar murakkab muammolarni hal eta olish, tez o‘zgaruvchan sharoitlarga moslashish va ijodiy fikrlash qobiliyatiga ega bo‘lishi zarur. Shu sababli ta’lim tizimida an’anaviy reproduktiv yondashuvlardan kompetensiyaviy yondashuvga o‘tish jarayonida muammoni hal qilish kabi ko‘nikmalarni rivojlantirishga qaratilgan metodik innovatsiyalar joriy etilmoqda.

ADABIYOTLAR

1. OECD. PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy. Paris: OECD Publishing, 2013.

2. OECD. PISA 2012 Results: Creative Problem Solving: Students’ Skills in Tackling Real-Life Problems. Volume V. Paris: OECD Publishing, 2014.

OECD. The Future of Education and Skills: Education 2030. OECD Publishing, Paris.

4. UNESCO. Education 2030: Incheon Declaration and Framework for Action for the Implementation of Sustainable Development Goal 4. Paris: UNESCO, 2016.

5. World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2020. Geneva: World Economic Forum, 2020.

6. OECD. PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving. Paris: OECD Publishing, 2017.

TOK QONUNLARINI INTERFAOL O‘QITISH

Umarov Abdusattor Ortiqovich[1] Zaxidov Ibroximjon Obidjonovich[2]

[1]Farg‘ona davlat texnika universiteti fizika kafedrasi katta o‘qituvchisi,

[2]Namangan davlat universiteti fizika kafedrasi dotsenti, p. f.n.

Annotatsiya. Maqolada umumiy o‘rta ta’lim maktablarida elektr toki qonunlarini interfaol o‘qitishning metodik imkoniyatlari yoritilgan. Fizika ta’limida STEAM, fanlararo integratsiya, amaliy va muammoli ta’lim yondashuvlaridan foydalanishning o‘quvchilarning mustaqil fikrlashi, amaliy ko‘nikmalari va kompetensiyalarini rivojlantirishdagi ahamiyati tahlil qilingan. “Baliq skeleti” grafik organeyzeri hamda mualliflar tomonidan taklif etilgan “Ongrid - invertor” interfaol o‘qitish metodi orqali elektr tokiga oid mavzularni samarali o‘zlashtirish imkoniyatlari ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, elektr toki, interfaol ta’lim, fanlararo integratsiya, “Baliq skeleti”, “Ongrid - invertor”, amaliy ta’lim, kompetensiya.

Xalq ta’limi tizimini 2030-yilgacha rivojlatirish konsepsiyasida fizika fani ta’limining mavjud muammolari keltirilgan bo‘lib, STEAM ta’lim texnologiyasi asosida fanlararo interfaol o‘qitishga va amaliy yondashuvga e’tibor qaratilganligi, fizika fani o‘quv-metodik manbalari bugungi kun texnologiya taraqqiyoti yutuqlarini hisobga olib chiqarilmaganligi va boshqa muammolar belgilab berilgan. Shu nuqtai nazardan umumiy o‘rta ta’lim maktablarida tabiiy fanlarni o‘qitish texnologiyasi asosida aniq va iqtisodiy fanlarni o‘qitish o‘quvchilarning egallagan bilimi, tafakkurini boyitadi, ko‘nikma, malaka va kompetentsiyalarini kundalik hayot bilan bog‘liqligini ko‘rsatishda dars va darsdan tashqari mashg‘ulotlarda ilmiy ishlarni o‘tkazish, tajribalar bajarish, loyihalashtirishga yonaltirilgan ijodkorligini tarbiyalash va qiziqishlarini rivojlantirish muhim hisoblanadi.

Hozirgi kunda elektr toki chastotasini o‘zgartirish orqali meditsinada kasalliklarni bevosita elektr toki bilan ishlaydigan qurilmalar orqali amalga oshirilayotganligi, mamlakatimizda yashil energiya manbalariga o‘tishni

jadallashtirish, avtotransport vositalari (elektromobillar)ni va ishlab chiqarish texnologiyalarini avtomatlashtirish (robototexnika va mexatronika) maktab o‘quvchilarining va oliy ta’lim talabalarining elektr haqidagi bilimlari hozirgi kun talabi darajasida ega bo‘lishi shart. Bu esa o‘z navbatida maktabda o‘quvchilarga berilayotgan bilimlarga bog‘liq bo‘lib, nafaqat o‘quv materiallarini, balki elektr toki qonunlarini o‘qitish metodikasini doimo takomillashtirilishini talab etadi.

Misol uchun tok qonunlari bo‘yicha bilimlarni mustahkamlashda doskaga mavzu nomi yoziladi va baliq skeleti chiziladi. Baliqning kallasini ichiga “Elektr toki” deb, so‘ng yuqori qismiga “O‘zgarmas elektr toki”, pastki qismiga “O‘zgaruvchan elektr toki” deb yoziladi (1-rasm).



1-rasm. Elektr toki mavzusiga “Baliq skeleti” grafik organeyzerining qo‘llanilishi

Elektr tokining qanday parametrlari bor deb savol beriladi. O‘quvchilar albatta tok kuchi, kuchlanish, quvvat deb javob beradilar. Ushbu uchta kattalik baliq skeletining yuqori va pastki qismiga tartib bilan mos ravishda yoziladi, so‘ng o‘quvchilarga o‘zgaruvchan tokni xarakterlaydigan yana ikkita kattalik, tebranish davri va chastotasi borligi aytiladi va tushuntiriladi.

So‘ng baliqning dumiga o‘zgaruvchan tokning o‘zgarnmas tokdan farqi tebranish davri va chastotasi deb yoziladi va natijalar tushuntiriladi.

Suningdek biz tomonimizdan yaratilgan yangi “Ongrid - invertor” interfaol o‘qitish metodi ham foydalanishga tavsiya etamiz. “Ongrid - invertor” metodi - onlaine ta’lim jarayonida o‘qituvchi rahbarligida o‘quvchilar faol ishtirok etadi, darslik, uslubiy qo‘llanma va ko‘rsatmalarni o‘qib o‘rganishga jalb qiladi, hamda elektron dasturlarni ishlab chiqarish amaliyotida qo‘llashga o‘rgatuvchi usuldir. Invertor - bu chastotani o‘zgartiruvchi qurilma. Ushbu metoddan o‘quv dasturi asosida o‘quvchilarga o‘qituvchi tomonidan masofavadan turib bilim berish, amaliy ishlarini nazorat qilish, mustaqil ta’lim jarayonida ishlab chiqarishga oid modellar yaratishda muammoli savollarga tez yechimini aniqlovchi, ularning konstruktiv - loyihalash ko‘nikma va malakalarini ketma - ket bosqichlar bilan

rivojlantiruvchi usul bo‘lib, mustaqil ta’lim jarayonida aloqa vositasi orqali “onlaine” bog‘lanib, o‘zaro suhbatlar qurish natijasida amalga oshiriladi.

Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika kursining elektr toki qonunlarini interfaol o‘qitishning samarali bo‘lishi pedagogik shart-sharoitlarning to‘g‘ri tashkil etilishiga bog‘liq. Shu bilan birga, pedagogik shart-sharoitlar o‘quvchilarning motivatsiyasini oshirish, mustaqil tadqiqot ko‘nikmalarini shakllantirish va fanlararo integratsiya orqali bilimlarni kengroq kontekstda o‘zlashtirish imkonini yaratadi.

Elektr toki qonunlarini interfaol o‘qitish bilan bog‘liq bilimlarni rivojlantirish o‘quvchilarning nazariy va amaliy bilimlarini uyg‘unlashtirish, mustaqil izlanish va mantiqiy tafakkur ko‘nikmalarini rivojlantirish, shuningdek, bilimlarni real hayotiy jarayonlar bilan bog‘lash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 29-apreldagi “O‘zbekiston Respublikasi Xalq ta’limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi to‘g‘risida”gi PF-497-son Farmoni.

2. Umarov A., Zakhidov I Determination of the frequency and period of electric current oscillations using the “C++” program. Neuro Quantology | Jul 2022 | Volume 20 | Issue 7 | Page 432-435 | doi: 10.14704/nq.2022.20.7.NQ33055

3. Umarov A., Zaxidov I. 10-sinf fizika kursida o‘quvchilarga o‘zgarmas tok qonunlaridan foydalanib masala yechishni fanlararo interfaol o‘rgatish. Namangan davlat universiteti Ilmiy Axborotnomasi – 2021. 4-son. 500-507 b.

4. Habibullayev P., Boydadayev A., Bahromov L., Usarov J., Suyarov K., Yuldasheva M. Fizika. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 8-sinf darsligi. 3-nashri. - Toshkent: O‘qituvchi, 2019. – B. 173 – 175.

5. Tursunmetov K. A., Sh. N. Usmonov, J. A. Raxmatov, D. B. Xomidov. Fizika. 10-sinf uchun darslik. - Toshkent: ILM – NASHR, 2022. – B. 92.

6. Umarov A., Zaxidov I. “Ongrid - invertor” interfaol o‘qitish metodi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dastur. O‘zb.Res. adliya vazirligi № DGU 61880 29.03.2026 y.

O‘QUVCHILARDA TADQIQOTCHILIK KOMPETENSIYASINI LOYIHAVIY TA’LIM ASOSIDA SHAKLLANTIRISH (FIZIKA FANI MISOLIDA)

Tolibayeva Nasiba Turap qizi
ChDPU mustaqil izlanuvchisi

Annotatsiya. Tezisda umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika o‘qitish jarayonida o‘quvchilarning tadqiqotchilik kompetensiyasini loyihaviy ta’lim orqali shakllantirishning nazariy va metodik asoslari yoritilgan. Tadqiqotchilik kompetensiyasining tarkibiy qismlari aniqlashtirilgan, loyiha ishining bosqichlari fizika mazmuniga moslab ko‘rsatilgan, kompetensiya darajasini baholash mezonlari taklif etilgan.

Kalit so‘zlar: tadqiqotchilik kompetensiyasi, loyihaviy ta’lim, fizika o‘qitish metodikasi, eksperiment, o‘quv loyihasi, baholash mezonlari.

KIRISH

Bugungi kunda ta’lim tizimi o‘quvchiga tayyor bilimni yetkazishdan uning mustaqil izlanish, tahlil qilish va xulosa chiqarish qobiliyatini rivojlantirishga yo‘nalmoqda. O‘zbekiston Respublikasining "Ta’lim to‘g‘risida"gi Qonuni va 2019–2030 yillarda xalq ta’limi tizimini rivojlantirish konsepsiyasida ham o‘quvchilarning kompetensiyalarini shakllantirish ta’limning ustuvor vazifasi sifatida belgilangan [1; 2].

Fizika fani tabiatan tadqiqotchilikka asoslangan. Hodisani kuzatish, gipoteza ilgari surish, tajriba o‘tkazish va natijani matematik ifodalash fizik bilimning asosiy usullaridir. Biroq amaliyotda darslar ko‘pincha tayyor qonun va formulalarni yod olishga qaratilib, o‘quvchining izlanish tajribasi cheklanib qoladi. Loyihaviy ta’lim bu ziddiyatni hal etishning samarali yo‘llaridan biri hisoblanadi, chunki u o‘quvchini real muammo ustida uzoq muddat mustaqil ishlashga jalb qiladi.

Tadqiqotning maqsadi – fizika o‘qitishda loyihaviy ta’limning tadqiqotchilik kompetensiyasini shakllantirishdagi imkoniyatlarini nazariy asoslash va metodik model taklif etish.

1. NAZARIY ASOSLAR

Kompetensiya tushunchasi. Kompetentlik yondashuvi tadqiqotchilarining fikricha, kompetensiya bilim, ko‘nikma va qadriyatlarning muayyan vaziyatda faoliyat orqali namoyon bo‘lishidir [3; 4]. Bunda asosiy e'tibor o‘quvchi nimani bilishiga emas, bilganini yangi vaziyatda qanday qo‘llay olishiga qaratiladi.

Loyihaviy ta’limning ildizlari. Loyiha usuli g‘oyasi J. Dyuining "qilish orqali o‘rganish" qarashlariga tayanadi [5]. Uni V. Kilpatrik o‘quv jarayoniga tatbiq etgan va loyihani o‘quvchi o‘z ixtiyori bilan bajaradigan maqsadli faoliyat sifatida ta’riflagan [6]. Zamonaviy tadqiqotlarda loyihaviy ta’lim murakkab savol yoki muammo asosida tashkil etilgan, natijasi aniq mahsulot bilan yakunlanadigan o‘quv jarayoni sifatida qaraladi [7; 8]. Rus tilidagi pedagogik adabiyotlarda bu yondashuvning didaktik asoslari E. S. Polat va boshqa mualliflar tomonidan ishlab chiqilgan [9]. O‘zbek pedagogikasida esa pedagogik texnologiyalar doirasida o‘rganilgan [10].

Tadqiqotchilik kompetensiyasi tarkibi. Mavjud yondashuvlarni umumlashtirib, uni to‘rt komponentdan iborat deb qarash mumkin:

– *motivatsion-qadriyatli komponent* – bilishga qiziqish, ilmiy haqiqatga intilish, mustaqil izlanishga tayyorlik;

– *bilimga oid komponent* – fizik hodisalar, qonunlar, o‘lchash usullari va xatoliklar nazariyasi haqidagi bilimlar;

– *faoliyatga oid komponent* – muammoni ajratish, gipoteza qo‘yish, tajriba rejalashtirish, o‘lchash, ma’lumotlarni qayta ishlash ko‘nikmalari;

– *refleksiv komponent* – o‘z natijasini tanqidiy baholash, xatolarni aniqlash, xulosani asoslash va taqdim etish.

Fan ta’limida "inquiry" (izlanishga asoslangan o‘qitish) yondashuvi ham aynan shu ko‘nikmalarni rivojlantirishni nazarda tutadi [11]. Vygotskiyning yaqin rivojlanish zonasi haqidagi g‘oyasi esa loyiha jarayonida o‘qituvchi va sinfdoshlar bilan hamkorlikning ahamiyatini asoslaydi [12].

2. FIZIKA O‘QITISHDA LOYIHA ISHINING BOSQICHLARI

Tadqiqotchilik jarayoni bilan loyiha bosqichlari o‘zaro mos keladi. 1-jadvalda fizika darslari uchun moslashtirilgan model keltirilgan.

1-jadval. Loyiha bosqichlari va rivojlanadigan ko‘nikmalar

Loyiha bosqichi	O‘quvchi faoliyati	Rivojlanadigan ko‘nikma
1. Muammoni qo‘yish	Kundalik hayotdan fizik muammoni ajratadi, savol shakllantiradi	Muammoni ko‘ra olish
2. Rejalashtirish	Gipoteza ilgari suradi, tajriba rejasi va kerakli asboblarni belgilaydi	Gipoteza qo‘yish, rejalash
3. Ma’lumot to‘plash	Darslik va ilmiy-ommabop manbalar bilan ishlaydi, nazariy asosni o‘rganadi	Axborot bilan ishlash
4. Tajriba o‘tkazish	O‘lchashlar bajaradi, jadval tuzadi, xatoliklarni baholaydi	Eksperiment ko‘nikmasi
5. Tahlil	Grafik chizadi, bog‘lanishni aniqlaydi, gipotezani tekshiradi	Tahlil va umumlashtirish
6. Taqdimot	Natijani himoya qiladi, savollarga javob beradi	Kommunikativ ko‘nikma
7. Refleksiya	O‘z ishini baholaydi, yangi savollarni belgilaydi	Refleksiv fikrlash

Misol: "Mayatnik tebranish davri nimalarga bog‘liq?" (9-sinf, mexanik tebranishlar mavzusi). O‘quvchilar guruhlarga bo‘linib, ip uzunligi, yuk massasi va boshlang‘ich burchakning tebranish davriga ta’sirini tekshiradi. Gipotezalarni o‘zlari ilgari suradi. Ko‘pchilik dastlab davr massaga bog‘liq deb o‘ylaydi. Tajriba bu farazni rad etadi va o‘quvchi ilmiy xulosa chiqarishning mohiyatini tushunadi. So‘ng T^2 va l orasidagi grafik chiziladi, erkin tushish tezlanishi taxminiy aniqlanadi va natija jadvaldagi qiymat bilan solishtiriladi. Shu tariqa bitta loyihada kompetensiyaning to‘rt komponenti ham ishga tushadi.

Boshqa mavzular uchun ham shunday loyihalar tuzish mumkin: "Uy sharoitida suyuqlikning sirt tarangligini o‘lchash" (8-sinf), "Quyosh energiyasi bilan suvni isitish qurilmasi" (10–11-sinf), "Turli materiallarning issiqlik o‘tkazuvchanligini taqqoslash".

3. PEDAGOGIK SHARTLAR

Tahlil asosida loyihaviy ta’lim tadqiqotchilik kompetensiyasini samarali shakllantirishi uchun quyidagi shartlar muhim deb hisoblanadi:

– loyiha mavzusi o‘quvchi hayoti va qiziqishlari bilan bog‘liq, ochiq yakunli bo‘lishi;

– o‘qituvchining roli axborot beruvchidan maslahatchi va yo‘naltiruvchiga o‘zgarishi [7];

– tajriba uchun oddiy, arzon va xavfsiz asboblardan foydalanish imkoniyati;

– ishning individual va guruhli shakllarini uyg‘unlashtirish;

– ish bosqichma-bosqich, aniq mezonlar asosida baholanishi;

– loyiha natijalari sinfda yoki maktab ilmiy anjumanida ommaviy taqdim etilishi.

4. KOMPETENSIYA DARAJASINI BAHOLASH

Tadqiqotchilik kompetensiyasi bir martalik test bilan emas, faoliyat davomida kuzatiladi. 2-jadvalda tavsiya etilgan mezonlar keltirilgan (har biri 1 dan 3 gacha ballda).

2-jadval. Tadqiqotchilik kompetensiyasini baholash mezonlari

Mezon	1-daraja (boshlang‘ich)	3-daraja (yuqori)
Muammoni shakllantirish	O‘qituvchi yordamida	Mustaqil va aniq
Gipoteza va reja	Tayyor reja bo‘yicha	O‘zi asoslab tuzadi
Eksperiment va o‘lchash	Xatoliklarni hisobga olmaydi	Xatoliklarni baholaydi
Ma’lumotlar tahlili	Natijani tavsiflaydi	Bog‘lanishni aniqlab, xulosa chiqaradi
Taqdimot va refleksiya	Ish jarayonini bayon etadi	Natijani asoslaydi, kamchiliklarini ko‘rsatadi

Ballar yig‘indisi bo‘yicha o‘quvchilar boshlang‘ich, o‘rta va yuqori darajaga ajratiladi. Loyiha boshida va oxirida o‘tkazilgan kuzatuv natijalarini solishtirish kompetensiya dinamikasini ko‘rsatadi.

XULOSA

Tadqiqotchilik kompetensiyasi motivatsion-qadriyatli, bilimga oid, faoliyatga oid va refleksiv komponentlarning birligidir. Fizika fani mazmuni va uslubiga ko‘ra bu kompetensiyani shakllantirish uchun qulay imkoniyatlar yaratadi. Loyihaviy ta’lim o‘quvchini muammoni qo‘yishdan natijani himoya qilishgacha bo‘lgan to‘liq izlanish sikli orqali olib o‘tadi. Uning samaradorligi mavzuning hayotiyligi, o‘qituvchining yo‘naltiruvchi roli, tajriba imkoniyatlari va aniq baholash mezonlariga bog‘liq. Kelgusida taklif etilgan modelni pedagogik tajriba-sinov orqali tekshirish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasining "Ta’lim to‘g‘risida"gi Qonuni. O‘RQ-637-son, 2020 yil 23 sentyabr.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 29 apreldagi PF-5712-son Farmoni bilan tasdiqlangan "2019–2030 yillarda O‘zbekiston Respublikasi xalq ta’limi tizimini rivojlantirish konsepsiyasi".
3. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004.
4. Хуторской А.В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированного образования // Народное образование. – 2003. – №2. – С. 58–64.
5. Dewey J. Experience and Education. – New York: Macmillan, 1938.
6. Kilpatrick W.H. The Project Method // Teachers College Record. – 1918. – Vol. 19, No. 4. – P. 319–335.
7. Krajcik J.S., Blumenfeld P.C. Project-Based Learning // The Cambridge Handbook of the Learning Sciences / ed. R.K. Sawyer. – Cambridge: Cambridge University Press, 2006. – P. 317–334.
8. Thomas J.W. A Review of Research on Project-Based Learning. – San Rafael, CA: Autodesk Foundation, 2000.
9. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. – М.: Академия, 2000.
10. Yo‘ldoshev J.G‘., Usmonov S.A. Pedagogik texnologiya asoslari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2004.
11. National Research Council. Inquiry and the National Science Education Standards. – Washington, DC: National Academy Press, 2000.
12. Vygotsky L.S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. – Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ СРЕДНЕГО ОБЪЕМА УЛОВ РЫБЫ В АНДИЖАНСКОЙ ОБЛАСТЕ РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

С.А.Адилов
PhD, дотцент, Ташкентский экономический и педагогический университет, Республика Узбекистан
А.А.Файзиев
к.ф-м.н, профессор, Ташкентский экономический и педагогический университет, Республика Узбекистан

Аннотация. В статье, методом статистического анализа временных рядов, изучена динамики $\{y_t, t \in T\}$ – среднего объема улов рыбы Андижанской области в Рспублике Узбекистан (по материалам ЦСУ РУз за 2015-2025 годы). Построены, с 95% ной гарантией точечные и интервальные оценки для среднего объема улов рыбы и прогнозирована средней объем

улов рыбы в Андижанской области Республике Узбекистан для последующих лет.

Ключевые слова: дискретный, динамический, ряд, рыба, тренд, сезонность, компонента, линейный, наименьший, нормальный, гипотеза, автокорреляция, асимметрия, эксцесса.

STATISTICAL ANALYSIS AND FORECASTING OF THE DYNAMICS OF THE AVERAGE FISH CATCH VOLUME IN THE ANDIJAN REGION OF THE REPUBLIK OF UZBEKISTAN

Abstract. Using the method of statistical analysis of time series, this paper examines the dynamics of $\{y_t, t \in T\}$, representing the average fish catch volume in the Andijan region of the Republic of Uzbekistan (based on materials from the Central Statistical Uzhydromet/CSO of the Republik of Uzbekistan for the years 2015–2025). Point and interval estimates for the average fish catch volume were constructed with a 95% confidence level, and the average fish catch volume in the Andijan region of the Republic of Uzbekistan was forecasted for subsequent years.

Keywords: discrete, dynamik, series, fish, trend, seasonality, component, linear, least squares, normal, hypothesis, autocorrelation, skewness, kurtosis.

Введение. Настоящие время статистика располагает разнообразными методами анализа временных рядов$([1-5])$. Можно выделить три основные задачи исследования временных рядов. Первая из них заключается в описании изменения соответствующего показателя во времени и выявлении тех или иных свойств исследуемого ряда. Для этого прибегают к разнообразным способам: расчету обобщающего показателя изменения уровней во времени и среднего темпа роста; применению различных сглаживающих фильтров, уменьшающих колебания уровней во времени и позволяющих более четко представить тенденции развития; подбору кривых, характеризующих эту тенденцию; измерению зависимости между членами ряда (автокорреляции). Второй задачей анализа является объяснение механизма изменения уровней ряда, для ее решения обычно прибегают к регрессионному анализу. В третьих описание изменении временного ряда и объяснения механизма формирова-ния рядов часто используются для статистического прогнозирования, которое в большинстве случаев сводится к экстраполяции обнаруженных тенденций развития. Перечисленные задачи решаются с помощью различных методов$([1-5])$.

Материалы и методы. В данной работе используя методы статисти–ческого анализа временных рядов построены точечные и интервальные оценки для среднего объема улов рыбы и проверено различные статистические гипотезы.

В общем случае временной ряд $\{y_t, t \in T\}$ состоит из четырех составляющих: тренд; колебания относительно тренда; эффект сезонности; случайная компонента.

Изучению и анализу динамических рядов посвящены работы: Андерсона[1], Кендала[2], Тихомирова [3], Сулайманова [4] , Файзиева – [5] и другие.

Результаты и их обсуждение. Предположим, что статистическая закономерность $\overline{y_t}$ – среднего объема улов рыбы в Андижанской области

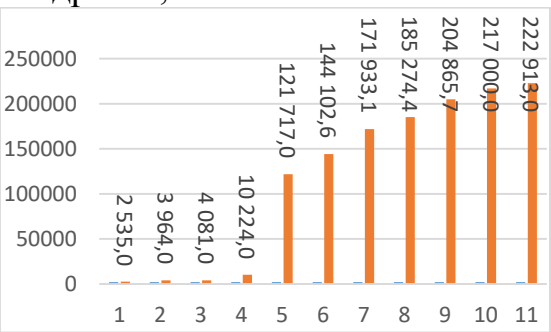
Республике Узбекистан 2015-2025 годы образует дискретный, стационарный временный ряд. Используя выше изложенных методы статистического анализа временных рядов, построим точечные и интервальные оценки для динамики $\overline{y_t}$ – среднего объема улов рыбы Андижанской области Республике Узбекистан для последующих лет и проверим различные статистические гипотезы.

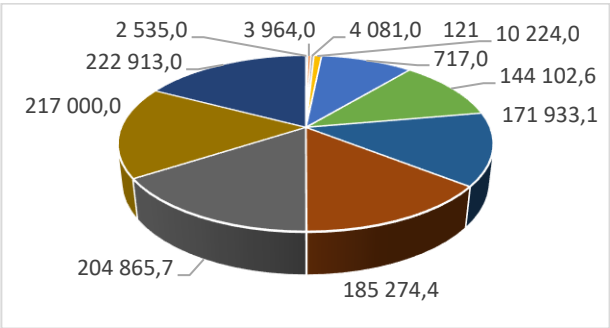
На рисунки-1, с помощи опытных данных (таблица-1, стольба-3) геоме-трически изображены $\overline{y_t}$ – средней объема улов рыбы в Андижанской области Республике Узбекистан 2015-2025 годы виде гистограмма, круго--вая диаграмма, точечная и областная график.

Геометрическое изображение наблюдённых данных, система координат дают основание в первом приближении, предполагать гипотезу что, трендовая часть процесса имеет линейную зависимость следующего вида:

$$y(t) = a_1 t + a_0 . \qquad (1)$$

Где неизвестные параметры определяются методом наименьших квадратов,





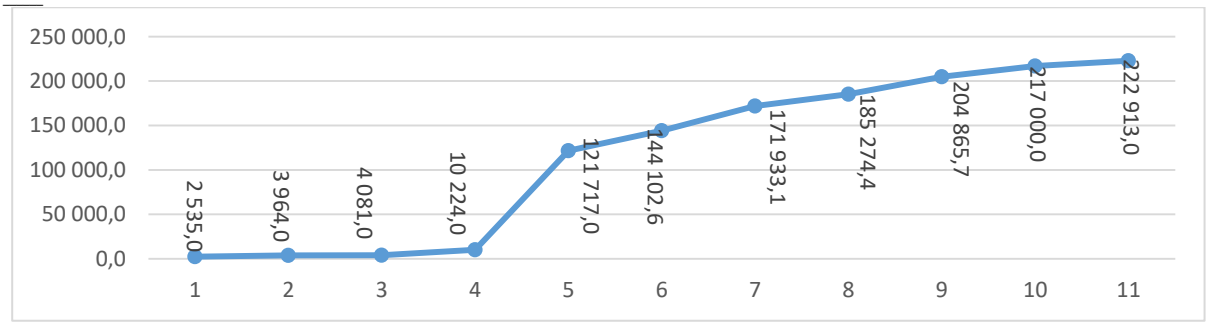


Рис.1.

т.е. на основании опытных данных, решая следующую систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} a_0 T + a_1 \sum t = \sum y_t \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum y_t t \end{cases} \qquad (2)$$

Решая уравнение (2) находим: $a_0 = \frac{1}{T}\sum y_t$, $a_1 = \frac{1}{\sum t^2}\sum y_t t$ (3)

Составим таблицу для вычисления тренда временного ряда.

Таблица -1

N п/п	Годы наблюдений	Y_t тонна	t	t^2	$y_t t$	$y_t \cdot t^2$
1	2015	2 535,00	-5,0	25,0	-12 675,0	63 375,0
2	2016	3 964,00	-4,0	16,0	-15 856,0	63 424,0
3	2017	4 081,00	-3,0	9,0	-12 243,0	36 729,0
4	2018	10 224,00	-2,0	4,0	-20 448,0	40 896,0
5	2019	121 717,00	-1,0	1,0	-121 717,0	121 717,0
6	2020	144 102,60	0,0	0,0	0,0	0,0
7	2021	171 933,10	1,0	1,0	171 933,1	171 933,1
8	2022	185 274,40	2,0	4,0	370 548,8	741 097,6
9	2023	204 865,70	3,0	9,0	614 597,1	1 843 791,3
10	2024	217 000,00	4,0	16,0	868 000,0	3 472 000,0
11	2025	222 913,00	5,0	25,0	1 114 565,0	5 572 825,0
Итого		**1 288 609,8**	**0,0**	**110,0**	**2 956 705,0**	**12 127 788,0**

Используя, вычисления по таблице –1 и (3) имеем:

$$\sum y_t = 1288609{,}8 \ , \ a_0 = \frac{1}{T}\sum y_t = \frac{1288609{,}8}{11} = 117146{,}345.$$

$$a_1 = \frac{1}{\sum t^2}\sum y_t t = \frac{2956705}{110} = 26879{,}1364.$$

Отсюда, находим уравнение линейного тренда (тенденция) (1) для динамики $\overline{y_t}$ – среднего объема улов рыбы Андижанской области Республике Узбекистан [1,2,3,4,5]:

$$y(t) = 26879{,}1364\, t + 117146{,}345 \qquad (*)$$

В частности, подставляя в уравнение (*) значение t = 1 находим ожидаемые средней объем улов рыбы в Андижанской области Республике Узбекистан 2026 году будет 144025,481 тонна.

С помощью статистических критериев $([1]-[5])$ установлено, что в уравнении (1) $y(t)=a_1t+a_0$ основная гипотеза: $H_0: a_1=0$ отвергается и принимается альтернативная гипотеза $H_1: a_1\neq 0$ с уровень значимости $\alpha=0{,}05$. Следовательно, средней объем улов рыбы в Андижанской

oбласте Республике Узбекистан 95% гарантией имеет линейный тренд.

Многих задачах наблюдения, выборка наблюдения является статистически независимы, то во временных рядах они, как правило, зависимы, и характер этой зависимости может определяться положением наблюдений в последовательности. Автокорреляцией представляет собой корреляционную зависимость между последующими и предшествующими членами временного ряда.

Проверяем наличие автокорреляции для рассматриваемого процесса, т.е.

$y_t=\rho\, y_{t-1}+\varepsilon_t$, где $\rho=\mathrm{Cov}(y_t, y_{t+1})=\mathrm{M}[(y_t-\overline{y_t})(y_{t+1}-\overline{y_t})]$.

Для дальнейшей исследование вычислим следующие конечные разности по наблюденным данным(таблица-2): $\Delta Y_t=Y_{t+1}-Y_t$, $\Delta^2Y_t=\Delta Y_{t+1}-\Delta Y_t$, $\Delta^3Y_t=\Delta^2Y_{t+1}-\Delta^2Y_t$. $\Delta Y_t=Y_{t+1}-Y_t$, $\Delta^2Y_t=\Delta Y_{t+1}-\Delta Y_t$, $\Delta^3Y_t=\Delta^2Y_{t+1}-\Delta^2Y_t$,.... .

Составим таблица для ввычисления конечные разности:

Таблица -2

N п/п	Годы наблюдений	Y_t тонна	Y_t^2	ΔY_t	ΔY_t^2	$\Delta^2 Y_t$	$\Delta^2 Y_t^2$	$\Delta^3 Y_t$	$\Delta^3 Y_t^2$
1	2015	2 535,0	6 426 225,0						
2	2016	3 964,0	15 713 296,0	1 429,0	2 042 041,0				
3	2017	4 081,0	16 654 561,0	117,0	13 689,0	-1 312,0	1 721 344,0		
4	2018	10 224,0	104 530 176,0	6 143,0	37 736 449,0	6 026,0	36 312 676,0	7 338,0	53 846 244,0
5	2019	121 717,0	14 815 028 089,0	111 493,0	12 430 689 049,0	105 350,0	11 098 622 500,0	99 324,0	9 865 256 976,0
6	2020	144 102,6	20 765 559 326,8	22 385,6	501 115 087,4	-89 107,4	7 940 128 734,8	-194 457,4	37 813 680 414,8
7	2021	171 933,1	29 560 990 875,6	27 830,5	774 536 730,3	5 444,9	29 646 936,0	94 552,3	8 940 137 435,3
8	2022	185 274,4	34 326 603 295,4	13 341,3	177 990 285,7	-14 489,2	209 936 916,6	-19 934,1	397 368 342,8
9	2023	204 865,7	41 969 955 036,5	19 591,3	383 819 035,7	6 250,0	39 062 500,0	20 739,2	430 114 416,6
10	2024	217 000,0	47 089 000 000,0	12 134,3	147 241 236,5	-7 457,0	55 606 849,0	-13 707,0	187 881 849,0
11	2025	222 913,0	49 690 205 569,0	5 913,0	34 963 569,0	-6 221,3	38 704 573,7	1 235,7	1 526 954,5
Итого		**1 288 609,8**	**238 360 666 450,2**	**220 378,0**	**14 490 147 172,5**	**4 484,0**	**19 449 743 030,1**	**-4 909,3**	**57 689 812 633,0**

По таблице- 2 вычисляя $$V_k=\frac{\sum_{t=k}^{T}\left(\Delta^k y_t\right)^2}{(T-k)C_{2k}^{k}} \qquad (4)$$

коэффициенты вариации разностей и установлено, что $V_1\approx V_2\approx V_3$. Следовательно, конечные разности первого порядка элиминируют линейную тенденцию.

Таблица-3

N п/п	Годы наблюдений	Y_t тонна	$Y_t \cdot Y_{t+1}$	$Y_t \cdot Y_{t+2}$	$Y_t \cdot Y_{t+3}$	$Y_t \cdot Y_{t+4}$	$Y_t \cdot Y_{t+5}$
1	2015	2 535,0					
2	2016	3 964,0	10 048 740,0				
3	2017	4 081,0	16 177 084,0	10 345 335,0			
4	2018	10 224,0	41 724 144,0	40 527 936,0	25 917 840,0		
5	2019	121 717,0	1 244 434 608,0	496 727 077,0	482 486 188,0	308 552 595,0	
6	2020	144 102,6	17 539 736 164,2	1 473 304 982,4	588 082 710,6	571 222 706,4	365 300 091,0
7	2021	171 933,1	24 776 006 736,1	20 927 181 132,7	1 757 844 014,4	701 658 981,1	681 542 808,4
8	2022	185 274,4	31 854 801 942,6	26 698 522 753,4	22 551 044 144,8	1 894 245 465,6	756 104 826,4
9	2023	204 865,7	37 956 369 648,1	35 223 194 884,7	29 521 680 020,8	24 935 638 406,9	2 094 546 916,8
10	2024	217 000,0	44 455 856 900,0	40 204 544 800,0	37 309 482 700,0	31 270 264 200,0	26 412 589 000,0
11	2025	222 913,0	48 372 121 000,0	45 667 227 784,1	41 300 072 327,2	38 326 123 120,3	32 122 342 873,8
Итого		**1 288 609,8**	**206 267 276 967,0**	**170 741 576 685,3**	**133 536 609 945,8**	**98 007 705 475,3**	**62 432 426 516,4**

Используя таблицу-3, формулы (5) из литературы $[1-5]$ определяются значения коэффициентов автокорреляции R_L при $L = 1,2,3,4,5$(где $L - lag$) :

$$R_L = \frac{\sum_{t=1}^{N-L} Y_t Y_{t+L} - \frac{\sum_{t=1}^{N-L} Y_t \sum_{t=L+1}^{N} Y_t}{N-L}}{\sqrt{\left[\sum_{t=1}^{N-L} Y_t^{\,2} - \frac{\left(\sum_{t=1}^{N-L} Y_t\right)^2}{N-L}\right]\left[\sum_{t=L+1}^{N} Y_t^{\,2} - \frac{\left(\sum_{t=L+1}^{N} Y_t\right)^2}{N-L}\right]}} \qquad (5)$$

Отличие значении R_L в (5) от нуля, даёт основание полагать, что между $\overline{y_t}$ – среднего объема улов рыбы Андижанской области Республике Узбекистан имеется существенная автокорреляционная зависимость.

С другой стороны проверим гипотезу о существовании автокор-- реляционная зависимость между $\overline{y_t}$ – среднего объема улов рыбы Андижанской области республике Узбекистан с помощью критерия Дарбина – Уотсона (6), используя вычисление таблица-2 :

$$d = \sum_{t=1}^{T-1} (Y_{t+1} - Y_t)^2 \,/\, \sum_{t=1}^{T} Y_t^{\,2} \,. \qquad (6)$$

Вычисляя по формуле (6) $d_{\text{наб}} \approx 0{,}0608$ и сравнивая с $d_{\text{крит}} = 1{,}08$ ($[1]-[5]$) $d_{\text{наб}} = 0{,}0608 < d_{\text{крит}} = 1{,}08$. Следовательно, критерия Дарбина – Уотсона 95% гарантией доказывает, что средней объем улов рыбы Андижанской области Республике Узбекистан имеет автокорреляционная зависимость т.е. средней объем улов рыбы в этом году, зависит от объема прошлых и последующих лет.

Проверка статистическая гипотезы о нормальности, $\overline{y_t}$ − среднего объема ежегодного улова рыбы Андижанской области Республике Узбекистан ([1] − [5]):

$$\mathrm{H}_0 : P(\overline{y_t} < x) = \Phi_{\mathrm{a},\sigma}(\mathrm{x}), \quad \mathrm{H}_1 : P(\overline{y_t} < x) \neq \Phi_{\mathrm{a},\sigma}(\mathrm{x})$$

принимается с уровень значимости $\alpha = 0{,}05$.

С помощью следующие формулы (7) построим интервальные оценки для среднего объема улов рыбы Андижанской области республике Узбекистан:

$$\overline{Y}_{T+i} - t(T-2;\alpha)\overline{\sigma}_y \le a_0 + a_1(T+i) \le \overline{Y}_{T+i} + t(T-2;\alpha)\overline{\sigma}_y \qquad (7)$$

Значение $t_{\text{крит.}} = t(T-2;\ \alpha)$ определяется по таблице Стъюдента.

Используя формула (7), построим с вероятностью 0.95 интервальная оценка для $\overline{y_t}$ −среднего объема улов рыбы Андижанской области Республике Узбекистан:

((54338, 572; 179954, 118) тонна.

Теперь на основании выборочных данных, используя пакет программу x7.2019 и Excel ЭВМ [4,5,6], вычислим числовые характеристики $\overline{y_t}$ − средней объем улов рыбы Андижанской области Республике Узбекистан (таблица - 4).

Оценка основных параметров динамического ряда.

Таблица – 4

Параметр	**Оценка параметра**
Среднее	117 146,3
Стандартная ошибка	28188,44664
Медиана	144 102,6
Стандартное отклонение	93490,50094
Дисперсия выборки	8740473766
Эксцесс	-1,897387594
Асимметричность	-0,339389022
Интервал (Размах)	220 378,0
Минимум	2 535,0
Максимум	222 913,0
Сумма	1 288 609,8
Счет (Кол-во)	11
Уровень надежности (95,0%)	62807,77
Границы интервала (+/-)	117146,345454545 ± 62807,7731

Выводы. На основании выше изложенных статистических анализов, динамики $\{\overline{y_t}, t \in T\}$ среднего объема улов рыбы Андижанской области Рспублике Узбекистан как дискретный, стационарный временный ряда с вероятностью $\boldsymbol{\gamma = 0,95}$ (таблица-4) можно сделать следующие выводы:

1) построены точечные $\overline{\boldsymbol{y}}_{\mathrm{T}} = 117146,\mathbf{3}$ тонна и интервальные статисти- ческие оценки для $\overline{y_t}$ − среднего улов рыбы с 95% гарантией (54338, 572; 179954, 118) тонна ;

2) определены явные виды тренда и установлена её линейность $y(t) = 26879{,}1364\,t + 117146{,}345$**;**

критерием Дарбина – Уотсона установлены, что $\overline{\boldsymbol{y}}_{\mathrm{T}}$ −средней объем улов рыбы Андижанской областе Республике Узбекистан имеет автокорреля-ционную зависимость

$Y_t=\rho Y_{t-1}+\varepsilon_t$, где $\rho = \mathrm{Cov}(Y_t,Y_{t+1}) = \mathrm{M}[(Y_t - \overline{y_t})(Y_{t+1} - \overline{y_t})]$ т.е. $\overline{\boldsymbol{y}}_{\mathrm{T}}$ −средней объем улов рыбы в этом году, зависит от объема улов прошлых и последующих лет.

Литература:

1. Т.Андерсон “Статистический анализ временных рядов”.–Москва: “МИР”,1976. 759 с.

2. М. Кендал, А. Стьюарт “Многомерный статистический анализ и временные ряды.- Москва: “Наука”, 1976. -736 с.

3. A.A.Fayziyev “Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika”, Darslik. “METODIST NASHRIYOTI”, 217-bet, Toshkent – 2024.

4. Б.А.Сулайманов, А.А.Файзиев, Ж.Н. Файзиев "Тажриба маълумотлари--нинг статистик таҳлили".– Тошкент: ТошДАУ, 2015. – 124 с.

5. A.A.Fayziyev “Matematik statistika”, O‘quv qo‘llanma. “Ilm-ziyo-zakovat”, 218-bet, Toshkent – 2022.

6. А.А.Файзиев “Статистический анализ и прогнозирование динамики инвестиции в республике Узбекистан”. “UNIVERSAL JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY END COMPUTER SCIENCES”. In volume #3, issue #25, June 2025. ResearchBib IF 10.2 ojs\ pkp international standart serial number.ISSN 2992-8818. 13- 22 p.

7. С.Ш.Расулов, А.А.Файзиев, Д.У.Мамадияров “ Статистический анализ и прогнозирование диинамики заготовленного объема плоды и ягоды в Республике Узбекистан”. O‘ZBEKISTON AGRAR FANI XABARNOMASI. Mahsus son. ISSN: 2181-7774 № 3\2 (27) 2026. 15-19 стр.

TA’LIMDA INTEGRATIV YONDASHUVNING AHAMIYATI

Orınbetov Nurilla Turdimuratovich[1] Qurbanova Muhaye Saburovna[2]

[1] Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti, Texnologik ta’lim kafedrası mudiri, p.f.d., (DSc), dotsent.

[2]Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti 2-bosqich magistranti.

Annotatsiya: Ushbu maqolada integratsiyaning roli va ahamiyati, mazmuni va mohiyati, zamonaviy pedagogik ta'limda qo‘llashning ahamiyati yoritilgan. Texnologik ta’lim talabalari kasbiy kompetentligini rivojlantirishda umumkasbiy va ixtisoslik fanlar integratsiyasi asosida amalga oshiruvchi o`qitish shakllarini kombinatsiyalash, turli daraja va yo`nalishlarda integratsiyalashishni qo`llash bo`lajak texnologik ta’lim o‘qituvchilarining texnik va texnologik kompetensiyasini rivojlantirishga yordam beradi.

Kalit so‘zlar: kasbiy kompetentlik, kompetensiya, pedagogik integratsiya, integrativ yondashuv, pedagogik jarayon, innovatsion texnologiya, integratsiyalashgan kurslar, texnik va texnologik kompetentlik, didaktik sintez darajasi, integratsiyalashgan darslar, pedagogik - psixologik xususiyat.

Bo‘lajak mutaxassislarning kasbiy kompetentligini rivojlantirishda fanlar integratsiyasini amalga oshirish samarali usul bo‘lib, u fan mavzularini o‘zaro bo‘liqligi va fanlararo bog‘lanishlarni talab etadi. Texnologik ta'limning maqsadi ham kasbiy malakani ta'minlash, balki talabani turli ijtimoiy-professional vaziyatlardan chiqishga o‘rgatishdir. Ilmiy tadqiqotlarda kompetensiyaga asoslangan yondashuv doirasidagi izlanishlar, asosan, kompetensiya va ta’lim mazmuni o‘rtasidagi bog‘lanishga qaratilgan.

Bugungi kunda integratsiya ta'limdagi eng muhim innovatsion harakatlardan biri sifatida qaralmoqda. Biroq pedagogika fanida integratsiya tushunchasining umumiy qabul qilingan ta’rifi mavjud emas.

V. S. Bezrukova pedagogik integratsiyani pedagogik nazariya va amaliyot doirasidagi ilmiy integratsiyaning bir turi sifatida belgilaydi. Tabiiyki, bunday integratsiyaning o‘ziga xos pedagogik tamoyillari, shakllari va usullari bo‘ladi [1].

G.I. Kruglikovning ta'kidlashicha, maktabda "Texnologiya" fani-matematika, fizika, kimyo, biologiya kurslaridan olingan ilmiy bilimlarni sintez qiladigan va ulardan sanoat, energetika, aloqa, qishloq xo‘jaligi va inson faoliyatining boshqa sohalarida qo‘llanilishini ko‘rsatadigan integratsiyalashgan ta'lim sohasi deb hisoblaydi [2].

Bo`lajak texnologiya fani o‘qituvchilarining kasbiy kompetentligini rivojlantirishda fanlar integratsiyasini amalga oshirish samarali usul bo`lib, u fan mavzularini o`zaro bog‘liqligi va fanlararo bog`lanishlarni talab etadi.

Integrativ yondashuv yordamida bir fan bilimlarini boshqasiga o‘tkazish natijasida turli fanlarning o‘zaro boyitilishi va rivojlanishi sodir bo‘ladi. Bu, albatta, uning kuchli nuqtasidir. Ushbu yondashuvni amalga oshirish to‘rtta asosiy darajadagi integrativ jarayonlarni amalga oshirishni o‘z ichiga oladi:

- fanlararo integratsiya-har qil fanlarning fundamental g‘oyalari, tamoyillari, mazmunining o‘zaro bog‘liqligi, bu kasbiy faoliyatning mohiyatini yaxlit anglash, tushunish va uni amalga oshirishga tayyorlikni ta'minlaydi;
- bir fanning bo‘limlari o‘rtasida semantik, mazmunli, tarkibiy va texnologik aloqalarni o‘rnatishga qaratilgan fan ichidagi integratsiya. Ushbu turdagi integratsiya tizimni tashkil etuvchi aloqalarni, shuningdek, nazariya va amaliyot o‘rtasidagi aloqalarni aniqlash imkonini beradi;
- yutuqlarni o‘rganish va yangi shaxsiy tajribani shakllantirishni ta'minlaydigan shaxslararo integratsiya, bu refleksiv tayyorlik va kasbiy fikrlashni shakllantirishda namoyon bo‘ladi.

Pedagogikada integrativ yondashuv pedagogik jarayonning turli tomonlarini yaxlit bir butun sifatida koʻrib chiqishni oʻz ichiga oladi, bu yangi sifatli natija, yangi tizimli va yaxlit ta'lim beradi.

Kasbiy kompetensiyani shakllantirish kelajakdagi oʻqituvchilarni tayyorlash jarayonining asosiy funktsiyalaridan biriga aylanadi. Har bir professional vazifa oʻz mohiyatiga koʻra fanlararo, intetral va ob'ektiv ravishda tizimli tahlilni, uni hal qilishning yaxlit modelini yaratishni talab qiladi. Bugungi kunda oʻqituvchilar oldida mutaxassisning kasbiy va shaxsiy kompetentsiyasining oʻsishini ta'minlaydigan faoliyatga integratsiyalashgan yondashuvni joriy etish vazifasi turibdi, bu ajralmas fikrlash uslubida, shuningdek nazariyani amaliyot bilan uygʻunlashtirish qobiliyatida namoyon boʻladi. Bularning barchasi ta’lim mazmunini yanada takomillashtirish, oʻquv jarayoni sifatini oshirish zaruratini keltirib chiqaradi. Kompetentsiya tushunchasi oʻquvchining shaxsiy fazilatlari - bilim, koʻnikma, amaliy tajriba, qobiliyat, uning kasbga tayyorligini ta'minlaydigan va kuchaytiradigan qiymat-semantik yoʻnalishlar toʻplami tufayli shaxsning integral xususiyati vazifasini bajaradi. Integrativ yondashuvning mohiyati oʻquvchilarning izlanish faoliyatini tashkil etish va amalga oshirishga, ularning bilimlarni faol va mustaqil egallashiga hamda fanlararo va fanlararo sintez sharoitida qoʻllash usullarini oʻzlashtirishga qaratilgan oʻquv jarayoni sub’ektlarining oʻzaro munosabatlaridan iborat. Oʻquv jarayoniga integratsiyalashgan yondashuvni amalga oshirish quyidagi muammolarni hal qilishni oʻz ichiga oladi:

- talabalar shaxsiyatining imkoniyatlarini maksimal darajada ochib berish;
- talabalarning ichki imkoniyatlarini oʻz-oʻzini kashf qilish va oʻzini oʻzi amalga oshirish uchun sharoit yaratish;
- hamkorlik, muloqot qilish, muvozanatli shaxslararo munosabatlarni samarali qurish qobiliyatlarini rivojlantirish; guruh yoki jamoada ishlashga yoʻnaltirilganlikni rivojlantirish.

Integratsiyalashgan kurslarning asosiy maqsadi talabalarning oʻzaro bogʻliq ilmiy tushunchalarni oʻzlashtirishini ta'minlashdir. Oʻqitish usullari va vositalarini tanlash koʻp jihatdan oʻqitish maqsadiga bogʻliq. Zamonaviy ta’lim texnologiyasini rivojlantirishning bir qancha usullari mavjud.

1. Ta'lim shakllari, usullari va ta'lim mazmunini sifat jihatidan oʻzgartiradigan yangi gʻoyalar, elementlar, ta'lim tushunchalari mavjud boʻlgan innovatsion texnologiyalarni yaratish.

2. Kombinatsion, integrativ texnologiyani ishlab chiqish, unda ma'lum elementlarning kombinatsiyasi va integratsiyasi, elementlarning oʻzgarishi va ular orasidagi aloqalar asosida yangisi yaratiladi.

Shunday qilib, asosiy ta'lim kompetensiyalari, ya'ni turli xil oʻquv sohalari va shunga mos ravishda fanlarning integratsiyasi faqat oʻzaro hamkorlikda shakllantirilishi mumkin. Integratsiya faqat quyidagi sharoitlarda mumkin.

1. Oʻrganish va tadqiqot ob’ektlari bir-biriga mos kelishi yoki mazmunan bir-biriga yaqin boʻlishi kerak.

2. Integratsiyalashgan o‘quv fanlari bir xil yoki yaqin tadqiqot usullaridan foydalanadi.

3. Integratsiyalashgan o‘quv fanlari umumiy qonunlarga, umumiy nazariy tushunchalarga, qoidalarga asoslanadi.

4. Integratsiyalashgan o‘quv fanlarida talabalar faoliyatining umumiy yoki bir xil usullari qo‘llaniladi.

Bugungi kunda fanlararo integratsiya ta'limni rivojlantirishning eng muhim omilidir, ayniqsa batafsilroq ko‘rib chiqishni talab qiladigan kompetensiyaga asoslangan yondashuvni amalga oshirishda batafsilroq ko‘rib chiqishni talab qiladi.

Integratsiya jarayonida umumkasbiy va ixtisoslik fanlarining har bir elementi (har bir o`quv fani) ma`lum darajada avtonomlikka ega bo`ladi, shu sababli o`rganish davomida butun tizimning o`zlashtirilishi darajasidan qat`iy nazar alohida baholanishi kerak.

Integratsiya jarayoni davomida tizim elementlari sifatida umumkasbiy va ixtisoslik fanlarining o`rtasida o`zaro aloqadorlik hajmi va intensivligi ortadi, bu bo‘lajak texnologiya fani o`qituvchilarini kasbiy faoliyatga tayyorgarlik jarayoni samaradorligini oshiradi. Umumkasbiy va ixtisoslik fanlarining nazariy va amaliy bilimlarni integratsiyalash natijasida ularning bir-biriga o`zaro bog`likligi, unga muvofiq tarzda bilimlar o`rtasida namoyon bo`lishi tavsifiga ko`ra muntazam aloqadorlik yuzaga keladi. Nazariy va amaliy bilimlar integratsiyasi belgilaydigan tipiga ko`ra, bu – mavjud bo`lish (faoliyat ko`rsatish) aloqadorliklarida namoyish bo`ladi[3].

Xulosa qilib aytganda, umumkasbiy va ixtisoslik fanlar integratsiyasi asosida amalga oshiruvchi o`qitish shakllarini kombinatsiyalash, turli daraja va yo`nalishlarda integratsiyalashishni qo`llash bo`lajak texnologiya fani o‘qituvchilarining texnik va texnologik kompetensiyasini rivojlantirishga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Безрукова, В.С. Интеграционные процессы в педагогической теории и практике [Текст] / В.С. Безрукова. - Екатеринбург, 1994. - 152 с.

2. Кругликов, Г.И. Методика преподавания технологии с практикумом [Текст]: учеб, пособие для студ. высш. пед. учеб, заведений/ Г.И. Кругликов - М.: Академия, 2002. - 480с.

3. Orinbetov N.T. Integrativ yondashuv asosida talabalarning kasbiy kompetentligini takomillashtirish metodikasi (texnologik ta’lim yo‘nalishi misolida): avtoreferat diss. ... ped. fan. dok. – N., 2026. - 221 b.

OPTIK-TOLALI ALOQA ASOSLARINI O‘QITISHDA STEAM INTEGRATSIYASI VA RAQAMLI SIMULYATSIYA: NAZARIY ASOSLASH VA 5E METODIK MODELI

Xudaybergan Madraimov Atabek o‘g‘li
Fizika fani o‘qituvchisi*, magistr, “TOPEX SCHOOL” xalqaro maktabi,*
xudayberganmadraimov8@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tezisda umumta’lim maktablarida “Yorug‘lik hodisalari va to‘la ichki qaytish” mavzusini o‘qitishning didaktik muammosi konstruktivistik ta’lim nazariyasi va Bybee tomonidan taklif etilgan 5E (Engage–Explore–Explain–Elaborate–Evaluate) modeli asosida tahlil qilindi. Mavzuning fizik-matematik asosi (Snellius qonuni, chegaraviy burchak, sonli apertura) rasmiy formulalar bilan asoslangan holda, uni raqamli simulyatsiya va muhandislik topshirig‘i orqali o‘zlashtirish yo‘li taklif etildi. Ishlab chiqilgan model har bir bosqichni Bloom taksonomiyasining tegishli kognitiv darajasiga bog‘lab tavsiflaydi, bu esa metodikaning nazariy asoslanganligini ta’minlaydi.

Kalit so‘zlar: *STEAM yondashuvi, 5E metodik modeli, Bloom taksonomiyasi, raqamli simulyatsiya, to‘la ichki qaytish, optik tola.*

Muammoning qo‘yilishi. Umumta’lim maktablarida “Yorug‘lik hodisalari” bo‘limi an’anaviy ravishda faqat deduktiv-formulaviy yo‘l bilan, statik chizmalar asosida o‘qitiladi. Konstruktivistik ta’lim nazariyasiga ko‘ra (Piaget, Vygotskiy), bilim passiv qabul qilish orqali emas, balki o‘quvchining faol faoliyati va tajribasi orqali shakllanadi. Ushbu nazariy asosga zid ravishda, an’anaviy dars tuzilmasi o‘quvchini kuzatuvchi mavqeida qoldiradi va mavzuning texnologik tadbig‘i (optik-tolali aloqa) bilan bog‘lanishini ta’minlamaydi. Natijada bilim yuzaki, tez unutiladigan shaklda shakllanadi.

Mavzuning fizik-nazariy asosi. Optik muhitlar chegarasida yorug‘lik nurining sinishi Snellius qonuni bilan ifodalanadi:

$$n_1 \cdot \sin\theta_1 = n_2 \cdot \sin\theta_2 \qquad (1)$$

bunda n_1, n_2 – muhitlarning sindirish ko‘rsatkichlari, θ_1 va θ_2 – tushish va sinish burchaklari. Optik tolada nurning to‘liq saqlanishi uchun to‘la ichki qaytish hodisasi yuz berishi, ya’ni tushish burchagi chegaraviy burchakdan katta bo‘lishi zarur:

$$\theta_k = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \qquad (2)$$

bunda θ_k – chegaraviy (kritik) burchak. Tizimning nur ushlab qolish qobiliyati esa sonli apertura (NA) orqali baholanadi:

$$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)} \qquad (3)$$

Ushbu uchta munosabat – (1), (2) va (3) – mavzuning matematik yadrosini tashkil etadi va taklif etilayotgan metodik modelning “Explain” bosqichida nazariy asos sifatida xizmat qiladi.

Taklif etilayotgan 5E metodik modeli. AQSh Milliy ta’lim tadqiqotlari markazi (BSCS) tomonidan ishlab chiqilgan 5E modeli asosida mavzu besh bosqichga taqsimlangan (2-jadval): jalb etish, tadqiq etish, tushuntirish,

chuqurlashtirish va baholash. Har bir bosqich Bloom taksonomiyasining tegishli kognitiv darajasiga mos ravishda loyihalashtirilgan, bu esa o‘quv maqsadlarining izchil murakkablashib borishini ta’minlaydi.

1-jadval. An’anaviy va STEAM-raqamli yondashuvlarning qiyosiy tavsifi

Mezon	**An’anaviy yondashuv**	**STEAM + raqamli simulyatsiya (5E modeli)**
Bilim uzatish shakli	Formulalarni yodlash, statik chizmalar	Interaktiv vizualizatsiya, real vaqtli parametr o‘zgarishi
O‘quvchi faoliyati	Tinglovchi, kuzatuvchi	Ishtirokchi, gipoteza qo‘yuvchi, eksperiment o‘tkazuvchi
Fanlararo bog‘liqlik	Kuzatilmaydi	Fizika + texnologiya + muhandislik + matematika
Amaliy chiqish natijasi	Nazariy javob (test)	Ishlaydigan model/loyiha + taqdimot

2-jadval. Mavzuni o‘qitishning 5E bosqichlari va ularning kognitiv darajalari

5E bosqichi	**Faoliyat mazmuni**	**Bloom taksonomiyasi darajasi**
Engage (Jalb etish)	Optik tolaning kundalik hayotdagi (internet, telefoniya) o‘rni haqida muammoli savol qo‘yish	Eslash, tushunish
Explore (Tadqiq etish)	PhET “Bending Light” simulyatorida sinish burchagini o‘zgartirib kuzatish	Qo‘llash, tahlil qilish
Explain (Tushuntirish)	Snellius qonuni va chegaraviy burchak formulasini nazariy asoslash	Tushunish, tahlil qilish
Elaborate (Chuqurlashtirish)	Plastik naycha va lazer yordamida to‘la ichki qaytishni modellashtirish	Sintez qilish, yaratish
Evaluate (Baholash)	Loyihani taqdim etish va o‘zaro baholash varag‘i asosida refleksiya	Baholash

Tahlil. Ikkala jadvaldan ko‘rinadiki, taklif etilgan model faqat vositalarni (simulyator, jismoniy model) almashtirish bilan chegaralanmaydi – u o‘quv maqsadlarining kognitiv murakkabligini bosqichma-bosqich oshirib boradi: “Engage” bosqichidagi eslash-tushunish darajasidan “Elaborate” bosqichidagi sintez-yaratish darajasigacha. Bunday izchillik Bloom taksonomiyasining pedagogik talabiga to‘liq mos keladi va shu bilan birga mavzuning fizik-matematik asosini (1)–(3) formulalar orqali soddalashtirmasdan saqlab qoladi.

Xulosa. O‘tkazilgan nazariy tahlil shuni ko‘rsatadiki, optik-tolali aloqa mavzusini 5E modeli va STEAM integratsiyasi asosida qayta loyihalash konstruktivistik ta’lim tamoyillariga mos, kognitiv jihatdan bosqichma-bosqich murakkablashuvchi va mavzuning fizik-matematik qat’iyligini saqlovchi metodik

yechimdir. Kelgusi tadqiqot yo‘nalishi sifatida ishlab chiqilgan modelni pilot sinfda amaliy sinovdan o‘tkazish va o‘zlashtirish darajasini nazorat ishi hamda o‘zaro baholash varaqlari orqali miqdoriy baholash rejalashtirilgan.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Bybee R.W. et al. The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. – Colorado Springs: BSCS, 2006. – 80 p.

2. Anderson L.W., Krathwohl D.R. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy. – New York: Longman, 2001. – 352 p.

3. Rahmayani F., Kuswanto H., Rahmat A.D. Development of E-book integrated augmented reality based on STEM approaches to improve critical thinking and multiple representation skills in learning physics // International Journal of Information and Education Technology. – 2024. – Vol. 14, № 4. – P. 632–641.

4. PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder. Bending Light simulation. – https://phet.colorado.edu

5. Hecht E. Optics. 5th ed. – Boston: Pearson, 2017. – 714 p.

6. Uzoqov, A. A., & Madraimov, X. A. (2025). Methodology for calculating the thin lens formula. *American Journal of Multidisciplinary Bulletin*, 3(4), 101–107.

7. Uzoqov, A. A., & Madraimov, X. A. (2024). Methodology for solving problems on light refraction and reflection in a thin plate. *American Journal of Multidisciplinary Bulletin*, 2(5), 251–260.

BOSHLANG‘ICH SINFLARDA TEXNOLOGIYA FANINI O‘QITISHDA INTEGRATSION YONDASHUV: PEDAGOGIK IMKONIYATLAR VA METODIK YECHIMLAR

Rustamova Manzura Mirkamalovna

Toshkent Kimyo Xalqaro universiteti Maktabgacha va boshlang‘ich ta’lim metodikasi kafedrasi mudiri. v.b.professor

Andaqulova Farzona Xayrulla qizi

Nizomiy nomidagi Milliy pedagogika universiteti mustaqil tadqiqotchisi

Annotatsiya. Maqolada boshlang‘ich sinflarda texnologiya fanini integratsion yondashuv asosida o‘qitishning pedagogik imkoniyatlari nazariy-metodik jihatdan tahlil qilindi. Fanlararo aloqadorlik, loyihaviy ta’lim, STEAM, ekologik va raqamli komponentlar hamda mezonli baholashning o‘zaro bog‘liqligi asoslandi. Tahlil natijasida integratsion darsni mazmun, faoliyat, raqamli-ekologik yo‘nalish va baholash komponentlari asosida tashkil etish o‘quvchilarning amaliy, ijodiy, kommunikativ va muammoli vaziyatlarni hal etish kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qilishi ko‘rsatildi.

Kalit so‘zlar: integratsion yondashuv, texnologiya fani, fanlararo integratsiya, STEAM, loyihaviy ta’lim, raqamli savodxonlik, ekologik ta’lim, mezonli baholash.

Kirish

O‘zbekistonda ta’lim sifatini oshirish, o‘quvchilarda amaliy, ijodiy, kommunikativ va raqamli kompetensiyalarni shakllantirish ta’lim siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biridir. “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonun va “O‘zbekiston–2030” strategiyasida ta’lim mazmunini zamonaviylashtirish, mustaqil fikrlash va amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirish vazifalari belgilangan [9; 10]. Shu nuqtayi nazardan, boshlang‘ich sinflarda texnologiya fani nazariy bilimni amaliy faoliyat bilan birlashtiruvchi muhim didaktik maydon hisoblanadi.

Integratsion yondashuv turli fanlarda egallangan bilimlarni yagona muammo yoki amaliy topshiriq doirasida bog‘lashga imkon beradi [3; 5]. Texnologiya darslarini matematika, tabiiy fanlar, ona tili, tasviriy san’at va axborot texnologiyalari bilan uyg‘unlashtirish o‘quvchining bilimni ko‘chira olishi, muammoni turli nuqtayi nazardan tahlil qilishi va mustaqil yechim ishlab chiqishini qo‘llab-quvvatlaydi [4; 13]. Biroq integratsiya faqat bir nechta fan elementlarini bir darsga qo‘shish bilan cheklanmasligi, balki maqsad, mazmun, faoliyat va baholashning yagona didaktik tizim sifatida tashkil etilishini talab qiladi.

Tadqiqot maqsadi va metodologiyasi

Tadqiqotning maqsadi – boshlang‘ich sinflarda texnologiya fanini o‘qitishda integratsion yondashuvning pedagogik imkoniyatlarini aniqlash va uni dars jarayonida qo‘llashning metodik yo‘nalishlarini tizimlashtirish. Maqolaning metodologik asosini pedagogik va metodik adabiyotlar, normativ-huquqiy hujjatlar hamda xalqaro ta’lim yondashuvlarini nazariy tahlil qilish, qiyoslash va umumlashtirish tashkil etdi. Tahlil integratsion darsning to‘rtta o‘zaro bog‘liq komponentini ajratish imkonini berdi: fanlararo mazmun, loyihaviy-STEAM faoliyati, raqamli-ekologik yo‘nalish va jarayonni mezonli baholash.

Natijalar va muhokama

Birinchidan, fanlararo mazmun texnologiya darsining amaliy vazifasiga xizmat qilishi lozim. Matematik hisoblash va o‘lchash ko‘nikmalari buyum o‘lchamlarini aniqlash, material sarfi va xarajatlarni hisoblashda; tabiiy fanlar materiallarning xususiyatlari, resurslarni tejash va qayta ishlatishni tushuntirishda; ona tili loyiha tavsifi va taqdimotini tayyorlashda; tasviriy san’at esa shakl, rang va kompozitsiyani loyihalashda qo‘llanadi. Mazkur integratsiya o‘quvchiga bilimni alohida fan doirasida emas, real vazifani hal etish vositasi sifatida anglash imkonini beradi [3; 5].

Ikkinchidan, loyihaviy va STEAM faoliyati integratsion yondashuvning amaliy mexanizmini tashkil etadi. “Qayta ishlanadigan materiallardan foydali buyum yaratish”, “Suvni tejashga yordam beruvchi maket tayyorlash” yoki “Milliy naqsh asosida bezak loyihalash” kabi topshiriqlarda o‘quvchi muammoni belgilaydi, reja tuzadi, material tanlaydi, mahsulot yaratadi, natijani baholaydi va

taqdim etadi. Bu ketma-ketlik Dewey va Kilpatrickning faoliyatga asoslangan ta’lim g‘oyalari bilan uyg‘un bo‘lib, o‘quvchining mustaqil qaror qabul qilishi va hamkorlikda ishlashini kuchaytiradi [4; 7]. STEAM elementlari esa ilmiy kuzatish, muhandislik yechimi, dizayn va matematik hisobni yagona topshiriqda birlashtiradi [1].

Uchinchidan, ekologik va raqamli komponent integratsion dars mazmunini zamonaviy kompetensiyalar bilan boyitadi. Chiqindilarni saralash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va qayta ishlanadigan materiallar bilan ishlash o‘quvchilarda ekologik mas’uliyatni shakllantiradi [12]. Raqamli vositalar loyiha g‘oyasini izlash, namunalarni tahlil qilish, taqdimot tayyorlash va bajarilgan ishni namoyish etishda qo‘llanishi mumkin. Bunda resurslarning yoshga mosligi, xavfsizligi va ta’limiy ishonchliligi o‘qituvchi tomonidan nazorat qilinishi zarur.

To‘rtinchidan, integratsion darsda baholash faqat tayyor mahsulotga emas, balki jarayonga ham qaratilishi kerak. Rejalashtirish, materiallardan oqilona foydalanish, hamkorlik, ijodiy yechim, xavfsizlik qoidalariga rioya etish, raqamli vositalardan maqsadli foydalanish va refleksiya alohida mezonlar sifatida baholanishi mumkin [2; 8]. Mezonli baholash, o‘zaro baholash va o‘zini o‘zi baholash o‘quvchiga o‘z faoliyatini tahlil qilish va takomillashtirish imkonini beradi. O‘qituvchining vazifasi tayyor yechimni berish emas, balki muammoli savollar, yo‘naltiruvchi topshiriqlar va muntazam teskari aloqa orqali o‘quvchini mustaqil izlanishga olib borishdir [6; 11].

Shunday qilib, integratsion yondashuvning samaradorligi fanlar sonining ko‘pligi bilan emas, balki ularning bitta o‘quv maqsadi atrofida mantiqiy birlashtirilishi bilan belgilanadi. Texnologiya fanida bunday tashkil etish o‘quvchini “buyum tayyorlovchi” ijrochidan muammoni anglaydigan, rejalashtiradigan, resurs tanlaydigan, mahsulot yaratadigan va natijasini asoslab bera oladigan faol subyektga aylantiradi. Bu esa boshlang‘ich ta’limdagi kompetensiyaviy yondashuv talablariga mos keladi.

Xulosa

Boshlang‘ich sinflarda texnologiya fanini integratsion yondashuv asosida o‘qitish nazariy bilimlarni amaliy faoliyatga ko‘chirish, ijodiy va mustaqil fikrlash, hamkorlik, ekologik mas’uliyat hamda raqamli savodxonlikni rivojlantirish uchun samarali pedagogik imkoniyat yaratadi. Tahlil natijalariga ko‘ra, integratsion darsni fanlararo mazmun, loyihaviy-STEAM faoliyati, raqamli-ekologik komponent va mezonli baholashning uzviy birligi asosida tashkil etish maqsadga muvofiq. Amaliyotda topshiriqlar o‘quvchilarning yosh xususiyatlariga mos, xavfsiz, muammoli va natijasi baholanadigan shaklda loyihalanishi lozim. Keyingi tadqiqotlarda ushbu modelning o‘quvchilarning amaliy va ijodiy kompetensiyalariga ta’sirini tajriba-sinov asosida baholash istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Anarkulova, G. va boshq. (2019). “Texnologiya” ta’limi praktikumi. Toshkent.

2. Azizxo‘jayeva, N. N. (2006). Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. Toshkent: Fan va texnologiya.

3. Beane, J. A. (1997). Curriculum Integration: Designing the Core of Democratic Education. New York: Teachers College Press.

4. Dewey, J. (1938). Experience and Education. New York: Macmillan.

5. Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). Meeting Standards Through Integrated Curriculum. Alexandria, VA: ASCD.

6. Ishmuhamedov, R. J., Abduqodirov, A. A., & Pardaev, A. (2008). Ta’limda innovatsion texnologiyalar. Toshkent: Iste’dod.

7. Kilpatrick, W. H. (1918). The Project Method: The Use of the Purposeful Act in the Educative Process. New York: Teachers College, Columbia University.

8. OECD. (2018). The Future of Education and Skills: Education 2030. Paris: OECD Publishing.

9. O‘zbekiston Respublikasi. (2020-yil 23-sentabr). “Ta’lim to‘g‘risida”gi O‘RQ-637-son Qonun. Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi.

10. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. (2023-yil 11-sentabr). “O‘zbekiston–2030” strategiyasi to‘g‘risidagi PF-158-son Farmon. Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi.

11. Tolipov, O‘. Q., & Usmonboyeva, M. (2006). Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari. Toshkent: Fan.

12. UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. Paris: UNESCO.

13. Vygotsky, L. S. (1978). Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.

UMUMTA’LIM MAKTABLARI UCHUN VIRTUAL FIZIK LABORATORIYA PLATFORMASINING DIDAKTIK MODELI

Davletniyazov Salamat Paluaniyazovich1, Abduraxmanova Fotima Mubarakovna2

1 Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti fizika kafedrasi katta o‘qitivchisi p.f.f.d. (PhD)

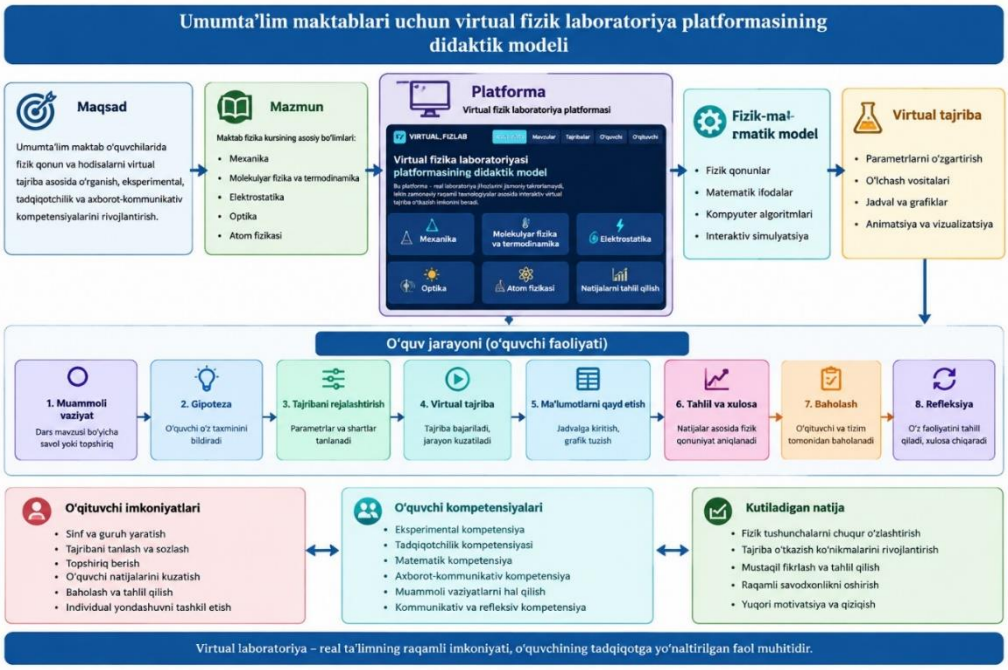
2 Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti fizika-astronomiya ta’lim yo‘nalishining 4 kurs talabasi.

Annotatsiya Umumta’lim maktablarida fizika fanini o‘qitishda foydalanish uchun virtual fizik laboratoriya platformasining didaktik modelini ishlab chiqish masalasi yoritilgan. Virtual laboratoriyaning ta’lim jarayonidagi o‘rni, uning didaktik imkoniyatlari hamda platformani tashkil etuvchi asosiy komponentlar tahlil qilingan. Taklif etilayotgan model fizik hodisa va jarayonlarni kompyuter modellashtirish, interaktiv virtual tajribalarni tashkil etish, tajriba parametrlarini o‘zgartirish, natijalarni jadval va grafiklar asosida

tahlil qilish hamda o‘quvchilarning mustaqil xulosa chiqarishini ta’minlashga yo‘naltirilgan.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, **virtual** laboratoriya, didaktik model, virtual tajriba, kompyuter modellashtirish, raqamli texnologiya, interaktiv simulyatsiya, eksperimental kompetensiya.

Raqamli texnologiyalarning ta’lim jarayoniga jadal kirib kelishi fizika fanini o‘qitish metodikasini takomillashtirish uchun yangi imkoniyatlarni yaratmoqda. Fizika eksperimental fan bo‘lib, unda nazariy bilimlarni tajriba, kuzatish, o‘lchash va natijalarni tahlil qilish bilan bog‘lash muhim ahamiyatga ega. Biroq umumta’lim maktablarida barcha laboratoriya tajribalarini zarur jihozlar bilan ta’minlash, ayrim murakkab yoki xavfli jarayonlarni real sharoitda namoyish qilish hamda tajribalarni ko‘p marta takrorlash imkoniyati har doim ham mavjud emas. Bunday sharoitda virtual laboratoriyalar fizik hodisalarni kompyuter modeli asosida o‘rganish va interaktiv tajribalarni tashkil etish imkonini beruvchi samarali raqamli vositalardan biri hisoblanadi. Virtual va real laboratoriyalar turli imkoniyatlarga ega bo‘lib, ularni uyg‘unlashtirish fan ta’limidagi tajribaviy faoliyatni boyitishi mumkin. Virtual fizik laboratoriya platformasi oddiy animatsiya yoki tayyor videolardan farqli ravishda o‘quvchiga fizik tajribaning faol ishtirokchisi bo‘lish imkonini berishi kerak. Bunda o‘quvchi tajriba parametrlarini o‘zgartiradi, fizik kattaliklarni kuzatadi, natijalarni qayd etadi va fizik qonuniyatlarni mustaqil aniqlaydi. Taklif etilayotgan virtual laboratoriya platformasining didaktik modeli quyidagi komponentlardan tashkil topadi:



Taklif etilayotgan virtual fizik laboratoriya platformasining didaktik modeli umumta’lim maktablarida fizika fanini o‘qitishning mazmuni, o‘quv maqsadlari va zamonaviy raqamli texnologiyalar imkoniyatlarini integratsiyalash asosida ishlab chiqilgan. Platforma mexanika, molekulyar fizika va termodinamika, elektrostatika, optika hamda atom fizikasi kabi asosiy bo‘limlarni qamrab oladi. Har bir bo‘limda fizik hodisa va jarayonlarning matematik modeli asosida interaktiv virtual tajribalarni tashkil etish ko‘zda tutilgan.

Platformaning didaktik modeli **“maqsad – mazmun – fizik-matematik model – virtual tajriba – parametrlarni boshqarish – kuzatish va o‘lchash – natijalarni qayta ishlash – grafik tahlil – xulosa – baholash”** ketma-ketligiga asoslanadi. Bunday yondashuv o‘quvchining virtual tajribani shunchaki kuzatishi bilan cheklanib qolmasdan, fizik kattaliklar o‘rtasidagi bog‘lanishlarni mustaqil aniqlashi, tajriba natijalarini tahlil qilishi va ilmiy xulosa chiqarishiga imkon beradi.

Mazkur platformaning muhim didaktik xususiyati **fizik model va interaktiv tajribaning integratsiyasi** hisoblanadi. O‘quvchi tajriba parametrlarini o‘zgartirish orqali fizik qonuniyatlarning natijaga ta’sirini bevosita kuzatadi. Shu asosda platforma o‘quvchilarning fizik bilimlari bilan bir qatorda eksperimental, modellashtirish, axborot-kommunikativ va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirishga yo‘naltiriladi.

Xulosa qilib aytganda umumta’lim maktablari uchun virtual fizik laboratoriya platformasining taklif etilayotgan didaktik modeli fizikani o‘qitish jarayonida raqamli texnologiyalardan samarali va maqsadli foydalanish imkonini beradi. Mazkur modelda **ta’lim maqsadi, fizika fani mazmuni, fizik-matematik modellashtirish, interaktiv virtual tajriba, o‘quvchi faoliyati, natijalarni tahlil qilish, baholash va refleksiya** yagona didaktik tizim sifatida birlashtiriladi.

Platformada o‘quvchi fizik hodisani faqat kuzatib qolmasdan, **muammoli vaziyatni tahlil qilish, gipoteza ilgari surish, tajriba parametrlarini tanlash, virtual tajribani bajarish, natijalarni qayd etish, grafik asosida tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish** imkoniyatiga ega bo‘ladi. Bu esa o‘quvchilarning fizik bilimlari bilan bir qatorda eksperimental, tadqiqotchilik, matematik va axborot-kommunikativ kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Taklif etilgan modelning muhim jihati virtual laboratoriyani real laboratoriya mashg‘ulotlarini almashtiruvchi vosita sifatida emas, balki **real tajribani to‘ldiruvchi va o‘quvchining tadqiqotchilik faoliyatini kengaytiruvchi raqamli muhit** sifatida qarashdan iborat. Kelgusida mazkur didaktik model asosida ishlab chiqilgan virtual laboratoriya platformasini umumta’lim maktablarida tajriba-sinovdan o‘tkazish, uning o‘quvchilarning fizik bilimlari va eksperimental kompetensiyalariga ta’sirini aniqlash tadqiqotning keyingi muhim bosqichi hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. de Jong T., Linn M. C., Zacharia Z. C. Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. Science. 2013. Vol. 340, Issue 6130. P. 305–308.

2. Nasriddinov K.R., Davletniyazov S.P., Borankulova F.M. Maktab o‘quvchilarning elektr zanjirlarini modellashtirish ko‘nikmalarini tinkercad vertual laboratoriyasi orqali o‘rgatish metodikasi. // Ilim hám jámiyet. – Nókis, 2026. – №5/3. – B. 112-114.

3. Wieman C. E., Adams W. K., Perkins K. K. PhET: Simulations That Enhance Learning. Science. 2008. Vol. 322, Issue 5902. P. 682–683.

4. Wieman C. E., Perkins K. K., Adams W. K. Interactive Simulations for Teaching Physics: What Works, What Doesn’t, and Why. American Journal of Physics. 2008. Vol. 76. P. 393–399.

5. Olympiou G., Zacharia Z. C. Blending Physical and Virtual Manipulatives: An Effort to Improve Students’ Conceptual Understanding Through Science Laboratory Experimentation. Science Education. 2012.

6. Rutten N., van Joolingen W. R., van der Veen J. T. The Learning Effects of Computer Simulations in Science Education. Computers & Education. 2012.

ELEKTROSTATIK MAYDONDAGI EKVIPOTENSIAL CHIZIQLARNI APOLLONIUS DOIRALARI ORQALI O‘RGANISH: FANLARARO INTEGRATSIYA YONDASHUVI

Otaxonova Sevinchoy Ruslanbek qizi, Saidqulov Doston Rustam o‘g‘li
Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti

Annotatsiya. Ushbu ishda elektrostatik maydonda ekvipotensial chiziqlarning geometrik xossalari Apollonius doirasi yordamida tahlil qilinadi. Apollonius doirasi matematik fizika, optika va elektrostatika masalalarini sodda va tushunarli usulda yechishga imkon beradi. Mazkur yondashuv fizika va geometriya o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlikni yaqqol namoyon etadi. Undan tashqari ushbu metod o‘quvchilarda fizik hodisaning geometrik tasavvuri va matematik modellashtirish ko‘nikmalarini shakllantiradi.

Kalit so‘zlar: Fanlararo bog‘lanish, modellashtirish, Apollonius doirasi, ekvipotensial chiziq, elektrostatik maydon.

Ta’limning barcha bosqichlarida o‘quv-tarbiya jarayonini takomillashtirish omillaridan biri – fanlararo bog‘lanishga katta e’tibor berishdan iboratdir. Fanlarni o‘qitishdagi o‘zaro bog‘lanish va bu ishni qanchalik mohirlik bilan amalga oshirish, samarali usul, vositalardan muvofiq foydalanish katta ta’lim tarbiyaviy ahamiyatga ega. Fanlararo bog‘lanishdan foydalanish va buni mustahkamlash fan asoslaridan olinadigan bilimlarning to‘liq, chuqur va puxta bo‘lishini ta’minlashga yordam beradi [1].

Zamonaviy ta’lim jarayonida tabiiy fanlarni boshqa fanlar bilan uzviy bog‘liqlikda o‘qitish hozirgi kunda muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, fizika fanini matematika fani bilan o‘zaro bog‘liqlikda o‘qitish ko‘plab fizik hodisalarni

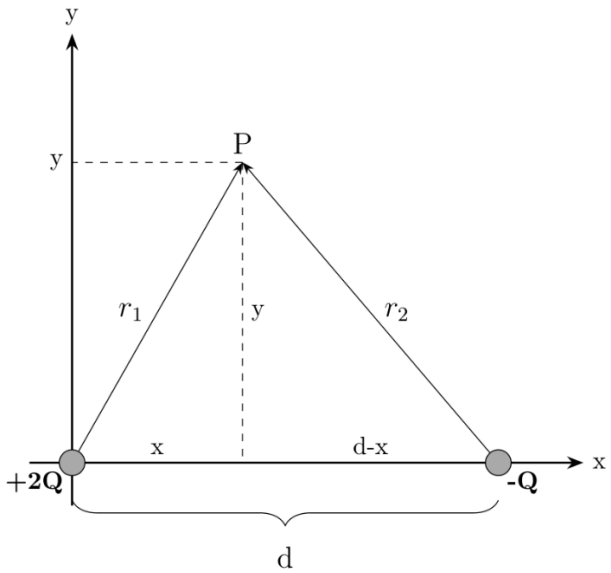
yanada chuqur anglashga yordam beradi. Shuningdek, fizika fani matematikaning arifmetika yoki algebraik ifodalari bilangina bog‘lanib qolmasdan, balki geometriya bilan ham bog‘liqdir. Ushbu bog‘lanish o‘quvchilarda matematik modellashtirish va geometrik tasvirlash ko‘nikmalarini shakllantirishga va nazariy bilimlarni amaliy jihatdan anglashiga yordam beradi.

Elektrostatika bo‘limini o‘qitishda elektr potensiali va ekvipotensial chiziqlar kabi tushunchalarni o‘zlashtirish o‘quvchilarda biroz qiyinchiliklarni yuzaga keltirishi mumkin. Chunki, ushbu tushunchalar bevosita ko‘z bilan kuzatilmaydigan fizik kattaliklar va maydonlarning fazoviy taqsimoti bilan bog‘liq. Ushbu tushunchlarni faqatgina algebraik ifodalar orqali tushuntirish o‘quvchilarda jarayon tasavvurini to‘liq shakllantirmaydi. Shu sababli fizik kattaliklarning matematik ifodasini geometrik modellar bilan bog‘lash muhim ahamiyatga ega. Shunday geometrik modellashtirish vositalaridan biri Apollonius doiralari hisoblanadi.

Yuqorida keltirilganlarga misol tariqasida ikki nuqtaviy zaryad hosil qilgan elektrostatik maydonda ekvipotensial chiziqlarni ayrim hollarda Apollonius doiralari orqali ifodalash jarayonini ko‘rib chiqamiz.

Bir-biridan *d = 12cm* masofada turgan ikkita *+2Q* va *-Q* nuqtaviy zaryad hosil qiladigan elektrostatik maydon berilgan bo‘lsin. Tekislikda potensiali nolga teng bo‘lgan nuqtalarning geometrik o‘rni va potensiali nol bo‘lgan chiziqning tenglamasini tuzishni ko‘rib chiqaylik [2].

1-rasmga ko‘ra *P* nuqtadagi umumiy potensialni quyidagicha yozamiz:



1 – rasm. Bir-biridan *d* masofada joylashgan *+2Q* va *-Q* zaryadlar

$$\varphi_P = k \cdot \frac{2Q}{r_1} - k \cdot \frac{Q}{r_2} \qquad (1)$$

P nuqta potensiali nol bo‘lgan nuqta sifatida tanlab olingan, ya’ni $\varphi_P = 0$. Shunga ko‘ra

$$\frac{r_1}{r_2} = 2 \qquad (2)$$

ekanligi kelib chiqadi. (2) ifodadan ko‘rinib turibdiki, potensial nolga teng bo‘lish sharti nuqtaning berilgan ikkita zaryadgacha bo‘lgan masofalari nisbatining o‘zgarmas bo‘lishiga olib keladi. Bu esa Apollonius doirasi ta’rifiga to‘la mos kelishini ko‘rsatadi.

Potensiali nolga teng bo‘lgan chiziqning tenglamasi orqali uning joylashuvini aniqlash mumkin.

$$r_1 = \sqrt{x^2 + y^2} \qquad r_2 = \sqrt{(d-x)^2 + y^2} \tag{3}$$

(4) ifodani (3) ga qo‘yib soddalashtirish orqali quyidagini hosil qilamiz:

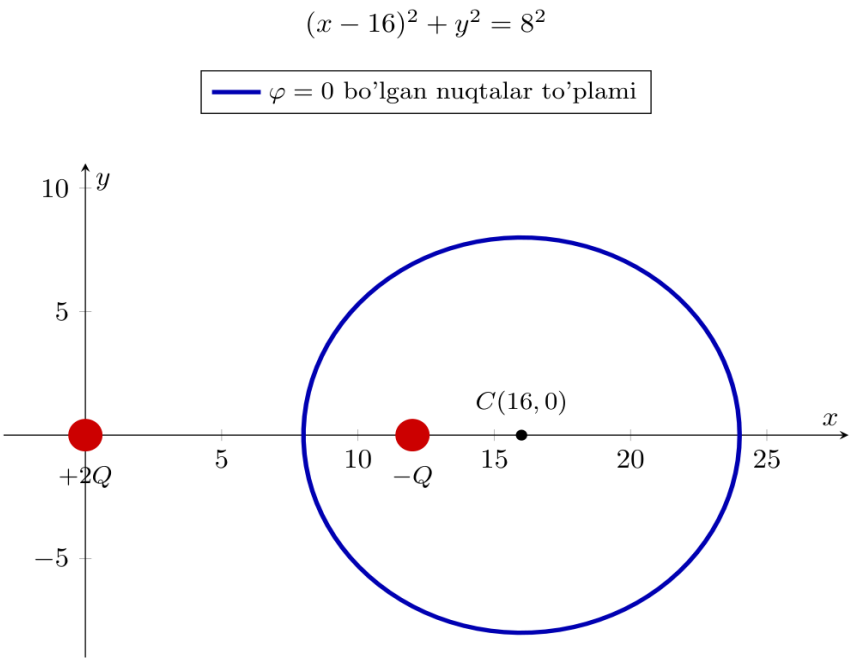
$$x^2 + y^2 - 32x + 192 = 0 \tag{4}$$

Apollonius doirasi ta’rifiga ko‘ra, masofalar nisbati $\lambda \neq 1$ bo‘lganda potensiali nol bo‘lgan nuqtalar to‘plami aylana bo‘lishidan (4) ifodani aylana tenglamasiga keltiramiz.

$$(x-16)^2 + y^2 = 8^2 \tag{5}$$

Demak, potensiali nolga teng bo‘lgan nuqtalar to‘plami Apollonius doirasidan iborat bo‘lib, markazi *C(16,0),* radiusi *R = 8 cm* ga teng (2-rasm).

Agar nuqtaviy zaryadlar fazoda joylashgan bo‘lsa, potensiali nolga teng bo‘lgan nuqtalarning geometrik o‘rni uch o‘lchamli fazoda Apollonius sferasi ko‘rinishida bo‘ladi.

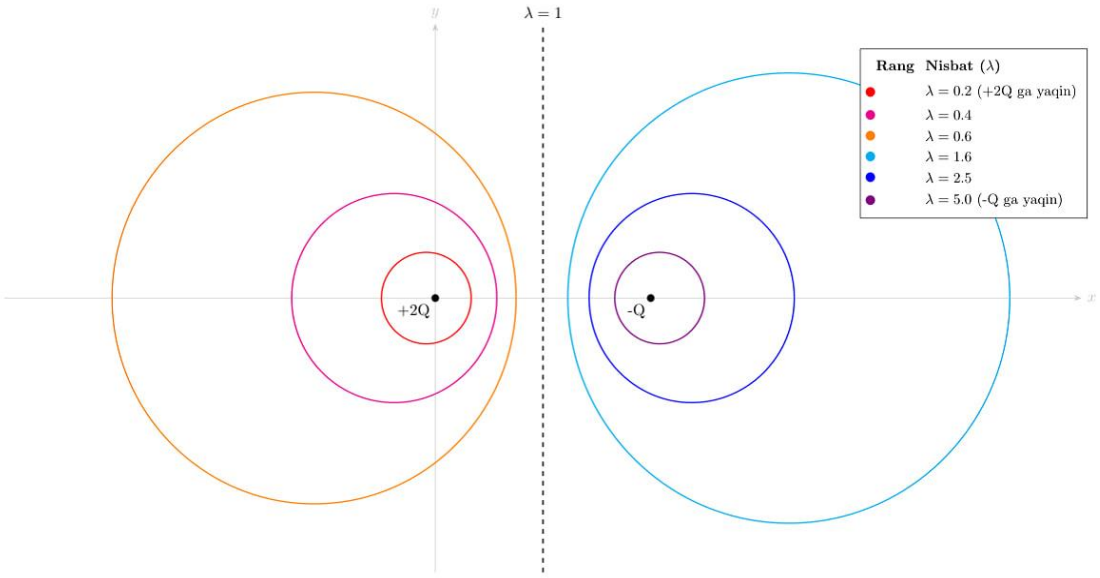


2-rasm. Potensiali nol bo‘lgan nuqtalar to‘plami, Apollonius doirasi

Shunday qilib, elektrostatik maydondagi ekvipotensial chiziqlarning ayrim hollarda Apollonius doiralari orqali ifodalanishi isbotlandi.

Doiralarning joylashish o‘rni potensiali nol bo‘lgan nuqtadan zaryadlargacha bo‘lgan masofalar nisbatining qiymatiga qarab o‘zgaradi. Ya’ni, yuqorida aytilganidek masofalar nisbatini o‘zgarmas λ deb qaralsa, uning qiymati $[0, +\infty]$ oraliqdagi qiymatlarni qabul qiladi.

Agar $0 < \lambda < 1$ oraliqda bo‘lsa, Apollonius doirasi $+2Q$ zaryad tomonda joylashadi. $\lambda = 1$ bo‘lganda esa, doira cheksiz radiusli bo‘lib to‘g‘ri chiziqni ifodalaydi. $\lambda > 1$ bo‘lgan holatda esa Apollonius doiralari $-Q$ zaryad tomonda joylashgan bo‘ladi (3-rasm) [3-4].



3-rasm. λ – masofalar nisbati o‘zgarishining Apollonius doiralari joylashuviga ta’siri

Xulosa. Mazkur ishda elektrostatik maydondagi ekvipotensial chiziqlarning geometrik talqini sifatida Apollonius doiralaridan foydalanish imkoniyati o‘rganildi. Ikki nuqtaviy zaryad hosil qilgan maydon misolida potensiali nolga teng bo‘lgan nuqtalar to‘plami zaryadlar orasidagi masofalar nisbatining o‘zgarmasligi shartini qanoatlantirishi va natijada Apollonius doirasini hosil qilishi ko‘rsatildi. Bu natija elektrostatik masalalarni fizik qonuniyat, matematik ifoda va geometrik modelning o‘zaro bog‘liqligi asosida tahlil qilish imkonini beradi.

Ushbu yondashuvning muhim afzalligi shundaki, u murakkab elektrostatik masalalarni soddalashtirib, ularni aniq geometrik tasvirlar orqali tushunishga imkon beradi. Ayniqsa, o‘quvchilar uchun Apollonius doirasi orqali ekvipotensial chiziq tushunchasini o‘rganish fizik va matematik bilimlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni mustahkamlaydi. Undan tashqari fazoviy tasavvurni rivojlantiradi. Bu esa nazariy bilimlarni amaliy masalalarda samarali qo‘llash ko‘nikmasini shakllantiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1].D.A.Begmatova, M.Qurbonov, Sh.M.Sodiqova, N.Q.Abdullayev, O.D. Suvonova. Fizika o‘qitish metodikasi. “Fidokor Yosh Avlod”, Toshkent-2023.

[2]. Chertov A.G., Vorobyev A.A. Fizikadan masalalar to‘plami. III bob, 249 b. O‘quv qo‘llanma.-T: “Ma’rifat”, Toshkent-2024.

[3]. Michael B. Partensky. Brandeis University, Waltham, MA. THE PHYSICS TEACHER, Vol.46, February-2008. Doi: 10.1119/1.2834533

[4]. Shahin Pourbahrami, Leyli Mohammad Khanli, Sohrab Azimpour. A novel and efficient data point neighborhood construction algorithm based on

Apollonius circle. Expert Systems with Applications. Vol 115, p 57-67, January-2019. Doi: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.07.066

BO‘LAJAK MUHANDISLARNING KASBIY KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISHDA FIZIKA VA MUHANDISLIK FANLARI MASALALARI UYG‘UNLIGINI TA’MINLASHNING AHAMIYATI

S.S.Xudayberdiyev, A.M.Nortojiyev, N.B.Nosirov
Toshkent arxitektura-qurilish universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada qurilish va arxitektura oliy ta’lim muassasalarida fizika fanini o‘qitishda muhandislarning kasbiy kompetentligini rivojlantirishda fizika va muhandislik fanlari masalalari uyg‘unligini ta’minlashning amaliy ahamiyati haqida fikr yuritilgan.

Kalit so‘zlar: fizika kursi, kasbiy faoliyat, uyg‘unlik, kompetensiya, kompetentlik, optimal yechim, fizik masala, muhandislik masalasi.

Respublikamizda faoliyat ko‘rsatayotgan oliy ta’lim muassasalarida fizika fanini o‘qitishning moddiy-texnik imkoniyatlarini mustahkamlash, ushbu fanni muhandislik yo‘nalishlari bilan uyg‘unlashtirish, ta’lim jarayonida raqamli texnologiyalarni keng qo‘llash va o‘quv-uslubiy resurslarni rivojlantirish bo‘yicha keng ko‘lamli ishlar olib borilmoqda. Shu nuqtayi nazardan, talabalarning fizika va muhandislik fanlari integratsiyasi orqali kasbiy malakalarini shakllantirish, o‘quv-uslubiy ta’minotni mazmunan boyitish, o‘qitish metodikalarini takomillashtirish hamda baholash tizimini ishlab chiqish muhim vazifa sifatida ko‘zda tutilmoqda.

Bugungi kunda respublikamizda muhandislarni tayyorlash, ularni kasbiy faoliyatga yo‘naltirish, turli fanlarni muhandislik fanlariga bog‘lab o‘qitish bo‘yicha bir qator ishlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, ushbu masala bo‘yicha bir qator me’yoriy xujjatlar, qaror va farmonlar qabul qilinib, soha rivoji uchun xizmat qilib kelmoqda.

Muhandislik sohasidagi kasbiy faoliyat va asosiy ilmiy bilimlarga tayangan akademik ish mazmunini o‘quv-ilmiy tajribalar bilan hayotiy amaliyotlarning o‘zaro solishtirilishi va tahlili orqali boyitish muhimligini alohida ta’kidlaymiz. Shu o‘rinda qurilish va arxitektura oliy ta’lim muassasalarida o‘tiladigan fizika kursining kompetensiyaviy yondashuvlarlar asosidagi mohiyatidan kelib chiqib, fizika va muhandislik fanlari masalalari uyg‘unligini ta’minlash orqali talabalarning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishni ustuvor deb bilamiz. Chunki, bu masala talabalarning keyingi kasbiy faoliyatlarida muhim ahamiyatga ega.

Muhandislar tomonidan hal qilinadigan vazifalar ko‘lamining oshishi munosabati bilan umuman muhandislik faoliyatida tub o‘zgarish yuz berayapdi, muhandislik ishlarining mazmuni, maqsad va vazifalari o‘zgarayapdi hamda yangi mazmun kasb etmoqda.

Ushbu muammolar fizika ta’limi sifatini va ilmiy tadqiqotlarning samaradorligini oshirishga qaratilgan kompleks chora-tadbirlarni amalga oshirish zarurligini ko‘rsatadi.

Bitiruvchilarning mutaxassisga aylanish bosqichlari bir qator ishlarda o‘rganilgan va tegishlicha tavsiyalar berilgan. A.Millerning fikriga ko‘ra, oliy o‘quv yurtini bitirgan mutaxassis darhol o‘z kasbiy vazifalarini bajarishga tayyor bo‘lishi kerak, shuning uchun nazariya va amaliyotning birlashuvini va o‘quv jarayonida turli fanlardan darslarning izchilligini ilmiy jihatdan asoslay olishi kerak.

Yuqoridagi fikrlar asosida muhandislik muammolarining fizika faniga oid qismlarini aniqlash, tahlil qilish va optimal yechimni topish, muhandislik faoliyatining asosiy bosqichlarini tizimlashtiradi.

Muhandislik sohasida muvaffaqiyatli faoliyat yuritish uchun zarur malakalarni rivojlantirish maqsadida mutaxassislik yo‘nalishlari va asosiy fanlar, xususan, fizika fanini uyg‘unlashtirish samarali yondashuv sifatida qaraladi. 60730300 – Qurilish muhandisligi bakalavriat ta’lim yo‘nalishining malaka talabini tahlil qilsak muhandislik fanlarini o‘qitish jarayonida fizika va muhandislar fanlari uyg‘unligini ta’minlashda muhim ahamiyatga egaligiga ishonch hosil qilamiz. Uyg‘unlikni ta’minlash deganda, talabalarning kasbiy kompetentligini rivojlantirish maqsadida muhandislik va fizika fanlari masalalarini o‘zaro birlashtirib o‘rganish nazarda tutiladi.

Uyg‘unlik (o‘rta yunon. μρμονία, lat). Uyg‘unlik-aloqa, ulanish, muvofiqlik, nisbat, boshqa yunon tilidan, sozlash ma’nosida beriladi.

Tadqiqotimizning asosiy maqsadi bo‘lgan bunday uyg‘unlikni:

- Birinchidan fizika bo‘yicha muammolarni hal qilish jarayonida talabalar ushbu ko‘nikmalarning kasbiy faoliyatida muhimligini tushunib, o‘zlarida ichki rag‘bat va o‘quv ishtiyoqini rivojlantiradilar;
- Ikkinchidan kelgusidagi kasbiy faoliyati uchun zarur bo‘lgan bilimlar va ularning yaratilayotgan obyektlarini oldindan tasavvur qilish ko‘nikmalari rivojlanadi. Bunday kompetensiyalar esa bo‘lajak muhandislar uchun o‘ta muhimdir. Fizika fani muhandislarni mustaqil fikrlash, murakkab masalalarni tahlil qilish va ilmiy asosda xulosalar chiqarish ko‘nikmalari bilan ta’minlash orqali ularga kasbiy faoliyatda mas’uliyatli qarorlar qabul qilish, shaxsiy fazilatlarni rivojlantirish va mutaxassislik muammolarini hal qilish imkoniyatini beradi. Tajribalarni solishtirma tahlil qilish va natijalarni umumlashtirish esa talabalarning malakasini oshirishning muhim omilidir.

Xulosa qilib aytganda, fizika va muhandislik fanlari masalalarining uyg‘unligini ta’minlash asosida bo‘lajak muhandislarning kasbiy kompetentligini rivojlantirish, ularning nazariya va amaliyot o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlikni mustahkamlash hamda amaliy muammolarni hal qila oladigan mutaxassislarni tayyorlashga xizmat qiladi.

Adabiyotlar ro‘yhati

1. Носиров, Н. Б. (2022). Физика фанидан муҳандислик масалалари ечишнинг ўқув-методик таъминоти ва унинг босқичлари. Integration of science, education and practice. Scientific-methodical journal, 3(10), 98-103.

2. Begmatova D.A., Nortojiyev A.M., Khudayberdiyev S.S., Mahmadiyorov A.Z., Nosirov N.B. The importance of physical exercises in the training of specialists in the field of architecture and construction // International Conference on Problems and Perspectives of Modern Science. AIP Conference Proceedings 2432, 030056 (2022); https://doi.org/10.1063/5.0089959 Published Online: 16 June 2022.

3. Baratovich, N. N. (2023). STUDY AND METHODOLOGY OF SOLVING ENGINEERING PROBLEMS IN PHYSICS. Conferencea, 64-67.

4. Baratovich, N. N. (2023). PHYSICAL-ENGINEERING PROBLEMS STAGES OF SOLUTION AND ITS DIDACTIVE TASKS. Conferencea, 102-104.

5. Uralbaevich, T. I., Baratovich, N. N. (2023). FORMATION OF MAIN GENERAL COMPETENCES OF FUTURE ENGINEERS AND ITS STAGES. Conferencea, 80-83.

6. Nortojiyev A. M. Methods of ensuring integrative approach to teaching physics // International Multidisciplinary Conference on Scientific Developments and Innovations in Education. –Greece, 2022. – P 19-21.

7. Nortojiyev A. M. Teaching physics on the basis of integration of architecture and building sciences // International Conference on Developments in Education, Sciences and Humanities. – Hosted from Washington, DC USA, 2022. – P. 116-117.

TERMODINAMIKA QONUNLARINI ISSIQLIK ENERGETIKASI MASALALARI BILAN INTEGRATSIYALASHGAN HOLDA O‘QITISH METODIKASI

Abriyev Nematillo To‘ychi o‘g‘li
Nizomiy Ganjaviy nomidagi O‘zMPU tayanch doktoranti

Annotatsiya. Tezisda bo‘lajak energetik muhandislarga termodinamika qonunlarini issiqlik energetikasi masalalari bilan integratsiya qilgan holda o‘qitish metodikasi yoritilgan. Fizika darsida issiqlik elektr stansiyasi, bug‘ qozoni va turbina sikllariga oid kasbiy yo‘naltirilgan masalalardan foydalanish talabalarning kasbiy kompetentligini rivojlantirishga xizmat qilishi asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: fanlararo integratsiya, termodinamika, issiqlik energetikasi, kasbiy yo‘naltirilgan masala, Karno sikli, Renkin sikli, kasbiy kompetensiya.

Kirish. Respublikamizda energetika tizimini modernizatsiya qilish sharoitida issiqlik jarayonlarini chuqur tushunadigan muhandis kadrlarga ehtiyoj ortib bormoqda. Davlatimizda elektr energiyasining asosiy qismi hanuz issiqlik

elektr stansiyalarida ishlab chiqariladi, shu sababli termodinamika energetik muhandisning poydevor bilimi hisoblanadi.

Amaliyotda esa fizika kursidagi termodinamika va mutaxassislik fanlaridagi “Issiqlik texnikasi asoslari”, “Issiqlik elektr stansiyalari” kabi fanlar alohida-alohida o‘qitiladi. Natijada talaba ideal gaz va Karno siklini biladi, lekin bu bilimni bug‘ turbinasi yoki qozon agregati samaradorligini baholashga ko‘chira olmaydi. Ushbu uzilishni bartaraf etish fanlararo integratsiyaning dolzarb vazifasidir.

Pedagogik adabiyotlarda fanlararo aloqalar o‘quv materialini yaxlit tizim sifatida o‘zlashtirish, bilimlarni bir fandan ikkinchisiga ko‘chirish va kasbiy tafakkurni shakllantirish vositasi sifatida qaraladi. Muhandislik ta’limida esa integratsiyaning asosiy mezoni – fizik bilimning kasbiy faoliyatda qo‘llanilishi. Energetik muhandisning kundalik vazifalari (energiya balansini tuzish, uskunaning FIKni nazorat qilish, yoqilg‘i sarfini kamaytirish) to‘g‘ridan-to‘g‘ri termodinamika qonunlariga tayanadi.

Tadqiqot maqsadi – termodinamika qonunlarini issiqlik energetikasi masalalari bilan integratsiyalab o‘qitish metodikasini ishlab chiqish va kasbiy yo‘naltirilgan masalalar orqali bo‘lajak energetik muhandislarning kasbiy kompetensiyasini rivojlantirish yo‘llarini asoslash.

Asosiy qism. Integratsiyaning mohiyati shundaki, termodinamikaning har bir qonuni issiqlik energetikasidagi aniq jarayon orqali ochib beriladi. Quyidagi jadvalda fizika mazmuni va mutaxassislik masalalari o‘rtasidagi bog‘liqlik keltirilgan.

Termodinamika qonuni (fizika)	**Issiqlik energetikasidagi qo‘llanilishi**	**Shakllanadigan kasbiy ko‘nikma**
Nolinchi qonun (issiqlik muvozanati)	Harorat datchiklari, issiqlik almashinuv apparatlari	O‘lchov asboblarini to‘g‘ri tanlash va o‘qish
Birinchi qonun ($Q = \Delta U + A$)	Bug‘ qozonining issiqlik balansi, turbinadagi ish	Energiya balansini tuzish, yo‘qotishlarni hisoblash
Ikkinchi qonun (entropiya, Karno sikli)	Renkin sikli, IES ning FIK chegarasi	Stansiya samaradorligini baholash va oshirish yo‘llarini topish
Uchinchi qonun	Past haroratli va kriogen texnika	Sovutish qurilmalari ishini tahlil qilish

Kasbiy yo‘naltirilgan masalalar uchta tamoyil asosida tuziladi. Birinchidan, masala sharti real energetika obyekti parametrlariga (harorat, bosim, entalpiya, yoqilg‘i sarfi) tayanadi. Ikkinchidan, yechim fizika qonunidan boshlanib, muhandislik ko‘rsatkichi (FIK, issiqlik yo‘qotishi, yoqilg‘i sarfi) bilan tugaydi. Uchinchidan, masala natijasini tahlil qilish va texnik yechim taklif etish talab qilinadi – aynan shu bosqich fizikani muhandislik faoliyatiga bog‘laydi.

1-masala (ikkinchi qonun, Karno sikli). Issiqlik elektr stansiyasida turbinaga kiruvchi bug‘ harorati 540 C, kondensator harorati 30 C. Siklning nazariy maksimal FIKni toping va uni stansiyaning real FIKi (≈38 %) bilan solishtiring.

Yechim Karno formulasi asosida bajariladi:

$$\eta_{max} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{303\,K}{813\,K} \approx 0{,}627$$

Nazariy chegara 62,7 % ni, real FIK esa taxminan 38 % ni tashkil etadi. Masala talabadan farq sabablarini tahlil qilishni talab qiladi: qaytmas jarayonlar, quvurlardagi issiqlik yo‘qotishlari, kondensatordagi issiqlik chiqindisi. Shu orqali fizik qonun muhandislik qaroriga aylanadi – bug‘ parametrlarini oshirish yoki bug‘-gaz qurilmasiga o‘tish g‘oyasi talabaning o‘zi tomonidan asoslanadi.

Muhandislik ahamiyati. Stansiya muhandisi uchun Karno chegarasi har qanday modernizatsiya loyihasining “shifti” hisoblanadi. Bug‘ haroratini 540 °C dan 600 °C ga oshirish nazariy FIKni 62,7 % dan 65,3 % ga ko‘taradi; yuqori parametrli (superkritik) bloklarning afzalligi aynan shu hisobga asoslanadi. Bu masala talabani kelajakda uskuna tanlash va investitsiya loyihasini texnik asoslash vazifasiga tayyorlaydi.

2-masala (birinchi qonun, qozonning issiqlik balansi). Bug‘ qozonida soatiga 10 t ko‘mir yoqiladi, ko‘mirning yonish issiqligi 25 MJ/kg. Qozon soatiga 80 t bug‘ ishlab chiqaradi; bug‘ entalpiyasi 3400 kJ/kg, ta’minot suvi entalpiyasi 900 kJ/kg. Qozonning FIKni va soatlik issiqlik yo‘qotishini toping.

Yechim energiya saqlanish qonuniga asoslanadi:

$$\eta_q = \frac{D\,(h_b - h_s)}{B\,Q_q} = \frac{80\,000 \cdot (3400 - 900)}{10\,000 \cdot 25\,000} = \frac{2{,}0 \cdot 10^8}{2{,}5 \cdot 10^8} = 0{,}80$$

Qozon FIK 80 % ga teng, soatiga $5 \cdot 10^7$ kJ issiqlik yo‘qotiladi. Talaba yo‘qotish manbalarini (chiqindi gazlar, to‘liq yonmaslik, devor orqali issiqlik uzatish) aniqlab, ularni kamaytirish choralarini taklif qiladi.

Muhandislik ahamiyati. Qozonning issiqlik balansini tuzish – issiqlik texnigi va qozonxona muhandisining asosiy ish hujjatlaridan biri; rejim-sozlash sinovlari va energetik audit aynan shu hisob bo‘yicha o‘tkaziladi. Qozon FIKni atigi 1 % ga oshirish berilgan sharoitda soatiga $2{,}5 \cdot 10^6$ kJ, ya’ni taxminan 100 kg ko‘mir tejaydi. Shu tariqa talaba fizikaning birinchi qonunini yoqilg‘i iqtisodi va ekologik ko‘rsatkichlar bilan bog‘laydi.

3-masala (Renkin sikli, termik FIK). Turbinaga kiruvchi bug‘ entalpiyasi 3400 kJ/kg, turbinadan chiqishda 2200 kJ/kg, kondensat entalpiyasi 125 kJ/kg (30 °C). Nasos ishini hisobga olmay, siklning termik FIKni toping va 1-masala natijasi bilan solishtiring.

$$\eta_t = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_3} = \frac{3400 - 2200}{3400 - 125} = \frac{1200}{3275} \approx 0{,}366$$

Renkin siklining FIK 36,6 % ni tashkil etadi, bu Karno chegarasidan (62,7 %) ancha past. Kondensatorga har bir kg bug‘dan 2075 kJ issiqlik, ya’ni keltirilgan issiqlikning qariyb 63 % i chiqarib yuboriladi. Bu natija talabani

regenerativ isitish, bug‘ni qayta qizdirish va kogeneratsiya (IEM) g‘oyalariga olib keladi.

Muhandislik ahamiyati. Renkin sikli hisobi IES ning issiqlik sxemasini loyihalash va ekspluatatsiya qilishda bevosita qo‘llaniladi. Kondensatorda yo‘qotilayotgan 63 % issiqlik muhandisga ikki yo‘lni ko‘rsatadi: issiqlikni shahar issiqlik ta’minotiga berish (issiqlik elektr markazi) yoki siklni bug‘-gaz qurilmasi bilan birlashtirish. Talaba fizika masalasini yechish orqali energetika sohasidagi zamonaviy texnik qarorlarning ilmiy asosini tushunadi.

Metodik yondashuv to‘rt bosqichda amalga oshiriladi:

3. Motivatsion bosqich – real stansiya ma’lumotlari asosida muammoli vaziyat qo‘yiladi.
4. Nazariy bosqich – tegishli termodinamika qonuni fizik ma’nosi bilan tushuntiriladi.
5. Amaliy bosqich – kasbiy yo‘naltirilgan masalalar yechiladi, virtual laboratoriyada sikl modellashtiriladi.
6. Refleksiv bosqich – talaba natijani muhandislik nuqtai nazaridan baholaydi va takliflar beradi.

Ushbu bosqichlar orqali kasbiy kompetensiyaning quyidagi tarkibiy qismlari shakllanadi:

Kompetensiya tarkibi	**Mazmuni**	**Shakllantiruvchi masala**
Kognitiv	Termodinamika qonunlarining fizik ma’nosini va energetika jarayonlaridagi o‘rnini bilish	1-masala
Faoliyatli (amaliy)	Issiqlik balansini tuzish, FIK va yo‘qotishlarni hisoblash	2-masala
Tahliliy-loyihaviy	Natijani baholash, sikl samaradorligini oshirish yo‘llarini taklif qilish	3-masala
Motivatsion	Fizikani kasbiy faoliyat uchun zarur bilim sifatida qabul qilish	Barcha masalalar

Mashg‘ulotlarda masalalar kichik guruhlarda yechiladi, natijalar muhokama qilinadi va talabalar “stansiya muhandisi” roliga kirib texnik xulosa tayyorlaydi. Bunday shakl fizika darsini mutaxassislik fanlari – “Issiqlik texnikasi asoslari” va “Issiqlik elektr stansiyalari” kurslari uchun tayyorgarlik bosqichiga aylantiradi.

«Keys-stadi» interfaol metodi. Integratsiyani faollashtirish uchun amaliy bosqichda «Keys-stadi» metodidan foydalaniladi. Talabalar 3–4 kishilik guruhlarga bo‘linib, real stansiya holatiga oid keysni tahlil qiladi va 15–20 daqiqa ichida asoslangan yechim taklif etadi.

Keys sharti. Issiqlik elektr stansiyasining bug‘ turbinasi blokida FIK 38 % dan 34 % ga pasaydi, yoqilg‘i sarfi esa oshdi. O‘lchovlar kondensatordagi harorat

30 °C dan 45 °C ga ko‘tarilganini ko‘rsatdi. Stansiya rahbariyati muhandislar guruhidan sabab va yechimni so‘ramoqda.

Keys bo‘yicha savollar (qavs ichida – kutilayotgan javob):

1. Kondensator haroratining oshishi termodinamikaning qaysi qonuni orqali FIKka ta’sir qiladi? *(ikkinchi qonun: sovuq manba harorati oshsa, Karno chegarasi pasayadi.)*

2. Kondensator harorati 45 °C bo‘lganda siklning nazariy maksimal FIK qanchaga o‘zgaradi? *(1 – 318/813 ≈ 0,609, ya’ni 62,7 % dan 60,9 % ga tushadi.)*

3. FIK 38 % dan 34 % ga pasayganda bir xil quvvat uchun yoqilg‘i sarfi qanday o‘zgaradi? *(birinchi qonunga ko‘ra sarf 38/34 ≈ 1,12 marta, ya’ni taxminan 12 % ga oshadi.)*

4. Kondensator haroratining ko‘tarilishiga qanday texnik sabablar olib kelishi mumkin? *(sovutish suvining yozgi isishi, kondensator quvurlarining ifloslanishi, vakuumning buzilishi.)*

5. Muhandis sifatida vaziyatni tiklash uchun qanday choralarni taklif qilasiz? *(quvurlarni tozalash, sovutish minorasini ta’mirlash, havo so‘rish tizimi orqali vakuumni tiklash.)*

Keys yakunida har bir guruh yechimini taqdim etadi, o‘qituvchi esa javoblarni fizik asoslanganlik va muhandislik maqsadga muvofiqligi mezonlari bo‘yicha baholaydi. Bu metod talabada fizik qonunga tayanib texnik qaror qabul qilish ko‘nikmasini shakllantiradi va kompetensiyaning tahliliy-loyihaviy tarkibini mustahkamlaydi.

Xulosa. Termodinamika qonunlarini issiqlik energetikasi masalalari bilan integratsiyalab o‘qitish fizikani mutaxassislik uchun “ishlaydigan” fanga aylantiradi. Karno, qozon FIK va Renkin sikliga oid o‘zaro bog‘langan masalalar talabaga energetika obyektini yaxlit tizim sifatida ko‘rish hamda nazariy bilimni energiya balansini tuzish va texnik yechim taklif qilish ko‘nikmalariga ko‘chirish imkonini beradi. Taklif etilgan metodikani joriy etish uchun fizika va mutaxassislik kafedralarining hamkorligi va kasbiy yo‘naltirilgan masalalar to‘plamini yaratish tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-60-son Farmoni // Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi (www.lex.uz). – 2022.

2. Djo‘rayev M. Fizika o‘qitish metodikasi: o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: Abu Matbuot-Konsalt, 2015. – 280 b.

3. Ishmuhamedov R.J., Yuldashev M.A. Ta’lim va tarbiyada innovatsion pedagogik texnologiyalar. – Toshkent: Nihol, 2013. – 278 b.

4. Muslimov N.A., Usmonboyeva M.H., Sayfurov D.M., To‘rayev A.B. Innovatsion ta’lim texnologiyalari. – Toshkent: Sano-standart, 2020. – 92 b.

5. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 416 с.

TA’LIM JARAYONIDA STEAM YONDASHUVINI JORIY ETISHNING AMALIY TADBIQLARI VA ISTIQBOLLARI

Dadaboyeva Feruzaxon Olimjonovna,
P.f.b.f.d (PhD), Fizika va astronomiya kafedrasi dotsenti
Qo‘qon Davlat Universiteti
Fayzulloyeva Shaxnoza Komalitdinovna
Qo‘qon Davlat Universiteti 2-kurs magistranti
fshaxnoza3@gmail.com

Annotatsiya: Maqolada uzluksiz ta’lim tizimida aniq va tabiiy fanlarni o‘qitish samaradorligini oshirishda fanlararo integratsiya hamda STEAM yondashuvining ilmiy-metodik asoslari keng yoritilgan. Globallashuv va raqamli transformatsiya sharoitida o‘quvchilarda kompetensiyalarni shakllantirish, fizika fanini texnologiya, muhandislik va san’at elementlari orqali uyg‘unlashtirish mexanizmlari tahlil qilingan. Shuningdek, dars jarayonida loyihaga asoslangan ta’lim va raqamli laboratoriyalardan foydalanish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Fanlararo integratsiya, STEAM ta’limi, tanqidiy fikrlash, kompetensiyaga asoslangan yondashuv, raqamli texnologiyalar, pedagogik modellar.

XXI asr – ilm-fan, yuqori texnologiyalar va raqamli iqtisodiyot jadal rivojlanayotgan davr bo‘lib, u ta’lim tizimi oldiga tubdan yangi vazifalarni qo‘ymoqda. Bugungi kunda o‘quvchilarga faqat tayyor bilim va formulalarni yodlatish emas, balki ularni olgan bilimlarini real hayotiy vaziyatlarda qo‘llay olishga, murakkab muammolarga ijodiy va tizimli yondashishga o‘rgatish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

An’anaviy ta’lim tizimining asosiy kamchiliklaridan biri – fanlarning bir-biridan ajratilgan holatda o‘qitilishidir. Holbuki, tabiat va jamiyatdagi jarayonlar hech qachon alohida-alohida kechmaydi. Masalan, iqlim o‘zgarishi muammosini hal qilish uchun birgina fizika yoki kimyo bilishning o‘zi yetarli emas, bunda matematika statistik tahlil uchun, biologiya ekologik muvozanat uchun, texnologiya datchiklar va monitoring uchun hamda muhandislik yechimlarining integratsiyasi talab etiladi.

Mamlakatimizda ta’lim sifatini tubdan yaxshilash, xususan, aniq va tabiiy fanlarni o‘qitishni zamonaviy xalqaro standartlar darajasiga olib chiqish bo‘yicha keng ko‘lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. Bu jarayonda fanlararo integratsiya va STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) yondashuvi pedagogik faoliyatning ustuvor yo‘nalishlaridan biriga aylanib ulgurdi.

Fanlararo integratsiya (lotincha integratio – tiklash, to‘ldirish, birlashtirish) o‘quv fanlarining mazmunini muvofiqlashtirish, ulardagi umumiy tushunchalar, qonuniyatlar va tadqiqot usullarini sintez qilish jarayonidir. Falsafiy-pedagogik

nuqtai nazardan, integratsiya olamning yaxlit manzarasini yaratishga xizmat qiladi.

Aniq va tabiiy fanlar tizimida integratsiya quyidagi shakllarda namoyon boʻladi:

Fanlararo bogʻlanishlar -asosiy fan oʻqitilishida boshqa fanlarga tayanch sifatida murojaat qilish (masalan, fizika masalalarini yechishda matematik bilimdan foydalanish).

Multidisiplinar yondashuv-biror muammoni bir nechta fan nuqtai nazaridan, lekin ularning chegaralarini saqlagan holda oʻrganish.

Transdisiplinar yondashuv-fanlararo chegaralarning butunlay yoʻqolib, yagona real muammo (masalan, "Energiya tejamkorligi") atrofida bilimlarning sintez qilinishi.

Pedagogik tadqiqotlar shuni koʻrsatadiki, fanlararo integratsiya oʻquvchilarning kognitiv faolligini oshiradi, mantiqiy va tizimli fikrlashini rivojlantiradi. Oʻquvchi ma’lum bir fizika qonuni (masalan, Termodinamikaning birinchi qonuni) faqat darslikdagi qoida emasligini, balki avtomobil dvigatellari, issiqlik stansiyalari va tirik organizmlardagi moddalar almashinuvida ham birdek ishlashini anglab yetadi.

STEAM yondashuvi an’anaviy fanlarni oʻqitish metodikasini tubdan oʻzgartirib, ularni yagona ijodiy va muhandislik jarayoniga birlashtiradi. Har bir komponentning oʻziga xos oʻrni va vazifasi mavjud:

Science (Tabiiy fanlar)da tabiiy qonuniyatlarni oʻrganish, kuzatish, gipoteza ilgari surish va eksperimental tekshirishdan iborat.

Technology (Texnologiya)da axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, dasturlash vositalari, raqamli qurilmalar va internet resurslaridan foydalanish koʻnikmasi shakllanadi.

Engineering (Muhandislik)da esa loyihalash, konstruksiyalash, texnik qurilmalar va mexanizmlarni yaratish, sinovdan oʻtkazish kabilar kiradi.

Arts (San’at va dizayn) yoʻnalishida estetika, kreativlik, loyihaning tashqi koʻrinishi, foydalanishga qulayligi (ergonomika) hamda gʻoyalarni vizuallashtirish.

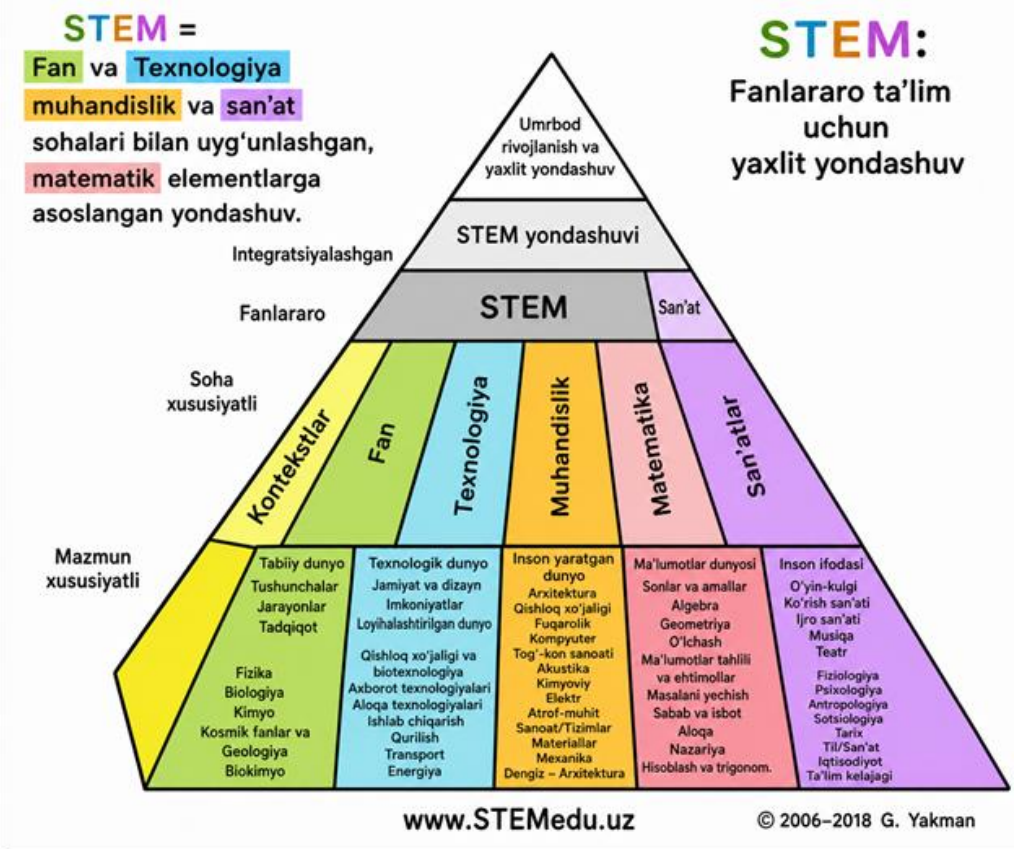
Mathematics (Matematika)da aniq hisob-kitoblar, matematik modellashtirish, ma’lumotlarni tahlil qilish va algoritmlash kabilar kiradi.

STEAM yondashuvi oʻquvchilarda 4K kompetensiyalarini shakllantirishning eng samarali vositasidir. Ya’ni bunda oʻquvchilar tanqidiy fikrlash orqali ma’lumotlarni saralash, muammoning tub ildizini topish va mantiqiy xulosalar chiqarishni oʻrganadilar. Ijodkorlik qobiliyatlari shakllanadi hamda nostandart yechimlarni topish, oʻz gʻoyalarini amalda sinab koʻrish imkoniyatiga ega boʻlishadi. Shu bilan birgalikda jamoada ishlash, vazifalarni taqsimlash va umumiy maqsad sari harakat qilishni hamda oʻz gʻoyalarini aniq yetkaza olish, taqdimot qilish va argumentlarni himoya qilishni oʻrganadilar.

STEAM yondashuvi oʻqitish jarayonida an’anaviy reproduktiv usullardan farqli ravishda faol, ijodiy, muammoli, loyiha va tadqiqot asosidagi metodlarni

qo‘llashni nazarda tutadi. Unda o‘quvchi passiv tinglovchi emas, balki faol ishtirokchi sifatida bilimlarni mustaqil o‘zlashtiradi.

Bugungi kunda O‘zbekiston ta’lim tizimida ham innovatsion yondashuvlar, jumladan, STEAM texnologiyalarini joriy etish keng ko‘lamda amalga oshirilmoqda. Bu jarayon o‘quvchilarning amaliy bilim va ko‘nikmalarini kuchaytirish, ularni zamonaviy texnologiyalar bilan tanishtirish hamda kasbiy yo‘nalishga tayyorlashga xizmat qilmoqda. STEAM darslari o‘quvchilarda fanlarni bir-biriga bog‘lash, loyihalar yaratish, natijalarni vizual shaklda ifodalash va texnologik vositalardan foydalangan holda ijodiy fikrlashni shakllantiradi. Shuningdek, STEAM yondashuvi o‘quv jarayonini shaxsga yo‘naltirilgan, muammoli vaziyatlarga asoslangan, tadqiqotga tayangan faol metodlar bilan boyitadi. Bunday yondashuv orqali o‘quvchilar nafaqat o‘zlashtiruvchi, balki yaratuvchi, innovator, muhandis, dizayner sifatida shakllanadilar.



STEAM piramidasi (Yakman modeli) ta’lim jarayonining bosqichma-bosqich rivojlanishini va fanlararo integratsiyaning qanday shakllanishini ifodalovchi muhim konseptual model hisoblanadi. Ushbu modelga ko‘ra, ta’lim jarayoni eng avvalo alohida fanlar asosida shakllanadi. Piramidaning eng quyi qismi – mazmun xususiyatli bosqichi bo‘lib, bunda o‘quvchilar fizika, kimyo, biologiya, matematika, texnologiya va san’at kabi fanlarning asosiy tushunchalari va nazariy bilimlarini o‘zlashtiradilar. Bu bosqich ta’limning poydevori bo‘lib, keyingi rivojlanish uchun zarur bilimlar bazasini yaratadi.

Keyingi bosqich – soha xususiyatli daraja hisoblanadi. Bu yerda o‘quvchilar har bir fan doirasida chuqurlashgan bilimlarga ega bo‘ladilar.

Masalan, matematikada algebra, geometriya, statistika, fizika fanida esa mexanika, optika kabi yo‘nalishlar o‘rganiladi. Ushbu bosqich o‘quvchilarda muayyan fan bo‘yicha tizimli va chuqur bilim shakllanishiga xizmat qiladi.

Piramidaning uchinchi bosqichi – fanlararo yondashuv bo‘lib, bunda turli fanlar o‘zaro bog‘langan holda o‘rganila boshlaydi. Bu bosqichda fanlar hali to‘liq integratsiyalashmagan bo‘lsada, o‘quvchilar bir muammoni hal qilishda bir nechta fan bilimlaridan foydalanishni o‘rganadilar. Masalan, fizik masalalarni yechishda matematikadan, biologik jarayonlarni tushunishda kimyodan foydalanish kabi holatlar kuzatiladi.

To‘rtinchi bosqich – integratsiyalashgan daraja bo‘lib, bu STEAM yondashuvining eng muhim qismi hisoblanadi. Bu bosqichda fanlar o‘zaro to‘liq uyg‘unlashadi va yagona tizim sifatida qo‘llaniladi. O‘quvchilar real hayotiy muammolarni hal qilish jarayonida bir vaqtning o‘zida bir nechta fanlardan foydalanadilar. Shu bilan birga, san’at elementi ham qo‘shilib, kreativlik, dizayn va innovatsion fikrlash rivojlanadi.

Piramidaning eng yuqori qismi – umrbod rivojlanish yoki yaxlit rivojlanish bosqichi bo‘lib, bunda o‘quvchilar egallagan bilim va ko‘nikmalarini real hayotda mustaqil qo‘llay oladigan darajaga yetadi. Bu bosqichda nafaqat bilim, balki tanqidiy fikrlash, muammolarni hal qilish, ijodkorlik va innovatsion yondashuv kabi muhim kompetensiyalar shakllanadi. Natijada o‘quvchi doimiy o‘rganishga tayyor, zamonaviy jamiyat talablariga moslashuvchan shaxs sifatida rivojlanadi.

Umuman olganda, STEAM piramidasi ta’lim jarayonini oddiy bilim berishdan boshlab, uni fanlararo integratsiya va amaliy qo‘llash orqali yuqori darajadagi kreativ va innovatsion fikrlashni shakllantirishgacha olib boradi. Bu model zamonaviy ta’limning asosiy maqsadi – har tomonlama rivojlangan, mustaqil fikrlovchi va hayotiy muammolarni samarali hal qila oladigan shaxsni tarbiyalashga xizmat qiladi.

Fanlararo integratsiya va STEAM yondashuvini dars jarayoniga tatbiq etishda quyidagi zamonaviy pedagogik texnologiyalardan foydalanish yuqori samara beradi:

1. Loyihaga asoslangan ta’lim: O‘quvchilarga tayyor bilimlarni berish o‘rniga ularga real hayotiy muammoni hal etish vazifasi yuklatiladi. Masalan: Maktab fizika darsidagi "Quyosh energiyasidan samarali foydalanish" loyihasi. O‘quvchilar quyosh panelining ishlash fizikasini o‘rganadilar (Science), uni yasash uchun sxemalar chizadilar (Engineering), olingan quvvatni hisob-kitob qiladilar (Mathematics), uni boshqarish uchun mikrokontroller dasturlaydilar (Technology) va maktab hovlisiga o‘rnatiladigan qurilmaning estetik dizaynini yaratadilar (Arts).

2. Muammoli ta’lim va keys-stadi texnologiyasi: tabiiy fanlarni o‘qitishda real sanoat yoki ekologik avariyalarning ilmiy tahlili (keyslar) o‘quvchilarni mustaqil izlanishga undaydi. Fizika fanida bino va inshootlarning issiqlik yo‘qotilishini kamaytirish kabi loyihalash bo‘yicha keyslar shular jumlasidandir.

3. Raqamli laboratoriyalar va virtual simulyatsiyalar: moddiy-texnik bazasi cheklangan ta’lim muassasalarida PhET Interactive Simulations, GeoGebra, Tinkercad kabi raqamli muhitlardan foydalanish o‘quvchilarning mavhum tushunchalarni (masalan, atom tuzilishi, elektromagnit maydonlar, funksiyalar grafigi) vizual idrok etishini ta’minlaydi.

Ta’lim jarayonida ushbu yondashuvlarni joriy etish samaradorligini oshirish uchun quyidagi chora-tadbirlarni amalga oshirish lozim:

O‘qituvchilarning kasbiy kompetentsiyasini oshirish ya’ni pedagoglar faqat o‘z fani doirasida qolib ketmasdan, turli fanlar kesishmasidagi bilimlarni o‘zlashtirishlari, STEAM bo‘yicha maxsus malaka oshirish kurslaridan o‘tishlari zarur.

O‘quv dasturlarini integratsiyalash orqali esa fizika, matematika, kimyo va biologiya dasturlarida mavzularning ketma-ketligini muvofiqlashtirish (masalan, kimyodagi elementlar davriy qonunini o‘rganish vaqtida fizikadagi atom tuzilishi mavzusini bir vaqtda yoritish).

Moddiy-texnik bazani mustahkamlash eng zarur bosqichi hisoblanib, bunda maktab va OTMlarda STEAM laboratoriyalari, Maker-space (ijodiy ustaxonalar), 3D printerlar va robototexnika to‘plamlarini tashkil etish bilangina yuqori natijalarga erishishimiz mumkin.

Yuqorida sanab o‘tilgan chora-tadbirlarni hayotga tatbiq etish o‘z-o‘zidan amalga oshmaydi, balki u ta’lim menejmenti va ilmiy-metodik ta’minotning o‘zaro uyg‘unligini talab etadi. Shu boisdan ham ta’lim jarayoniga fanlararo integratsiya va STEAM yondashuvini joriy etish samaradorligini oshirish maqsadida o‘qituvchilar oldida yana bir qator muhim strategik qadamlarni amalga oshirish lozim:

Metodik ta’minot va o‘quv-resurs bazasini milliy xususiyatlarga moslashtirish: Bugungi kunda xorijiy tajribalarni ko‘r-ko‘rona ko‘chirish emas, balki milliy ta’lim standartlariga mos keluvchi, o‘zbek tilidagi integratsiyalashgan darsliklar, elektron metodik qo‘llanmalar, keys-stadi banklari va virtual laboratoriya topshiriqlarini ishlab chiqish dolzarb vazifadir. O‘qituvchilarga har bir mavzu bo‘yicha tayyor shablonlar emas, balki ularni ijodiy yondashishga undovchi metodik konstruktorlar taqdim etilishi kerak.

Fan, ishlab chiqarish va amaliyot integratsiyasini (Triple Helix modeli) yo‘lga qo‘yish: Aniq va tabiiy fanlarni o‘qitishni faqat sinf xonasi yoki auditoriya doirasida cheklab qo‘ymaslik lozim. O‘quvchilar va talabalarning olgan nazariy bilimlarini real ishlab chiqarish korxonalari, IT-parklar, innovatsion markazlar va ilmiy-tadqiqot institutlarida amalda sinab ko‘rishlari uchun "ochiq eshiklar" kunlari, amaliyot o‘tash dasturlari va STEM-startap inkubatorlarini tashkil etish ta’lim natijadorligini keskin oshiradi.

Baholash tizimini (Assessment) transformatsiya qilish: An’anaviy yodlangan formulalar va qoidalarni so‘roq qilishga asoslangan baholash mezonlaridan voz kechib, o‘quvchining muammoni hal qilish qobiliyati ,jamoada ishlash ko‘nikmasi, loyihani taqdim eta olish va tanqidiy fikrlash darajasini

baholovchi formativ va kreativ kriteriyalarga o‘tish zarur. Xalqaro PISA, TIMSS kabi baholash tadqiqotlari ham aynan fanlararo bog‘liqlik va bilimlarni hayotda qo‘llay olish ko‘nikmasini tekshirishga qaratilgani buning yaqqol dalilidir.

Fizika darslarida fanlararo bog‘liqlikni mustahkamlash uchun muammoli savollar, laboratoriya ishlar, eksperimentlar, tajriba kuzatuvlari, modellashtirish, interfaol metodlar (klaster, konseptual xaritalar, loyiha ishlari) kabi usullar qo‘llaniladi. Bular o‘quvchilarning ilmiy tafakkurini, mustaqil izlanish qobiliyatini va amaliy faoliyatni rivojlantiradi. Shuningdek, o‘quvchilar tajriba o‘tkazish jarayonida xavfsizlik qoidalariga amal qilish, o‘lchov asboblari bilan ishlash, natijalarni tahlil qilish va hisobot tayyorlash kabi amaliy malakalarga ega bo‘ladilar. Fizika fanida shakllanadigan amaliy ko‘nikmalar o‘quvchilarning kelajakdagi kasbiy faoliyatida ham bevosita ahamiyatga ega. Texnika, muhandislik, tibbiyot, ekologiya, energetika, axborot texnologiyalari kabi sohalar fizika bilimlariga tayanadi. Shu sababli o‘quvchilarni fizika faniga qiziqtirish, uni hayot bilan bog‘lash, real muammolarga yechim topishga yo‘naltirish zarurdir. Bu esa o‘quvchilarni nafaqat bilimli, balki amaliy jihatdan faol, ixtirochi va innovatsion fikrlovchi shaxslar sifatida shakllantiradi. Xulosa qilib aytganda, fizika fanida fanlararo bog‘liqlikni yo‘lga qo‘yish va amaliy ko‘nikmalarni shakllantirish o‘quvchilarda fanlararo tafakkur, ilmiy izlanish, tahliliy fikrlash va texnik ijodkorlikni rivojlantiruvchi samarali metodik yo‘nalish hisoblanadi. Shu tarzda tashkil etilgan ta’lim jarayoni o‘quvchilarning fanga bo‘lgan qiziqishini oshiradi, ularni real hayotiy muammolarni hal etishga tayyorlaydi hamda zamonaviy jamiyat talablariga mos bilim va ko‘nikmalar bilan qurollantiradi. Shu bilan birgalikda aniq va tabiiy fanlarni o‘qitishda fanlararo integratsiya va STEAM yondashuvini tatbiq etish zamonaviy ta’lim tizimining obyektiv zarurati hisoblanadi. Bu yondashuv ta’lim oluvchilarda yaxlit ilmiy dunyoqarashni shakllantirish bilan birga, ularning analitik tafakkuri, muhandislik madaniyati va kelajakdagi kasbiy faoliyatga bo‘lgan tayyorgarligini keskin oshiradi. Kelgusida mazkur yo‘nalishdagi ilmiy izlanishlarni davom ettirib, har bir fan uchun maxsus integratsiyalashgan modul va elektron darsliklarni yaratish ta’lim sifatini yangi bosqichga ko‘taradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Avliyakulov N.H., Musaeva N.N. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. – Toshkent: "IQTISOD-MOLIYA", 2019.

2. Jo‘rayev R.H. va boshqalar. Uzluksiz ta’lim tizimida o‘qitish sifatini oshirishning pedagogik asoslari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.

3. Yakubov M.X. Aniq va tabiiy fanlarni o‘qitishda innovatsion yondashuvlar va STEAM texnologiyalari. O‘zbekiston pedagogikasi jurnali, 2024, 2-son, 45-52-betlar.

4. Yakubov, I. A. Interdisciplinary Integration in Teaching Natural Sciences. – Tashkent: Universitet, 2023

5.“STEAM TA’LIM YONDASHUVI ASOSIDA RAQAMLI DAVRDA ZAMONAVIY KADRLAR TAYYORLASHNING AHAMIYATI” Dadaboyeva

Feruza Olimjonovna, P.f.b.f.d (PhD), Fizika va astronomiya kafedrasi o‘qituvchisi, Fayzulloyeva Shaxnoza Komalitdinovna Qo‘qon Davlat Universiteti 1-kurs magistranti

6.EGAMNAZAROV ASADBEK ABDUMO‘MIN O‘G‘LI “UMUMIY O‘RTA TA’LIM MAKTABLARIDA STEAM YONDASHUVI VA UNING AHAMIYATI” nomli dissertatsiyasi

7. “INNOVATSION TADQIQOTLARGA TAYANGAN HOLDA UMUMIY O‘RTA TA’LIM MAKTABLARIDA FIZIKA FANINI O‘QITISH IMKONIYATLARI”

AKADEMIK LITSEYLARDA FIZIKA FANIDAN LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARINI O‘QITISHDA “InnoLAB” TEXNOLOGIYASINING PEDAGOGIK VA AKADEMIK SAMARADORLIGI

Erkin VOXIDOV
O‘zbekiston Milliy universiteti ilmiy izlanuvchisi

Hozirgi ta’lim paradigmasida axborot-kommunikatsiya va raqamli texnologiyalarning shiddat bilan kirib kelishi tabiiy fanlarni, jumladan fizikani o‘qitishning metodologik asoslarini tubdan qayta ko‘rib chiqishni taqozo etmoqda. An’anaviy fizika ta’limida asosiy e’tibor ko‘p hollarda abstrakt matematik apparat va nazariy tushunchalarni o‘zlashtirishga qaratilib, bu holat o‘quvchilarda real fizik jarayonlarning fizik mohiyatini vizual va empirik idrok etishga to‘sqinlik qiladi. Nazariy bilimlarning amaliy tajriba hamda o‘lchov natijalari bilan uzilib qolishi o‘quvchilarning tadqiqotchilik ko‘nikmalari va analitik kompetensiyalari rivojlanishiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, laboratoriya mashg‘ulotlarini raqamli didaktika imkoniyatlari asosida boyitish ta’lim sifatini oshirishning ustuvor yo‘nalishiga aylanmoqda.

Raqamli texnologiyalarning ta’lim didaktikasiga jadal kirib kelishi laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish metodologiyasini tubdan qayta ko‘rib chiqishni taqozo etmoqda**.** Bugungi kunda interaktiv virtual laboratoriyalar, kompyuterda modellashtirish, sensorli datchik tizimlari, raqamli o‘lchov majmualari va sun’iy intellektga tayanuvchi analitik platformalar ta’lim amaliyotidan mustahkam o‘rin olmoqda. Ushbu innovatsion vositalar empirik ma’lumotlarni real vaqt rejimida tezkor qayta ishlash, ko‘zga ko‘rinmaydigan hamda tez kechadigan fizik jarayonlarni vizualizatsiya qilish, eksperiment sharoitlarini cheklovlarsiz takrorlash hamda o‘quvchilarga moslashuvchan ta’limiy yordam ko‘rsatish imkoniyatini keskin kengaytiradi. Shunga qaramay, sof raqamli yoki virtual muhitga to‘liq o‘tish real fizik eksperimentning fundamental pedagogik qiymatini, jumladan, o‘quvchining real asbob-uskunalar bilan bevosita ishlash, o‘lchov tizimini sozlash hamda real eksperimental sharoitlarda yuzaga keladigan tabiiy noaniqliklarni anglash kabi amaliy-tadqiqotchilik ko‘nikmalarini cheklashi mumkin.

"InnoLAB" texnologiyasining fundamental metodologik tamoyillaridan biri–o‘quvchining real amaliy-empirik faoliyatini to‘liq saqlab qolish va uni tadqiqotning markaziy bo‘g‘iniga aylantirishdir. Ushbu yondashuvda o‘quvchi fizik qurilmani mustaqil yig‘adi yoki uning tarkibiy elementlarini berilgan sxema bo‘yicha aniq ketma-ketlikda ulaydi, zarur metrologik xususiyatlarga ega o‘lchov asboblarini tanlaydi, jarayonni bevosita kuzatadi hamda fizik kattaliklarni o‘lchaydi. Mazkur jarayonda o‘quvchi real eksperimentning tabiiy sharoitlariga–asbob-uskunalarning aniqlik chegarasi, atrof-muhitning xalaqit beruvchi ta’sirlari, o‘lchashdagi sistematik va tasodifiy chetlanishlar hamda natijalarning tarqoqligi kabi real omillarga bevosita duch keladi.

Ushbu yondashuv laboratoriya mashg‘ulotining maqsadini shunchaki “to‘g‘ri javobni topish” kabi mexanik topshiriqdan ozod etib, uni haqiqiy ilmiy-tadqiqot faoliyati bosqichlariga maksimal darajada yaqinlashtiradi. O‘quvchi empirik natija oldindan berilgan ideal nazariy qiymat bilan har doim ham absolyut bir xil bo‘lavermasligini, real fizik eksperiment muayyan darajadagi noaniqlik va fluktuatsiyalarga ega bo‘lishi tabiiy hol ekanligini anglaydi. Shu sababli, "InnoLAB" didaktik tizimida o‘lchash xatoligi o‘quvchining bilimidagi kamchilik emas, balki uning eksperimental va tanqidiy tafakkurini rivojlantiruvchi muhim kognitiv manba sifatida talqin etiladi. Bu o‘rinda texnologiyaning asosiy vazifasi xatoliklarni sun’iy ravishda bartaraf etish emas, balki ularning kelib chiqish manbalarini aniqlash, miqdoriy baholash va minimallashtirish usullarini o‘rgatishdan iboratdir. Masalan, elektr kuchlanishini bir necha bor o‘lchash orqali o‘quvchi o‘rtacha qiymatni hisoblaydi, absolyut hamda nisbiy xatoliklarni aniqlaydi va natijaning ishonchlilik intervalini baholaydi. Integratsiyalashgan raqamli tizim esa ushbu matematik amallarni avtomatik ravishda bajarib, o‘quvchiga o‘z tahliliy gipotezalarini tezkor tekshirish imkoniyatini yaratadi.

"InnoLAB" texnologiyasining didaktik samaradorligi laboratoriya mashg‘ulotlarida o‘quvchilarning nazariy bilimlarini bevosita amaliy-empirik faoliyat bilan integratsiya qilish, real fizik qurilmalar va o‘lchov asboblari bilan ishlash ko‘nikmalarini rivojlantirish, eksperimental ma’lumotlarni qayta ishlash aniqligini oshirish hamda mustaqil tahliliy-tanqidiy tafakkurni shakllantirish imkoniyatlarida namoyon bo‘ladi. Ushbu muhitda laboratoriya mashg‘uloti faqat tajriba algoritmini mexanik tarzda bajarish bilan cheklanmay, ma’lumotlarni raqamli qayta ishlash, sistematik va stoxastik xatoliklarni aniqlash, virtual model bilan taqqoslash va olingan nazariy-empirik natijalarni mustaqil fizik interpretatsiya qilish bosqichlarini to‘liq qamrab oladi.

Texnologiya samaradorligini baholashda, eng avvalo, o‘quvchilarning eksperimental-tadqiqotchilik kompetensiyasi dinamikasiga e’tibor qaratish lozim. An’anaviy laboratoriya sharoitida o‘quvchi vaqtining muayyan qismi olingan sonli ma’lumotlarni qo‘lda hisoblash va grafiklarni chizish kabi ko‘p takrorlanadigan, oddiy va uzoq vaqt talab qiladigan amallarga sarflanadi. "InnoLAB"da esa real o‘lchash va kuzatish jarayoni o‘quvchining bevosita

faoliyati sifatida saqlangan holda, qolgan barcha vaqt talab qiluvchi matematik-statistik amallar avtomatik tarzda bajariladi. Buning natijasida o‘quvchi diqqat-e’tiborini hisoblashning texnik operatsional jihatlariga emas, balki olingan ko‘rsatkichlarning fundamental fizik mohiyatini tahlil qilishga va kognitiv resurslarini chuqurroq anglashga qaratish imkoniyatiga ega bo‘ladi.

Texnologiyaning ikkinchi muhim didaktik jihati o‘lchash xatoliklarini aniqlash, tashxislash va chuqur tahlil qilish mexanizmi bilan bog‘liq. Integratsiyalashgan tizim eksperimental qiymatlarni nazariy va virtual modellashtirilgan qiymatlar bilan sinxron taqqoslash orqali ular o‘rtasidagi noaniqlik va og‘ishlarni aniqlaydi hamda o‘quvchiga ushbu farqlarning fizik va metodologik sabablarini mustaqil tahlil qilish imkoniyatini yaratadi. Bunda o‘quvchi “natija noto‘g‘ri chiqdi” kabi yuzaki va oddiy bayon bilan cheklanib qolmay, olingan natijaning sabablarini tahlil qilish va tegishli xulosa chiqarishga intilib, “natija nima sababdan nazariy va ideal qiymatdan farq qildi?”, “qaysi tashqi omillar yoki asbob xatoliklari bunga ta’sir ko‘rsatdi?” kabi evristik tadqiqot savollariga javob izlashga yo‘naltiriladi. Bu esa o‘quvchilarda ilmiy-tadqiqot ko‘nikmalari, o‘z firklash va o‘rganish jarayonini tahlil qilish qobiliyat, shuningdek tanqidiy tafakkurning tizimli rivojlanishiga bevosita xizmat qiladi.

Uchinchi muhim didaktik jihati–real va virtual eksperimental muhitlar natijalarini nazariy-metodologik jihatdan taqqoslash va ularning bir-biriga qanchalik yaqin va mos kelishini aniqlash imkoniyatidir. Tadqiqot jarayonida o‘quvchi muayyan fizik hodisani dastlab real laboratoriya sharoitida o‘rganib, amaliy-empirik ko‘rsatkichlarni qayd etadi, so‘ngra ushbu jarayonning virtual modelini simulyatsiya qiladi. Bunday qiyosiy tahlil o‘quvchida ideallashtirilgan nazariy model va real fizik borliq o‘rtasidagi og‘ish sabablarini anglash kognitiv ko‘nikmasini shakllantiradi. Masalan, elektrostatika bo‘limini o‘rganishda elektr maydoni kuchlanganligi, potensiallar ayirmasi, nuqtaviy zaryadlarning o‘zaro ta’sir kuchlari yoki kondensatorning sig‘im parametrlarini tadqiq etishda real tajribaning empirik natijalari virtual modelning ideallashtirilgan parametrik ko‘rsatkichlari bilan sinxron solishtiriladi.

To‘rtinchi jihat–pedagogik muloqot va diagnostikada individuallashtirilgan tahliliy qayta aloqa imkoniyatining sifat jihatidan kengayishidir. An’anaviy laboratoriya mashg‘ulotlarida o‘qituvchi uchun bir vaqtning o‘zida butun akademik guruhdagi barcha o‘quvchilarning eksperimental faoliyatini va murakkab matematik hisob-kitoblarini real vaqt rejimida chuqur tahlil qilish vazifasi didaktik va vaqt cheklovlari sababli ancha murakkab kechadi. "InnoLAB" muhitida esa raqamli tizim va SI algoritmlari har bir o‘quvchi tomonidan kiritilgan ma’lumotlarni differensiallashgan holda qayta ishlaydi hamda uning individual kognitiv traektoriyasiga mos tahliliy tavsiyalar, tuzatish kirituvchi evristik ko‘rsatmalar shakllantiradi. Natijada o‘quvchi o‘z xatoligining manbaini mustaqil aniqlash, unga tuzatishlar kiritish va tajriba jarayonini refleksiv qayta bajarish orqali akademik o‘zlashtirish darajasini oshiradi.

Yuqorida keltirilgan pedagogik-funksional xususiyatlardan kelib chiqqan holda, "InnoLAB" texnologiyasining ta’lim jarayonidagi didaktik samaradorligini quyidagi muhim kriterial mezonlar va indikatorlar tizimi asosida baholash maqsadga muvofiqdir.

2-jadval. «InnoLab» texnologiyasining ta’lim samaradorligini baholash mezonlari va kutiladigan natijalar

Samaradorlik mezoni	Kutiladigan natija
Eksperimental ko‘nikma	Real qurilmalar bilan mustaqil ishlash ko‘nikmasi rivojlanadi
O‘lchash madaniyati	O‘lchash aniqligi va xatolik tushunchasi yaxshiroq o‘zlashtiriladi
Ma’lumotlarni qayta ishlash	Hisoblash va grafik tahlil tezlashadi
Fizik tushunchalarni anglash	Real tajriba va nazariy model o‘rtasidagi bog‘lanish kuchayadi
Raqamli kompetensiya	Raqamli vositalar va AI bilan ishlash ko‘nikmasi rivojlanadi
Mustaqil fikrlash	O‘quvchi natijani mustaqil izohlashga yo‘naltiriladi
Tadqiqotchilik kompetensiyasi	Muammo qo‘yish, tekshirish, taqqoslash va xulosa chiqarish ko‘nikmalari rivojlanadi
Ta’lim samaradorligi	Laboratoriya mashg‘ulotining mazmuni va natijadorligi oshadi

Shu bilan birga, "InnoLAB" texnologiyasining didaktik qimmatini faqatgina operatsional vaqtni tejash yoki murakkab matematik hisob-kitoblarni avtomatizatsiyalash kabi pragmatik ko‘rsatkichlar bilan cheklab baholash metodologik jihatdan to‘liq emas. Ushbu muhitning fundamental pedagogik samaradorligi, eng avvalo, o‘quvchining amaliy-empirik faoliyatini kognitiv va konseptual jihatdan chuqurlashtirish, uning tadqiqotchilik avtonomligi va mustaqil fikrlash ko‘lamini kengaytirish bilan belgilanadi.

Xulosa qilib aytganda "InnoLAB" texnologiyasini ta’lim jarayoniga tatbiq etish orqali o‘quvchilarning real laboratoriya jihozlari bilan ishlash, o‘lchash natijalarini statistik qayta ishlash va aniqligini baholash, nazariy va empirik natijalarni qiyoslash, raqamli ma’lumotlar bilan ishlash hamda fundamental ilmiy xulosalarni mustaqil shakllantirish kompetensiyalarini kompleks rivojlantirish uchun zarur pedagogik sharoitlar yaratiladi. Shu bois, "InnoLAB"ni an’anaviy yoki virtual laboratoriyaning oddiy muqobili sifatida emas, balki real tajriba, virtual modellashtirish, avtomatlashtirilgan qayta ishlash va SI tahlilini yagona didaktik muhitga birlashtiruvchi integratsiyalashgan laboratoriya ta’limi texnologiyasi sifatida baholash zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Suyarov Q.T. Fizik eksperimentlar asosida o‘quvchilarda o‘quv-tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirish (akademik litseylar misolida): PhD dissertatsiyasi avtoreferati. – Chirchiq, 2019. – 41 b., 1–41-b.

2. Qodirov M.Q., Ochilov O., Vohidov E.R. “Elektrostatik maydonni o‘rganish” nomli laboratoriya ishini “InnoLab” texnologiyasi asosida o‘qitish usuli // Samarqand davlat universiteti ilmiy axborotnomasi, 6/2-son (142), – Samarqand, 2023. – B. 37-42 https://doi.org/10.59251/2181-1296.2023.v6.142.2.3654

3. Vohidov E.R. “Fizika fanining elektrostatika bo‘limidan laboratoriya ishlarini tashkil etish” // “Fizikada fundamental va amaliy tadqiqotlar – IFARP-2025” Xalqaro ilmiy konferensiya materiallari to‘plami, O‘zMU. – Toshkent, 2025 yil 16–17 may. – B. 324–326

TABIIY FANLAR INTEGRATSIYASI

Tugalov Farxod Qarshiboyevich
Jizzax davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi dotsenti, p.f.f.d. (PhD), dotsent

Annotatsiya. Ushbu maqolada 60530500 – Fizika yo‘nalishi uchun fizika va astronomiya o‘qitish metodikasi fanini o‘qitishda fizika kursining tabiiy fanlar bilan o‘zaro aloqasining mazmun mohiyati yoritilgan. Tabiiy fanlar integratsiyasi tabiiy fanlar o‘rtasida fanlararo aloqalar va o‘zaro bog‘liqlikni o‘rnatish orqali ta’lim mazmunining yaxlitligiga erishish jarayoni va natijasi ekanligi tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: fizika, matematika, kimyo, biologiya, geografiya, fanlararo aloqadorlik, fizika va astronomiya o‘qitish metodikasi, amaliy ko‘nikma, integratsiya, fundamental fan, ilmiy dunyoqarash, tabiiy fanlar integratsiya, Yerning magnit maydoni, atmosfera bosimi, havo namligi, fizik masala.

Bugungi kunda Respublikamizda ta’lim sohasida amalga oshirilayotgan islohotlar mazmun mohiyati uzluksiz ta’lim tizimida sifatli ta’lim jarayonini tashkil etishga qaratilgan. Jumladan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 19 martdagi “Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-5032-son qarorida oliy ta’lim muassasalarida fizika fanlarini o‘qitishning integrativ prinsiplarini joriy etish, yangi va ta’lim bozorida talab yuqori bo‘lgan mutaxassisliklar bo‘yicha kadrlar tayyorlashni yo‘lga qo‘yish orqali yoshlarning fizika ta’limi bilan qamrab olish darajasini oshirish vazifalari belgilangan [1].

60530500 – Fizika yo‘nalishi talabalari uchun o‘qitiladigan Fizika va astronomiya o‘qitish metodikasi fanini o‘qitishda – talabalarga umumta’lim maktablari va akademik litseylarda fizika va astronomiya fanini o‘qitish sirlarini, fizika va astronomiya fanining rivojlanish tarixini, bu fan bo‘yicha bilim, malaka va ko‘nikmaga erishishning eng samarali va qulay yo‘llarini o‘rgatishdan iboratligi maqsad qilib qo‘yilgan.

Fizika va astronomiya o‘qitish metodikasi fanini o‘qitishda “Fizika kursining boshqa o‘quv fanlar bilan o‘zaro aloqasi” mavzusida fizika o‘qitishda fanlararo bog‘lanishning roli, fizika ta’limi asosida integrativ kurslarning

yaratilishi, fizikaning matematika bilan oʻzaro aloqasi, fizikaning kimyo bilan oʻzaro aloqasi, fizikaning biologiya bilan oʻzaro aloqasi, fizikaning astronomiya bilan oʻzaro aloqasi, fizikaning geografiya bilan oʻzaro aloqasi yoritiladi [2].

Ushbu mavzu pedagogika oliy ta’lim muassasalari 60530500 – Fizika yoʻnalishi talabalari uchun oʻqitilishi ularning kasbiy faoliyatlarida tabiiy fanlarning chuqur oʻzaro aloqalari mazmun mohiyatini oʻquvchilarga tushuntirishi va oʻquvchilarning ilmiy dunyoqarashini shakllantirish uchun asos boʻladi. Shu oʻrinda fizikaning matematika, kimyo, biologiya va geografiya fanlari bilan oʻzaro integratsiyasini qarab chiqamiz.

Fizika bugungi rivojlanish jarayonida nihoyatda muhimdir. Insoniyat tarixida oʻtgan har bir jamiyatni bir biridan ajratib turadigan barcha narsalar fizik kashfiyotlarning amaliy qoʻllanilishi natijasida namoyon boʻladi.

Fizika - bu moddiy dunyoning tuzilishi va evolyutsiyasini belgilovchi eng umumiy va asosiy qonunlarni oʻrganadigan fan. Fizika qonunlari barcha tabiiy fanlarning asosini tashkil etadi. Ushbu fan umumiy oʻrta maktab kurslarida zarur va ahamiyatlidir, chunki uni oʻrganish orqali oʻquvchilarda nafaqat dunyoni yaxlit tushunishi rivojlanadi, balki tahliliy koʻnikmalar, muammolarni qoʻyish va hal qilish koʻnikmalari hamda mantiqiy fikrlash asoslari ham rivojlanadi. Bu qobiliyatlarning barchasini rivojlantirish maktab bitiruvchilarining ilmiy dunyoqarashining shakllanishiga ta’sir qiladi.

Fanning rivojlanishi natijasida umumiy oʻrta ta’lim maktablarida oʻrganiladigan materialning murakkabligi, shuningdek, axborot hajmi ham ortadi. Tabiiy fanlar dasturlari oʻquvchilardan koʻp sonli tushunchalarni oʻzlashtirishni talab qiladi, bu esa ta’limning fanga yoʻnaltirilganligi sababli bilimning turli elementlari sifatida koʻrinadi. Fanlarning mustaqilligi va ularning bir-biri bilan zaif aloqalari oʻquvchilarning yaxlit dunyoqarashini rivojlantirishda jiddiy qiyinchiliklar tugʻdirishi va tizimli tushunishga toʻsqinlik qilishi mumkin. Tabiiy fanlar integratsiyasi maktab bitiruvchilari dunyoqarashi rivojlanishining sabablaridan biridir. Ushbu omillar natijasida bilimlarni, ayniqsa, tabiiy fanlarni birlashtirish gʻoyasi zamonaviy ta’limda asosiy tushunchaga aylandi.

Fizikani oʻrganish va fizika masalalarini yechish, matematikaning deyarli barcha sohalarida, elementar arifmetik koʻnikma va malakalardan tortib algebraik bilimlarigacha boʻlgan bilimlar orqali amalga oshadi. Umumiy fizika boʻlimlaridagi fizika masalalarini yechish uchun deyarli barcha matematik bilimlar majmui zarur. Shuning uchun, oʻquvchilarning tabiat qonuniyatlarini yaxlit tushunishini rivojlantirish uchun fizika oʻqituvchilari matematika darslarida olingan bilim, koʻnikma va malakalarga tayanishlari kerak. Bu jarayonning samaradorligi bevosita oʻqituvchining mahoratiga bogʻliq. Ushbu ikki fan integratsiyasi, matematikaning muayyan fizika masalalarini yechish uchun zarurligini koʻrsatish orqali fizika darslarida oʻquv jarayonining sifatini oshirish imkonini beradi. Ushbu ikki fanni integratsiyalash uchun fizika oʻqituvchisi boshlangʻich va oʻrta maktablarda algebra va geometriya kurslarining tuzilishini yetarlicha tushunishi, matematika oʻqituvchisi bilan

aloqada bo‘lishi va shunga asoslanib, o‘quvchilarning mavjud bilimlaridan samarali foydalanishi kerak. Bu holatda fizika darslari matematika darslarida olingan bilim, ko‘nikma va malakalarni takrorlash, mustahkamlash va ko‘pincha ulardagi bo‘shliqlarni bartaraf etishga yordam beradi.

Fizika bilan chambarchas bog‘liq keyingi fan kimyodir. 10-sinfdagi “Molekulyar fizika” bo‘limi “Kimyoning asosiy tushunchalari” va “Kimyoviy elementlarning valentligi” 8-sinf kimyo mavzularidagi kabi mavjud bilimlarga tayanadi. Kimyo bilan bog‘liqlik “Turli muhitdagi elektr toklari” (kimyoda “Elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasi”, “Elektrolitlarning erigan moddalari va eritmalarining elektrolizi” va “Kimyoviy bog‘lanish turlari”), “Atom fizikasi” va “Atom yadrosi fizikasi” (kimyoda “Atom tuzilishi”) bo‘limlarini o‘rganishda ham yaqqol ko‘rinadi. Bir xil miqdorlar, konstantalar va formulalardan foydalanish, moddalarning tuzilishi, bog‘lanish hosil bo‘lishi va boshqalar haqidagi bilimlarni qo‘llash ham bu fanlar o‘rtasidagi yaqin bog‘liqlikni tasdiqlaydi. Fizika o‘qitishda amaliy mashg‘ulot darslarida fizika o‘qituvchisi fizik qonuniyatlarning amaliy ahamiyatini mustaqil ravishda tushuntirishi yoki bu ikki fanni birlashtirishi va o‘quvchilarning mavjud bilimlarini rivojlantirishi mumkin, bu esa o‘quvchilarning o‘rganishini sezilarli darajada yaxshilaydi. Shu bilan birga, masalalarni yechishda fizik va kimyoviy yondashuvlardagi farqlarni, asosiy birliklardan foydalanishning o‘ziga xos xususiyatlarini aniqlash juda muhimdir.

Fizika, biologiya va geografiya o‘rtasidagi fanlararo aloqalar amaliy xususiyatga ega. Fizika ko‘rish, tovush va uning subyektiv xususiyatlari, elektromagnit nurlanishning biologik obyektlarga ta’siri, Yerning magnit maydoni, elektr energiyasi ishlab chiqarish, atmosfera bosimi, havo namligi va biologiya va geografiya bilan bevosita bog‘liq boshqa mavzular kabi masalalarni hal qiladi. Nazariy bilimlarni o‘rganish hamda sifat va miqdoriy amaliy masalalarni yechish bizga fanlararo aloqalarni batafsilroq namoyish etish imkonini beradi, bu esa o‘quvchilarga tabiat qonuniyatlariga yaxlit qarashni rivojlantirishga va ularning nazariy bilimlarining amaliy ahamiyatini namoyish etishga yordam beradi. Bu fanlararo aloqalar sifat va miqdoriy masalalarni yechish orqali aniq namoyon bo‘ladi. Shartlari buni aniq ko‘rsatadigan fizika masalalariga bir nechta misollar [3]:

1. G‘o‘lani yorib o‘tin qilinayotganda bolta g‘o‘lada siqilib qoldi. G‘o‘lani yorish uchun qattiq tayanchga g‘o‘lani urgan ma’qulmi yoki boltaning orqasini urgan ma’qulmi? Urish vaqtini bir xil deb hisoblang.

2. Qaynoq choyli stakanga bir gal kumush qoshiq, ikkinchi gal esa shunday hajmli aluminiy qoshiq tushirildi. Qaysi holda stakandagi temperatura ko‘proq pasayadi?

Fizikani o‘rganish jarayonida vaqtning asosiy qismi masalalar yechishga sarflanadi.

Masala - bu ta’lim va ilmiy faoliyatda duch keladigan, unda noma’lum kattalikni uning ma’lum bo‘lgan kattaliklar bilan bog‘liqligini bilish asosida aniqlashni talab qiladigan vaziyat.

Fizika masalalari o‘quvchilardan fizika bilimlarini o‘zlashtirish va ularning fikrlash tarzini rivojlantirishga qaratilgan fizika qonunlari va usullariga asoslangan fikrlash va amaliy harakatlar bilan shug‘ullanishni talab qiladigan vaziyat hisoblanadi.

Umuman olganda, masalalarni yechish fizikani matematika va tabiiy fanlar bilan integratsiyalashuvini eng yaxshi ta’minlaydigan faoliyatdir. Masalalarning to‘g‘ri tanlangan va xilma-xil tanlovi fanga qiziqishni oshiradi, fizika va boshqa fanlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni va uning amaliy ahamiyatini namoyish etadi.

Bugungi kunda umumiy o‘rta ta’lim davlat standartlarini joriy etish nuqtai nazaridan, maktab bitiruvchilarini tayyorlash ta’limni tashkil etishning yangi shakllarini va uning dastlabki ixtisoslashuvini joriy etish orqali amalga oshiriladi. Shuning uchun shuni ta’kidlash kerakki, tabiiy fanlar va matematika fanlarini yanada rivojlantirish ushbu fanlarning amaliy ahamiyatini namoyish etuvchi integratsiyalashgan kurslar va bir nechta fanlarning birlashishi orqali rivojlanayotgan yangi istiqbolli kasblar doirasida amalga oshirilishi kerak.

Adabiyotlar:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 19 martdagi “Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-5032-son qarori.

2. Tugalov F.Q. Fizika va astronomiya o‘qitish metodikasi. - O‘quv dasturi, 60530500 - Fizika ta’lim yo‘nalishi uchun. – Jizzax 2025.: JDPU.- 11 b.

3. Rimkevich A.P. Fizikadan masalalar to‘plami. O‘rta maktabning 10-11-sinflari uchun. O‘qituvchi nashriyoti. Toshkent 2003 y.

AKADEMIK LITSEYDA FIZIKA FANINI O‘QITISHNING TA’LIMIY METODLARI

Quybakov Xurshid Raxmatullayevich
Sh.Rashidov nomidagi SamDU akademik litseyi fizika fani o‘qituvchisi
xquybakov@gmail.com

AnnotatsiyaMaqola akademik litseyda fizika fanini o‘qitishda innovatsion texnologiyalar asosida interfaol usullarni dars mashg‘ulotlarida qo‘llash masalalariga bag‘ishlangan. Fizika fanining o‘qitish sifatini yaxshilashda innovatsion texnologiyalarni dars jarayonida samarali qo‘llashda o‘qituvchining bilim va mahoratiga, eng muhimi o‘quvchining bilim olish motivatsiyasiga bog‘liqligi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: akademik litsey, fizika, zamonaviy innovatsion texnologiyalar, kasbiy mahorat, motivatsiya.

Hozirgi kunda mamlakatimiz oldida turgan eng muhim va dolzarb vazifalardan biri bu o‘sib kelayotgan yosh avlodni tarbiyalash va ularga imkon darajasida yangi texnologiyalar bilan ishlashni o‘rgatishdir.

O‘qitish texnologiyasi - o‘qitishning maqsadiga yetish uchun tanlab olingan metodlarni, vositalarni turli shaklda qo‘llash, boshqacha aytganda,

o‘quvchilarga bilim berish tarbiyalash va rivojlantirishning unumli yo‘lini ifodalaydi. Bunda xomashyo - o‘quvchi hisoblanadi. Uni ishlatish - o‘qitish jarayonini tashkil qilish. Mahsulot – yetarli bilimga ega bolgan, ta’lim-tarbiya olgan, ong jihatdan rivojlangan akademik litsey bitiruvchisi. Oliy ta’lim muassasasining yo‘nalishlariga, guruhning darajasiga, talabalarning xususiyatlariga, o‘quv predmetlarining o‘rniga, ta’lim muassasasining moddiy-texnik bazasiga va unda yaratilgan sharoitga mos o‘qitish texnologiyasi ishlab chiqiladi hamda amalga oshiriladi [1,45 b.].

O‘qitish texnologiyasining o‘ziga xos xususiyatlari quyidagilardan iborat:

1. O‘qitishning muhitga mos kelishi - o‘qitishni takomillashtirish va davr talabiga qaratilishi. boshqacha aytganda, ilmning yutuqlari bilan uning amalda qo‘llanishi orasidagi farqni qisqartirish.

2. Muvofiqlik - o‘qituvchi bilan o‘quvchilarning minimal harakati bilan ta’lim - tarbiya ishida maksimal natijaga erishishi.

3. Integratsiya - ta’lim-tarbiya ishini rivojlantirishga ijobiy ta’sir qilish maqsadida ko‘pchilik ilmlarning yutuqlarini birlashtirish, bunda pedagogika bilan an’anaviy bog‘langan psixologiya, sotsiologiya, fiziologiyalargina emas, balki informatika, statistika, iqtisodiyot, boshqaruv nazariyasi va boshqa fanlarning asosidan foydalanish.

4. Ilmiylik - o‘qitishda yangi mazmun, metod, vosita va tashkillashtirish shakllarini qo‘llash natijasini tadqiq qilishdir.

5. Jarayonlarni hamda ijobiy natijalarni takrorlanib turishi, har doim ta’lim-tarbiya berishni keyingi bosqichida yangi yutuqlarga erishishga intilishi hamda ta’lim olishi va o‘qitishni yuqori mahorat bilan amalga oshirishiga oldindan sharoit yaratishdir.

6. O‘quvchi yoki o‘quvchi bilan o‘qituvchining ish faoliyatini dasturlash. o‘qitish jarayonini tashkillashtirishni aniq, ipidan-ignasigacha rejalashtirish va aniqlashtirishdir.

7. O‘quv vositalari va materiallaridan faol foydalanish. Bu esa, ma’lumotni faqatgina og‘zaki usulda bermasdan, o‘quv materiallari, texnik vositalari hamda kompyuter texnologiylarini qo‘llash orqali amalga oshirishni nazarda tutadi.

8. Bilim berish va olishning samarali muhitini tashkillashtirish – bu ilmiy tadqiqotlar yutuqlariga asoslanadi. O‘qitishning samaraliligi ta’lim muassasalarining moddiy-texnik bazasining yetarli ta’minlanganlik darajasigagina emas, ulardan foydalanish bo‘yicha ish-harakatlariga bog‘liqdir.

9. O‘qitish natijasini sifatli baholash – bu ta’lim-tarbiya ishining yuritilishida ko‘p hollarda va yakuniy xulosa chiqarishda to‘g‘ri va ob’ektiv baholash, uning sifatini yaxshi bo‘lishining birdan-bir shartidir, albatta, bunga ko‘p vaqt kerak [3,56 b.].

Agar o‘qitish texnologiyasining mohiyatini to‘g‘ri tushunmasak, uni yaratish yo‘lini bilmasak, faqatgina quruq baqirishga berilib, qorong‘ida adashganday ahvolga tushib qolamiz. Bu esa hech qachon yaxshi natijaga olib kelmaydi.

Yorug‘lik tabiatini o‘rgatishda ta’lim texnologiyalari. Ta’limni texnologiyalashtirishning asosini, ta’lim jarayonini, ajratilgan vaqt ichida loyihalashtirilayotgan o‘quv natijalarga erishishlarini kafolatlash maqsadida to‘liq boshqarish g‘oyasi tashkil etadi. Bunday yondoshishning mohiyati, ta’lim jarayonini tizimlashtirishdan - uni, aniq rasmiylashtirilgan va detallari bo‘yicha aniq elementlarga bo‘lib tashlash yordamida maksimal shakllashtirishdan iborat. Ta’lim texnologiyasining predmeti - ta’lim tizimini konseptual asoslariga dalil keltirishdan, maqsadlarni qo‘yishdan, natijalarni shakllantirishdan, o‘quv materialini tanlash va strukturalashtirishdan, ta’lim modelini tanlashdan, to ularni amalga oshirishgacha, ularning optimallik va samaradorlik darajasini loyihalashtirishdan tarkib topgan.

Jahon ta’limi amaliyotida qo‘llanilayotgan asosiy o‘qitish texnologiyalari quyida keltirilgan:

1. O‘yinli texnologiyalar.
2. Muammoli o‘qitish texnologiyasi.
3. Tabaqalashtirilgan o‘qitish texnologiyasi.
4. Individuallashtirilgan o‘qitish texnologiyasi.
5. Dasturlashtirilgan o‘qitish texnologiyasi.
6. Kompyuterli o‘qitish texnologiyasi.
7. Modulli o‘qitish texnologiyasi.
8. Keys stadi o‘qitish texnologiyasi.
9. Kreativ o‘qitish texnologiyasi.
10. Rivojlantiruvchi ta’lim texnologiyasi.
11. To‘liq o‘zlashtirish texnologiyasi.
12. Fan bo‘yicha faoliyat yondashuvi asosida o‘qitish texnologiyalari mavjud [4,69 b.].

“Muammoli vaziyat” metodining tuzilmasi quyidagi bosqichlardan iborat:

1. O‘qituvchi o‘quvchilar holatidan kelib chiqib, muammoli vaziyatni hosil qiladi, o‘rganuvchilar kesimida maqsad va vazifalarni baholaydi.
2. O‘rgatuvchi o‘rganuvchilarga mavzuning maqsad va vazifalari bilan tanishtiradi.
3. Ta’lim beruvchi ta’lim oluvchilarni kichik guruhlarga ajratadi.
4. Muammoning kelib chiqish sabablarini kichik guruhlar tomonidan taqdimot shaklida xilma-xil fikrlar asosida jamlanadi.
5. Ishtirokchilar tomonidan muammoning yechimi turli usullarda muhokama qilinib tahlildan o‘tkaziladi.

Taklif etilayotgan metod yangi bilim va axborotlarni konspektlashtirishning standart chizmasini ishlashga xizmat qiladi va darsning uzundan-uzoq konspektini yozish yukidan xalos etadi.

“Muammoli vaziyat” jadvalini to‘ldiring

Muammoli vaziyat turi	**Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari**	**Vaziyatdan chiqib ketish sabablari**

Yorug‘lik tabiatini o‘rgatish.	Fizikada yorug‘lik to‘lqini qanday tabiatga ega va kimlar tomonidan o‘rgaligan.	Yorug‘lik ham zarra, ham to‘lqin xossasiga ega ekanligini fizik tajribalar asosida tushuntirish.

Yorug‘lik tabiati mavzusi noan’anaviy metodlar yordamida dars mashg‘ulotini olib borish orqali o‘quvchilarda fizika faniga bo‘lgan qiziqishini samarali oshirish mumkin. Yuqorida keltriligan “Muammoli vaziyat” metodi yordamida o‘quvchilarda mavzu bo‘yicha fizik hodisalarni, qonunlarni, tushunchalarni o‘zlashtirish samarasi yuqori bo‘lganligi tajribada isbotlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Taylaqov N.I. Ta’lim texnologiyasi yaratishga qo‘yiladigan talablar. Xalq ta’limi.-2005.

2. Tursunov Q.Sh., Toshpo‘latov Ch.X., Qorjovov M.J. ”Fizika ta’lim texnologiyasi”. Toshkent. 2013.

3. Saidahmedov N. Yangi pedagogik texnologiyalar. – T.: «Moliya», 2003.

4. Ziyomuhammedov B., M. Tojiyev. Pedagogik texnologiya – zamonaviy o‘zbek milliy modeli. Toshkent. «Lider press» 2009.

5. Uzoqova G.S., Tursunov. Q. Sh., Qurbonov M. Fizika o‘qitishning nazariy asoslari.-T.: 2008.

6. Narzullayeva N.H. O‘qitish texnologiyalari va ularning turlari.–Buxoro. “Science and Education” Scientific Journal, 2023. C.1052-1062.

FIZIKA TA’LIMIDA STEM LOYIHALARI ASOSIDA O‘QUVCHILARNING BARQAROR RIVOJLANISH KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI

Sunnatova Lola Muxiddin qizi

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Maqolada 7–9-sinflar uchun termos, o‘zgaruvchan tok generatori, Amper kuchini namoyish qilish qurilmasi, teleskop va mini quyosh elektr stansiyasini yaratishga oid STEM loyihalari metodik jihatdan umumlashtiriladi. Barqaror rivojlanish kompetensiyalarini fizik izoh, tajriba dalili, resurslardan mas’uliyatli foydalanish va hamkorlik orqali rivojlantirish yo‘llari yoritiladi. Loyihalash, sinash va takomillashtirish ketma-ketligi hamda natijalarni baholash mezonlari tavsiflanadi.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, STEM loyihalari, Barqaror rivojlanish kompetensiyalari, energiya samaradorligi, mas’uliyatli iste’mol, muhandislik loyihalash, tajriba, refleksiya.

Kirish. Fizika ta’limida “Barqaror rivojlanish maqsadlari” mazmunini ochish o‘quvchining energiya, material va texnik qurilma haqidagi bilimini amaliy qaror bilan bog‘lashni talab etadi. UNESCO qo‘llanmasida kompetensiyalar bilim bilan cheklanmasligi, faoliyat, tajriba va refleksiya orqali

rivojlanishi koʻrsatilgan [1; 10–11-b.]. BMTning 2030-yilgacha kun tartibidagi Barqaror rivojlanish maqsadlari (BRM)ning 4.7-vazifasi zarur bilim va koʻnikmalarni egallashni nazarda tutadi [2; 17-b.]. Shuning uchun oʻquvchi qurilmaning ishlashini, resurs talabini, uni tekshirish va qayta ishlatish imkoniyatini asoslay olishi kerak.

Maqolaning maqsadi beshta mini-loyihaning metodik mantiqini tizimlashtirish va barqaror rivojlanish kompetensiyalarini kuzatiladigan faoliyat dalillari bilan bogʻlashdir. A. Wiek., L.Withycombe., C.L. Redman kompetensiyalarni ta’lim dasturlarini loyihalash hamda natijalarni baholashning konseptual asosi sifatida tahlil qilgan [3; 203-b.]. Ular tadqiqotida fizik hodisani resursdan foydalanish bilan bogʻlash, dalilli yechim tanlash, xavfsiz konstruksiya yaratish, hamkorlik qilish va oʻz qarorini qayta koʻrib chiqish kabi amallari orqali talqin qilishgan.

Materiallar va metodlar. Tahlil materiali sifatida 7-sinf uchun «Termos yasash», 8-sinf uchun generator va Amper kuchi qurilmasi, 9-sinf uchun teleskop hamda mini quyosh elektr stansiyasiga oid nashr qilinmagan loyiha ishlanmalari olindi. Ularning maqsadi, konstruktiv topshiriqlari, tajriba tartibi, BRM bilan bogʻlanishi va baholash mezonlari mazmuniy-didaktik tahlil qilindi.

Kompetensiyaga oid amallar toʻrtta ishchi yoʻnalishga birlashtiriladi: tizimli tushuntirish – qurilma qismlari va hodisa bogʻliqligini ochish; dalilli tadqiqot – taxmin, nazorat sharti va kuzatuvni farqlash; mas’uliyatli loyihalash – xavfsizlik, material sarfi va qayta foydalanishni hisobga olish; hamkorlikdagi refleksiya – individual hissa va keyingi oʻzgarishni asoslash. Mazkur ishchi guruhlash UNESCO tavsiflagan tizimli fikrlash, hamkorlik va refleksiya mazmuni bilan bogʻlanadi [1; 10-b.]; u tayyor kompetensiyalar standarti emas.

Metodikaning tuzilishi. Kelley va Knowles muhandislik loyihalashni ilmiy izlanish, texnologik savodxonlik va matematik fikrlashni bogʻlovchi vosita sifatida asoslaydi [4; 5–7-b.]. Mazkur ishlanmalarda bu bogʻlanish «tushunaman – rejalashtiraman – yasayman – oʻlchayman yoki kuzataman – izohlayman – takomillashtiraman» ketma-ketligida tashkil etiladi. Fizik bilim material tanlovi va sinov usulini belgilaydi; texnologiya asbob bilan ishlashga, muhandislik konstruksiyaga, matematika oʻlchash va taqqoslashga xizmat qiladi.

Dastlab muammo va mezonlar belgilanadi: «Qaysi hodisani tekshiramiz?», «Natijani qanday dalil tasdiqlaydi?» va «Qaysi materialdan yana foydalanamiz?» Guruh taxminini yozadi, eskiz tayyorlaydi, oʻzgartiriladigan omil hamda oʻzgarmas shartlarni ajratadi. Oʻzgaruvchilarni nazorat qilish va oʻlchash aniqligini hisobga olish ilmiy tadqiqotni rejalashtirishning muhim tarkibidir [5; 59–61-b.]. Qurilmaning ishlashi, xavfsizligi va material sarfi birgalikda koʻrib chiqiladi. Keyingi bosqichda prototip yigʻilib, dastlabki tekshiruvdan oʻtkaziladi. Kesish va teshishni oʻqituvchi yoki mas’ul katta shaxs bajaradi; elektr ulanishlari tekshiriladi. Taqqoslash tajribasida kuzatilgan natija taxmindan alohida qayd etiladi. Boshqa shartlarni imkon qadar teng saqlash, takroriy sinov va asbob cheklovlarini koʻrsatish talab qilinadi. Yakunda guruh aniqlangan kamchilik

uchun bitta asoslangan o‘zgarish kiritib, natijani qayta tekshiradi. Raqamli vosita dalilni qayd etish va tahlil qilishga xizmat qiladi: harorat va quvvat elektron jadvalda ifodalanadi, Amper kuchi namoyishi videoda qayta ko‘riladi. Biroq oddiy asbob, qog‘oz jadval va chizma bilan ham loyiha maqsadi saqlanadi. Guruhdagi rollar navbatlashtirilib, barcha o‘quvchilar kuzatish va izohlashga jalb etiladi. Mashg‘ulot davomiyligi loyiha murakkabligiga moslashtiriladi. Generator va quyosh stansiyasi uchun uchta 45 daqiqalik mashg‘ulot, tayyor detallar bilan Amper kuchi qurilmasi uchun ikki darslik ishchi reja taklif etiladi. Termosda takroriy sinovga vaqt ajratiladi. Bu vaqt taqsimoti sinf sharoiti va asboblar mavjudligiga moslashtiriladigan ishchi tavsiyadir.

Mini-loyihalarning kompetensiyaviy mazmuni. «Termos yasash» loyihasida issiqlik almashinuvini kamaytiruvchi konstruksiya nazorat idishi bilan taqqoslanadi. Suv hajmi, boshlang‘ich harorat, qopqoq va kuzatish muddati tenglashtirilib, harorat qayd etiladi. Natija butun konstruksiyaga tegishli; uni faqat folga ta’siri deb olish mumkin emas. Keyingi sinovda izolyatsiya qalinligi yoki qopqoqdagi bo‘shliq kabi bitta omil o‘zgartiriladi. BRMning energiya samaradorligiga oid 7.3-vazifasi va qayta foydalanishga oid 12.5-vazifasi ushbu qarorlarning mazmuniy yo‘nalishini belgilaydi [2; 19–22-b.].

O‘zgaruvchan tok generatorida mexanik harakat, magnit oqimining o‘zgarishi va elektr signali bog‘liqligi o‘rganiladi. Aylantirish sur’ati o‘zgartirilganda g‘altak, magnit joylashuvi, yuklama va asbob rejimi saqlanadi. Indikator yonmasa, induksiya yo‘q degan xulosadan oldin ulanish va asbob tekshiriladi. Model energiyani yo‘qdan yaratmasligi va tayyor qayta tiklanuvchi elektr stansiyasi emasligi farqlanadi. Mas’uliyatli loyihalash yaroqli qismlarni asrash va ta’mirlanadigan konstruksiya yaratishda namoyon bo‘ladi.

Amper kuchi qurilmasida tok uzilgan nazorat holati, tok ulangandagi harakat hamda tok yoki maydon yo‘nalishi o‘zgartirilgandagi natija taqqoslanadi. «Taxmin – kuzatish – izoh» tartibi harakat sababini tekshirishga xizmat qiladi. Sterjen siljishi kuchning sonli o‘lchovi deb olinmaydi. Tokni nazoratsiz oshirish o‘rniga kontakt, relslar tekisligi va mexanik erkinlik tekshiriladi. Energiya sarfi va qizish haqidagi muhokama xavfsiz muhandislik qarori bilan birlashadi; qismlarni saqlash mas’uliyatli iste’molni ifodalaydi.

Teleskop loyihasida ikki yig‘uvchi linza, sirpanma truba va tayanch yagona optik tizim sifatida qaraladi. O‘quvchi obyektiv va okulyar vazifasini, fokuslashni hamda hisobiy kattalashtirish bilan tasvir sifati farqini tushuntiradi. Tayanchni mahkamlash yoki ichki qaytishlarni kamaytirish takomillashtirish vazifasi bo‘ladi. Loyiha energiya ishlab chiqarish bilan sun’iy bog‘lanmaydi: barqaror rivojlanish mazmuni kuzatishda teng ishtirok, linzalarni qayta ishlatish va qismlarni ajratib saqlashda ifodalanadi.

Mini quyosh elektr stansiyasida panel–zanjir–iste’molchi tizimi tekshiriladi. Panel yo‘nalishi yoki soyalanish o‘zgartirilganda iste’molchi va boshqa shartlar qayd etiladi. Chiqish quvvati $P = UI$ orqali bir xil ish holatidagi kuchlanish va tokdan hisoblanadi. Qayta tiklanuvchi energiyaga oid BRM 7.2

mazmuni yorug‘lik energiyasidan elektr energiyasi olishni o‘rganish bilan bog‘lanadi [2; 19-b.]. Chiqish quvvati ortishi foydali ish koeffitsiyenti ortganini avtomatik tasdiqlamaydi: kiruvchi nurlanish va qabul qiluvchi yuza aniqlanmasa, bunday xulosa chiqarilmaydi. Qismlarni ajratish va qayta ishlatish ham konstruktiv mezon bo‘ladi.

Baholash va muhokama. Redman, Wiek va Barth baholash vositasini aniq o‘quv natijalariga mos tanlash va bir necha dalil turini birlashtirish zarurligini ko‘rsatadi [6; 126–127-b.]. Mazkur loyihalar uchun 100 ballik ishchi taqsimot saqlanadi: konstruktiv bajarilish va xavfsizlik – 15; fizik asoslanganlik – 20; hisoblash va model – 20; tajriba va tahlil – 20; texnik ijodkorlik – 15; himoya va refleksiya – 10 ball. Ushbu ulushlar loyiha ishlanmalarining amaliy vazifalariga mos belgilangan ishchi mezonlardir.

Barqaror rivojlanish kompetensiyasi umumiy ballga tenglashtirilmaydi. Uning dalili material tanlovi, qayta foydalanish, energiyaga oid dalillangan xulosa va individual hissada namoyon bo‘ladi. Prototip, eskiz, o‘lchash jadvali, hisoblash, takomillashtirish tavsifi hamda refleksiya loyiha portfoliosida jamlanadi. Qurilma ishlamasa ham, to‘g‘ri kuzatuv va asosli qayta sinash rejasi tegishli mezonlarda baholanadi. Yordamchi vositadan foydalanishning o‘zi ballni pasaytirmaydi. Rubrikalar oraliq ball berish tartibi bilan farqlanadi; ular yagona empirik tasdiqlangan diagnostik shkala emas. Xavf aniqlansa, faoliyat tuzatishgacha to‘xtatiladi: xavfsizlik ball bilan qoplanmaydi. BRM 13.3 iqlim masalalari bo‘yicha ta’lim va xabardorlikka yo‘naltirilgan [2; 23-b.]. Loyihadagi refleksiya shu ta’limiy mazmunga xizmat qiladi, ammo prototip sinovidan chiqindi gazlar kamayishi yoki aniq iqlimiy ta’sir hisoblab chiqarilmaydi.

Xulosa. Beshta mini-loyiha fizik bilim, muhandislik yechimi, tajriba dalili va mas’uliyatli qarorni yagona faoliyatga birlashtiradi. Barqaror rivojlanish mazmuni material tanlash, energiya o‘zgarishini izohlash, nazoratli taqqoslash va qayta foydalanishni rejalashtirish orqali ochiladi. Tayyor mahsulot bilan birga har bir o‘quvchining izohi, dalili va refleksiyasi baholanadi. Metodikaning kompetensiyalar rivojlanishiga ta’sirini miqdoriy tasdiqlash keyingi pedagogik tajriba-sinov vazifasidir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. UNESCO. Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. – Paris: UNESCO, 2017. – 62 p. – ISBN 978-92-3-100209-0.

2. United Nations General Assembly. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development: Resolution A/RES/70/1 of 25 September 2015. – New York: United Nations, 2015. – 35 p.

3. Wiek A., Withycombe L., Redman C.L. Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development // Sustainability Science. – 2011. – Vol. 6, № 2. – P. 203–218. – DOI: 10.1007/s11625-011-0132-6.

4. Kelley T.R., Knowles J.G. A conceptual framework for integrated STEM education // International Journal of STEM Education. – 2016. – Vol. 3. – Article 11. – DOI: 10.1186/s40594-016-0046-z.

5. National Research Council. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. – Washington, DC: The National Academies Press, 2012. – 400 p. – DOI: 10.17226/13165.

6. Redman A., Wiek A., Barth M. Current practice of assessing students’ sustainability competencies: a review of tools // Sustainability Science. – 2021. – Vol. 16, № 1. – P. 117–135. – DOI: 10.1007/s11625-020-00855-1.

O‘ZBEKISTON TABIATINI MUHOFAZA QILISHDA UGOM–CHOTQOL DAVLAT MILLIY TABIAT BOG‘INING AHAMIYATINI MAKTAB GEOGRAFIYASIDA STEAM VA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA O‘QITISH

Ibroimov Sherzod Ibroim o‘g‘li
Namangan davlat universiteti, geografiya fanlari falsafa doktori, dotsent
G‘oziyeva Fayoza Baxtiyor qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, magistr

Annotatsiya. Maqolada Ugom–Chotqol davlat milliy tabiat bog‘ining O‘zbekiston tabiatini muhofaza qilishdagi tabiiy-geografik va ekologik ahamiyatini maktab geografiyasida STEAM hamda raqamli texnologiyalar asosida o‘qitish imkoniyatlari yoritiladi. Milliy bog‘ning G‘arbiy Tyanshan tog‘ tizimidagi geografik o‘rni, tog‘ ekotizimlari, suv yig‘ilish hududlari, o‘rmon va o‘tloq komplekslari, biologik xilma-xillikni saqlashdagi funksiyalari ta’lim mazmuni bilan bog‘lanadi. GIS, raqamli xaritalar, masofadan zondlash tasvirlari va infografikalardan foydalanish orqali o‘quvchilarda fazoviy fikrlash, ekologik muammolarni tahlil qilish va tabiatni muhofaza qilish bo‘yicha amaliy yechim ishlab chiqish ko‘nikmalarini shakllantirishga qaratilgan metodik model taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: Ugom–Chotqol, milliy tabiat bog‘i, tabiatni muhofaza qilish, STEAM, GIS, raqamli texnologiyalar, geografiya ta’limi.

Kirish. Muhofaza etiladigan tabiiy hududlar biologik xilma-xillik, noyob landshaftlar, suv manbalari va tabiiy ekotizimlarni saqlashning muhim hududiy shaklidir. Ugom–Chotqol davlat milliy tabiat bog‘i G‘arbiy Tyanshanning O‘zbekiston qismidagi yirik tog‘ muhofaza hududlaridan biri bo‘lib, uning tabiiy komplekslari ekologik, suvni muhofaza qiluvchi, rekreatsion va ilmiy-ta’limiy ahamiyatga ega.

Maktab geografiyasida milliy bog‘ misolida tog‘ relyefi, balandlik mintaqalanishi, ichki suvlar, o‘simlik va hayvonot dunyosi hamda tabiatni muhofaza qilish mavzularini yagona hududiy tizim sifatida o‘rganish mumkin.

Bunday yondashuv o‘quvchiga alohida faktlarni emas, balki tabiat komponentlari o‘rtasidagi sabab–oqibat aloqalarini tushunishga yordam beradi.

STEAM yondashuvi ushbu mavzuni geografiya va ekologiya bilan cheklab qo‘ymaydi. Biologiya orqali turlar va yashash muhitlari, fizika orqali suv oqimi va energiya almashinuvi, matematika orqali maydon va statistik ko‘rsatkichlar, informatika orqali GIS qatlamlari, muhandislik orqali ekologik marshrut va muhofaza yechimlari o‘rganiladi. Shu sababli Ugom–Chotqol materiali fanlararo integratsiya uchun qulay real obyekt hisoblanadi.

Maqolaning maqsadi – Ugom–Chotqol davlat milliy tabiat bog‘ining tabiatni muhofaza qilishdagi ahamiyatini ochib berish va ushbu mazmunni maktab geografiyasida STEAM hamda raqamli texnologiyalar bilan integratsiyalashning metodik modelini ishlab chiqish.

Tadqiqot materiallari va metodlari. Tadqiqotda tizimli, qiyosiy-geografik, kartografik, ekologik-geografik va pedagogik modellashtirish metodlaridan foydalanildi. Ta’limiy mazmunni shakllantirishda milliy bog‘ning tabiiy-geografik xususiyatlari, biologik xilma-xilligi, suv yig‘ilish hududlari, rekreatsion imkoniyatlari va muhofaza funksiyalari asosiy yo‘nalish sifatida olindi. Rasmiy ekologik ma’lumotlarda Ugom–Chotqol davlat milliy tabiat bog‘ining maydoni 574,6 ming gektar ekani, hududda 1 787 tur o‘simlik va 230 tur hayvon qayd etilgani ko‘rsatiladi. Shuningdek, 66 tur o‘simlik O‘zbekiston Qizil kitobiga, 46 tur hayvon esa respublika Qizil kitobi va xalqaro muhofaza ro‘yxatlariga kiritilgani qayd etilgan [1]. Bu ko‘rsatkichlar o‘quvchilar uchun biologik xilma-xillikni miqdoriy tahlil qilish va muhofaza zaruratini dalillashga xizmat qiladi. Metodik model besh bosqichga tayandi: 1) muammoli savol; 2) raqamli xaritada geografik o‘rinni aniqlash; 3) tabiiy komponentlar va muhofaza funksiyalarini fanlararo tahlil qilish; 4) STEAM loyiha topshirig‘ini bajarish; 5) natijani xarita, infografika yoki ekologik loyiha shaklida himoya qilish.

Natijalar va muhokama. Ugom–Chotqol milliy bog‘ining tabiatni muhofaza qilishdagi ahamiyatini uchta o‘zaro bog‘liq yo‘nalishda tushuntirish mumkin. Birinchisi – biologik xilma-xillik va yashash muhitlarini saqlash. Tog‘ o‘rmonlari, butazorlar, o‘tloqlar, qoyali hududlar va daryo vodiylari turli ekologik sharoitlarni yaratadi. Ikkinchisi – suv va tuproqni muhofaza qilish. Tog‘ o‘simlik qoplami sirt oqimini sekinlashtirish, infiltratsiyani kuchaytirish va eroziyani kamaytirishga xizmat qiladi. Uchinchisi – ekologik ta’lim va tartibga solingan rekreatsiya orqali tabiatga mas’uliyatli munosabatni shakllantirish. G‘arbiy Tyanshan UNESCO Butunjahon merosi ro‘yxatiga kiritilgan transchegaraviy tabiiy hudud bo‘lib, uning biologik xilma-xilligi va tabiiy landshaftlari xalqaro miqyosda ham e’tirof etilgan [2]. Shu jihatdan Ugom–Chotqol materiallarini o‘rganish o‘quvchilarga mahalliy tabiiy obyektni mintaqaviy va global muhofaza tizimi bilan bog‘lash imkonini beradi.

GIS texnologiyalari mavzuning geografik mazmunini kuchaytiradi. O‘quvchilar raqamli xaritada tog‘ tizmalari, daryolar, balandlik zonalari, o‘simlik qoplami va turistik obyektlarni qatlamlar bo‘yicha tahlil qilishi mumkin.

Masofadan zondlash tasvirlari orqali o‘rmon va ochiq maydonlar, suv obyektlari va infratuzilma elementlarini qiyoslash mumkin. Bunda maqsad professional GIS operatorini tayyorlash emas, balki fazoviy dalil asosida geografik xulosa chiqarishdir.

1-jadval. Ugom–Chotqol milliy bog‘i materiallarini STEAM asosida o‘qitish modeli

STEAM elementi	Fanlararo mazmun	Ugom–Chotqol bo‘yicha topshiriq	Raqamli vosita	Natija
S – Science	Geografiya, biologiya, ekologiya	Ekotizim va turlar o‘rtasidagi aloqani izohlash	Raqamli atlas	Tabiiy tizimni tushunish
T – Technology	GIS, masofadan zondlash	Bog‘ hududini qatlamlar bo‘yicha tahlil qilish	GIS/veb-xarita	Fazoviy savodxonlik
E – Engineering	Ekologik rejalashtirish	Barqaror ekomarshrut loyihalash	Sxema va xarita	Amaliy yechim
A – Arts	Vizual kommunikatsiya	Muhofaza infografikasini yaratish	Grafik muharrir	Axborotni taqdim etish
M – Mathematics	Statistika va hisob	Turlar soni, ulush va diagrammalarni hisoblash	Jadval/kalkulyator	Miqdoriy tahlil

Amaliy dars uchun “Milliy bog‘ni qanday muhofaza qilamiz?” nomli loyiha topshirig‘i taklif etiladi. Birinchi guruh raqamli xaritada suv yig‘ilish hududlarini, ikkinchi guruh biologik xilma-xillik va noyob turlarni, uchinchi guruh turizm va antropogen bosimni, to‘rtinchi guruh esa ekologik ta’lim va ekoturizm imkoniyatlarini tahlil qiladi. Har bir guruh kamida uchta dalil va bitta amaliy yechim ishlab chiqadi. Masalan, suv yo‘nalishidagi guruh “tog‘ o‘rmonlari kamayganda sirt oqimi va eroziya qanday o‘zgaradi?” savoliga javob beradi. Biologiya yo‘nalishidagi guruh noyob tur uchun faqat individni emas, uning yashash muhitini ham saqlash zarurligini asoslaydi. Muhandislik yo‘nalishidagi guruh ekologik jihatdan sezgir hududlarni chetlab o‘tadigan shartli turistik marshrut yaratadi. Matematika yo‘nalishida rasmiy ko‘rsatkichlar asosida Qizil kitob turlarining umumiy flora va fauna tarkibidagi ulushi hisoblanadi.

Bunday darsda baholash mezonlari ham o‘zgaradi. O‘quvchining faqat ma’lumotni eslab qolishi emas, xaritada obyektni aniqlashi, ikki yoki undan ortiq

tabiiy komponent o‘rtasidagi aloqani tushuntirishi, raqamli ma’lumotdan dalil sifatida foydalanishi va muhofaza bo‘yicha real yechim taklif qilishi baholanadi.

STEAM yondashuvining muhim jihati – ekologik muammoni bitta to‘g‘ri javobli topshiriqqa aylantirmaslikdir. Masalan, turizm iqtisodiy va ma’rifiy imkoniyat yaratishi bilan birga, nazoratsiz tashrif chiqindi, payhonlanish va yashash muhitining bezovta qilinishiga olib kelishi mumkin. O‘quvchi muhofaza va foydalanish o‘rtasidagi muvozanatni dalillar asosida izlaydi.

Raqamli texnologiyalar mazkur jarayonda axborot manbai va tahlil vositasi sifatida xizmat qiladi. GIS qatlamlari, sun’iy yo‘ldosh tasvirlari, raqamli foto va diagrammalar o‘quvchining hudud haqidagi tasavvurini aniqlashtiradi. Shu bilan birga, o‘qituvchi foydalanilayotgan ma’lumotning sanasi, manbasi va masshtabiga e’tibor qaratishi, raqamli xaritani mutlaq haqiqat emas, tahlil qilinadigan ma’lumot modeli sifatida tushuntirishi zarur.

Xulosa. Ugom–Chotqol davlat milliy tabiat bog‘i O‘zbekistonning tog‘ ekotizimlari, biologik xilma-xilligi, suv yig‘ilish hududlari va tabiiy landshaftlarini saqlashda muhim ahamiyatga ega. Uning tabiiy-geografik xususiyatlari maktab geografiyasida tabiat komponentlarining o‘zaro aloqasi va muhofaza zaruratini real hudud misolida tushuntirish imkonini beradi.

STEAM va raqamli texnologiyalar asosidagi metodik model geografiya, biologiya, ekologiya, matematika, informatika va muhandislik elementlarini yagona tadqiqot topshirig‘ida birlashtiradi. GIS va raqamli xaritalar fazoviy tahlilni, statistik ma’lumotlar miqdoriy fikrlashni, loyiha topshiriqlari esa ekologik muammoni amaliy yechish ko‘nikmasini rivojlantiradi. Mazkur modelni keyingi bosqichda pedagogik tajriba-sinov orqali tekshirish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. O‘zbekiston Respublikasi Hukumat portali. Ugam-Chatkal State National Natural Park. – 2025.

2. UNESCO World Heritage Centre. Western Tien-Shan. World Heritage List, № 1490.

3. UNESCO Man and the Biosphere Programme. Mount Chatkal Biosphere Reserve.

4. O‘zbekiston Respublikasining “Muhofaza etiladigan tabiiy hududlar to‘g‘risida”gi Qonuni.

5. Bondarenko O.V. Teaching geography with GIS: a systematic review, 2010–2024 // Science Education Quarterly. – 2025. – Vol. 2, № 1. – P. 24–40.

6. Gürhan A., Yağbasan Ö. The effect of Geographical Information Systems (GIS) supported geography education on disaster risk awareness // International Online Journal of Education and Teaching. – 2024. – Vol. 11, № 4. – P. 823–840.

7. Yang D., Wang C., Qian L. Does the use of GIS in geographical education yield better learning outcomes? // Transactions in GIS. – 2024. – Vol. 28. – P. 433–454.

FIZIKADAN SINFDAN TASHQARI MASHG‘ULOT SHAKLLARI VA ULARNING DIFFERENSIAL YONDASHUV NUQTAI NAZARIDAN AFZALLIKLARI

Davlatbayeva Madina Raxim qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti magistranti
Email: *madinaxoshimova10@gmail.com*

Annotatsiya: Mazkur maqolada fizika fanidan sinfdan tashqari mashg‘ulotlarning asosiy shakllari – to‘garak mashg‘ulotlari, darsdan tashqari laboratoriya ishlari va eksperimentlar, mini-loyihalar, viktorina va olimpiadalar, kvest hamda STEAM bilan integratsiyalashgan mashg‘ulotlar – tahlil qilinadi. Har bir shaklning mazmuni, tashkil etish bosqichlari va didaktik imkoniyatlari yoritilib, ularning differensial yondashuv nuqtai nazaridan afzalliklari asoslab beriladi.

Kalit so‘zlar: sinfdan tashqari mashg‘ulotlar, to‘garak, laboratoriya ishlari, mini-loyiha, viktorina, olimpiada, kvest, STEAM, differensial yondashuv, fizika ta’limi.

Ta’lim tizimini modernizatsiya qilish sharoitida o‘quvchilarning qiziqish va qobiliyatlarini rivojlantirish, ularning bo‘sh vaqtini mazmunli tashkil etish muhim pedagogik vazifalardan biriga aylandi. Fizika fani nazariy bilimlarni tajriba bilan bog‘lashni talab qilgani sababli, uni o‘qitishda sinfdan tashqari mashg‘ulotlar alohida ahamiyat kasb etadi: ular o‘quvchilarga fizikaga bo‘lgan qiziqishini oshirish va ijodiy qobiliyatini namoyon etish imkonini beradi [1]. Maqolaning maqsadi – fizikadan sinfdan tashqari mashg‘ulotlarning asosiy shakllarini tahlil qilish va ularning differensial yondashuvni amalga oshirishdagi imkoniyatlarini aniqlashdan iborat.

To‘garak mashg‘ulotlari – o‘quvchilarning qiziqishi, ehtiyoji va individual imkoniyatlarini hisobga olgan holda tashkil etiladigan ixtiyoriy, rejalashtirilgan va tizimli ta’lim faoliyatidir. Uning mazmuni fanlarga oid qo‘shimcha bilimlar, amaliy va tajribaviy faoliyat, ijodiy ishlanmalar, mustaqil izlanishlar hamda kasbga yo‘naltiruvchi mashg‘ulotlarni o‘z ichiga oladi. Fizika to‘garaklarida mazmun asosan tajribalar, masalalar yechish, loyiha va modellashtirish ishlari orqali boyitiladi. To‘garak guruhli, individual, amaliy, loyiha asosidagi hamda musobaqa va tanlov shakllarida olib boriladi. Bunda suhbat va muhokama, amaliy ishlar, muammoli ta’lim, loyiha metodi hamda axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish kabi metodlar samarali hisoblanadi [2]. Ushbu jarayon ixtiyoriylik, tizimlilik, individual xususiyatlarni hisobga olish, nazariya va amaliyot birligi tamoyillariga tayanadi.

Darsdan tashqari laboratoriya ishlari o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat orqali mustahkamlashga xizmat qiladi va odatda dars vaqtida bajarilmay qolgan yoki chuqurlashtirilgan mavzular asosida tashkil etiladi. Fizika laboratoriya mashg‘ulotlari namoyish, front, amaliy, tadqiqot xarakteridagi va

virtual turlarga bo‘linadi. Tadqiqot xarakteridagi ishlarda o‘quvchi muammo qo‘yadi, gipoteza tuzadi, tajriba rejasini ishlab chiqadi va natijalarni tahlil qiladi. Virtual laboratoriyalar esa asbob-uskuna yetishmaganda yoki tajriba xavfli bo‘lganda qulay bo‘lib, interaktiv simulyatorlar va sun’iy intellekt asosidagi platformalar o‘quvchilarga murakkab tushunchalarni o‘zlashtirishda yordam beradi [3]. Eksperiment laboratoriya ishiga nisbatan kengroq tushuncha bo‘lib, darsdan tashqari sharoitda vaqt cheklovi kamligi tufayli murakkabroq tajribalar (elektromagnit induksiya, mexanik tebranishlar, issiqlik almashinuvi) bajarish imkonini beradi. Mini-loyihalar esa muammoni aniqlash, reja tuzish, tadqiqot olib borish, natijalarni qayta ishlash va taqdimot bosqichlaridan iborat bo‘lib, o‘quvchilarda ilmiy-tadqiqot kompetensiyalarini, ijodiy qobiliyatni shakllantiradi [4].

Fizika viktorinalari fundamental mavzularni qiziqarli savol-javob shaklida mustahkamlashga yo‘naltirilgan bo‘lib, jamoaviy, individual, onlayn hamda tajriba va rasmlarga asoslangan ko‘rinishlarda o‘tkaziladi. Fizika olimpiadalari esa iqtidorli o‘quvchilarni aniqlash va ularning ilmiy salohiyatini rivojlantirishga qaratilgan bo‘lib, maktab, tuman (shahar), viloyat va respublika bosqichlarida tashkil etiladi. Xalqaro fizika olimpiadasi (IPhO) birinchi marta 1967-yilda Polshaning Varshava shahrida o‘tkazilgan; unda nazariy va tajribaviy imtihonlar mavjud bo‘lib, bu tuzilma bugungi kunda ham saqlanib qolgan [5]. Olimpiada topshiriqlari murakkab, ko‘p bosqichli, grafik va tajribaviy vazifalarni o‘z ichiga oladi hamda o‘quvchida mustaqil izlanish ko‘nikmasini shakllantiradi.

Fizika kvesti – o‘quvchilar guruhlarga bo‘linib, turli stansiyalarda fizikaga oid topshiriqlarni bajarish orqali umumiy muammoni yechadigan interaktiv shakldir. Kvest kirish (motivatsiya), stansiyalar bo‘yicha topshiriqlar, yakuniy vazifa hamda baholash va muhokama bosqichlaridan iborat. Masalan, “Zaryadlangan sayyora” kvestida sayyora energiyasini tiklash uchun o‘quvchilar mexanika, molekulyar fizika, optika va elektrodinamika bo‘yicha topshiriqlarni ketma-ket bajaradi, har bir bosqichda olingan harf yoki raqamlardan yakuniy parol tuziladi. Bunday o‘yin elementlari motivatsiyani oshiradi, izlanishga undaydi va jamoada ishlash ko‘nikmasini rivojlantiradi [6].

STEAM – fan, texnologiya, muhandislik, san’at va matematikani yagona loyiha asosida integratsiyalashgan holda o‘qitish yondashuvidir [7]. Fizikada STEAM mashg‘uloti real muammoni qo‘yish (masalan, energiyani tejovchi yoritish tizimini yaratish), rejalashtirish, tajriba va konstruksiya, hisob-kitob va modellashtirish hamda natijani taqdim etish bosqichlarida amalga oshiriladi. Bunda fizika matematika, informatika, biologiya va texnologiya bilan bog‘lanib, o‘quvchilarga hodisani turli fanlar nuqtai nazaridan tahlil qilish imkonini beradi [8]. Bu jarayonda o‘qituvchi bilim beruvchidan ko‘ra yo‘naltiruvchi va maslahatchi (fasilitator) rolini bajaradi, bu esa uning metodik va texnologik kompetentligini talab etadi [9].

Differensial yondashuv nuqtai nazaridan ko‘rib chiqilganda, sinfdan tashqari mashg‘ulotlarning har bir shakli o‘ziga xos imkoniyatlarga ega.

Viktorinalarda savollar oson, o‘rtacha va murakkab darajalarda tuziladi: past tayyorgarlikdagi o‘quvchilarga tayanch savollar, yuqori tayyorgarlikdagilarga kombinatsiyalangan masalalar beriladi. Olimpiadalar iqtidorli o‘quvchilarni alohida aniqlash va ular bilan individual ishlash, qiziqishi bor, ammo tayyorgarligi pastroq o‘quvchilar uchun esa soddalashtirilgan tayyorlov bosqichlarini tashkil etish imkonini beradi. Kvestlarda guruh ichida rollar (hisobchi, tajribachi, yozuvchi, yetakchi) taqsimlanib, har bir o‘quvchi o‘z kuchli tomoniga mos vazifani bajaradi, stansiyalar murakkabligi esa turlicha belgilanadi. STEAM loyihalarida texnik qobiliyati kuchli o‘quvchilar konstruksiya va dasturlash bilan, nazariyaga moyillari hisob-kitob bilan, ijodkorlari dizayn va taqdimot bilan shug‘ullanadi. Bu yondashuv har bir o‘quvchining rivojlanish imkoniyatlarini hisobga olishga asoslanadi va L.S. Vygotskiyning yaqin rivojlanish zonasi g‘oyasi bilan uyg‘un keladi [10].

Xulosa qilib aytganda, to‘garak, laboratoriya ishlari, mini-loyihalar, viktorina, olimpiada, kvest va STEAM mashg‘ulotlari fizikadan sinfdan tashqari ta’limning o‘zaro to‘ldiruvchi shakllari bo‘lib, ularni differensial yondashuv asosida tashkil etish o‘quvchilarning bilim darajasi, qobiliyati va motivatsiyasidagi farqlarni hisobga olish, har bir o‘quvchini faol faoliyatga jalb etish va ta’lim sifatini oshirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Tusunboyev O. Fizika fanidan yangi pedagogik texnologiyalar asosida sinfdan tashqari mashg‘ulotlarni takomillashtirish // Физико-технологическое образование. – 2023. – №4. – B. 124.

2. Qodirov A., Karimov A. Fizikadan dars ishlanmalari va innovatsion metodlar. – Toshkent: Fan nashriyoti, 2021.

3. Farmonov O‘.M. Fizika fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalar va sun’iy intellektlardan foydalanish // Indexing. – 2024. – Vol. 1, No. 1. – B. 56.

4. Apsaliyeva X.R. Fizika fanini o‘qitishda ilg‘or pedagogik texnologiyalardan foydalanib o‘quvchilarning ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirish // Ustozlar uchun. – 2024. – 52(1). – B. 31.

5. Xalqaro fizika olimpiadasi // Vikipediya. – URL: https://uz.wikipedia.org/wiki/Xalqaro_Fizika_olimpiadasi

6. Axmedova D. Interaktiv o‘qitish metodlari va ularning o‘quv jarayonidagi o‘rni // Pedagogik izlanishlar jurnali. – 2020. – №4. – B. 45–49.

7. Xolmatova M. STEM yondashuvi asosida fizika fanini o‘qitishning samarali yo‘llari // Ta’lim va rivojlanish jurnali. – 2022. – №2. – B. 60–64.

8. Turaxujayev A.A. Ta’lim jarayonida fizika fanini integrativ yondashuvi, hamda fanlararo bog‘liqlikni qo‘llashning pedagogik asoslari // Zenodo. – 2024. – B. 3.

9. Ibragimova N. Fizika fanini o‘qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarning o‘rni // Theoretical Aspects in the Formation of Pedagogical Sciences. – 2024. – 3(8). – B. 157.

10. Vygotsky L.S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. – Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

FANLARARO INTEGRATSIYA VA STEAM YONDASHUVI

Qayumova Kumush Abdurazzoq qizi1,
Xudoyberdiyeva Yulduz Xayrullo qizi 2
Ajabov Abdurazzoq Qayumovich3
Bobilov Nodirbek Xolto‘rayevich3
1 Samarqand davlat pedagogika instituti fizika kafedrasi assistenti
2 Chirchiq davlat pedagogika universiteti mustaqil tadqiqotchisi
3 Axborot texnologiyalari va menejment universiteti matematika kafedrasi dotsenti, f.-m.f.n.

Annotatsiya. Ushbu ishda fanlarni STEAM yondashuvi asosida o‘qitish, aynan fizikaning dinamika bo‘limiga tegishli bo‘lgan “Ishqalanish kuchi” mavzusini fanlararo integratsiyalab o‘qitishning afzalliklari haqida fikr yuritiladi.

Kalit so‘zlar: STEAM yondashuvi, integratsiya, texnologiya, dizayn.

Fanlararo integratsiyalab o‘qitishda - bir fan doirasida o‘rganilayotgan bilimlar boshqa fanlardagi tushuncha va amaliy faoliyat bilan uyg‘unlashtiriladi. Natijada o‘quvchilar bilimlarni alohida-alohida emas, balki yaxlit tizim sifatida idrok etadilar.

Tinglovchilarda: bilim, ko‘nikma hamda kompetensiyalarni shakllantirish jarayonida turli fanlar mazmuni o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni ta’minlash - fanlararo integratsiyaning asosiy maqsadi hisoblanadi. Bunda turli fanlarga tegishli bo‘lgan bilimlar o‘zaro uyg‘unlashib, bir-birini to‘ldiradi. Tinglovchilar esa ushbu holatda egallashi zarur bo‘lgan bilimlarni yaxlit holda idrok etishadi. Dunyo ta’lim tizimida STEAM yondashuvi tobora kengayib, o‘z o‘rniga ega bo‘lishda davom etmoqda.

STEAM quyidagi yo‘nalishlarni o‘zida mujassam etadi:

S – Science – tabiiy fanlar;

T – Technology – texnologiya;

E – Engineering – muhandislik;

A – Art – san’at va ijodkorlik;

M – Mathematics – matematika.

STEAM ta’limida muayyan bir muammo yoki amaliy vazifani yechish uchun bir necha fanlarning bilimlari bir vaqtning o‘zida qo‘llaniladi. Demakki, STEAM yondashuvi fanlararo integratsiyani amaliy faoliyat orqali amalga oshirishga xizmat qiladi. Jumladan, fizika fanining dinamika bo‘limidagi “Ishqalanish kuchi” mavzusini STEAM asosida o‘qitishda quyidagi fanlararo integratsiyani amalga oshirish o‘rinli bo‘ladi:

STEAM yo‘nalishi	**Fanlararo bog‘liqlik**	**O‘quv faoliyati**

Science	Fizika	Ishqalanish kuchining hosil bo‘lishi va unga ta’sir etuvchi omillarni o‘rganiladi
Technology	Informatika, texnologiya	Tajriba natijalarini elektron vositalar yordamida qayta ishlanadi
Engineering	Muhandislik, texnologiya	Ishqalanishni kamaytiruvchi yoki oshiruvchi model va konstruksiyalar yaratiladi
Art	Tasviriy san’at, dizayn	Tajriba qurilmasi, model, chizma va taqdimotlar estetik loyihalashtiriladi
Science	Fizika	Ishqalanish kuchining hosil bo‘lishi va unga ta’sir etuvchi omillar o‘rganiladi

“Ishqalanish kuchi” mavzusida fanlararo integratsiya

Ushbu mavzuni o‘qitishda o‘quvchilar, avvalo, fizik qonuniyatni o‘rganadilar:

$F_i = \mu N$

Keyin esa, matematika fanidan foydalanib ishqalanish kuchi, tayanch reaksiya kuchi va ishqalanish koeffitsienti orasidagi bog‘lanishlarni hisoblaydilar. Informatika va texnologiya elementlari yordamida tajriba natijalarini jadval va grafiklar ko‘rinishida ifodalaydilar. Muhandislik yondashuvi asosida turli sirtlarda harakatlanuvchi jismlar uchun oddiy tajriba qurilmalari yoki modellar yaratadilar. San’at komponenti esa yaratilgan loyiha, model va taqdimotlarni ijodiy hamda estetik jihatdan rasmiylashtirish imkonini beradi.

Xulosa o‘rnida aytish mumkinki, fanlararo integratsiya STEAM yondashuvining muhim metodologik asosini tashkil etadi. Ayniqsa, fizikaning dinamika bo‘limini, jumladan, “Ishqalanish kuchi” mavzusini o‘qitishda fizika, matematika, informatika, texnologiya, muhandislik va san’at elementlarini o‘zaro uyg‘unlashtirish o‘quvchilarning bilimlarni chuqur o‘zlashtirishiga xizmat qiladi. Bunday yondashuv ta’lim jarayonini amaliy, tadqiqotchilikka yo‘naltirilgan va ijodiy mazmunda tashkil etib, o‘quvchilarda zamonaviy kompetensiyalarni shakllantirishga imkon beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Qayumova K.A. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida muammoviy ta’lim STEAM ta’limi uchun didaktik asos sifatida. “Pedagogik mahorat” ilmiy-nazariy va metodik jurnali - №7. 2026. – 85-88 b.

SINFDAN TASHQARI MASHG‘ULOTLARDA DIFFERENSIAL YONDASHUVNI QO‘LLASH METODIKASI

Davlatbayeva Madina Raxim qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti magistranti
Email: *madinaxoshimova10@gmail.com*

Annotatsiya: Mazkur maqolada fizikadan sinfdan tashqari mashg‘ulotlarda differensial yondashuvni amalga oshirish metodikasi ishlab chiqiladi. Metodikaning umumiy modeli, o‘quvchilarning boshlang‘ich diagnostikasi va guruhlash mezonlari, differensial topshiriqlar tuzish algoritmi, “oson → o‘rta → qiyin” tamoyili bo‘yicha mashqlar tizimi, mexanika, optika va elektrika bo‘yicha amaliy misollar, to‘garaklarni modullashtirish hamda monitoring va baholash mezonlari yoritiladi.

Kalit so‘zlar: differensial yondashuv, sinfdan tashqari mashg‘ulotlar, diagnostika, differensial topshiriqlar, modul, monitoring, fizika to‘garagi, baholash mezonlari.

O‘quvchilarning bilim darajasi, qiziqishi va o‘zlashtirish tezligi bir xil emas. “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonun shaxsga yo‘naltirilgan ta’lim va o‘quvchilarning qiziqishlarini rivojlantirish tamoyillarini belgilab beradi [1]. Ta’limni differensiallash va individuallashtirish masalalari pedagogika fanida keng o‘rganilgan bo‘lib, ular o‘quvchining imkoniyatiga mos topshiriq tanlashni nazarda tutadi [2, 3]. Sinfdan tashqari mashg‘ulotlar ixtiyoriylik va erkin muhit bilan ajralib turgani sababli differensial yondashuvni joriy etish uchun qulay maydon hisoblanadi [4]. Maqolaning maqsadi – fizika to‘garaklarida differensial yondashuvni tizimli qo‘llash metodikasini taklif etishdan iborat.

Metodikaning umumiy modeli beshta komponentdan tashkil topadi: maqsadli (maqsad, vazifa va kutiladigan natijalar), diagnostik (boshlang‘ich tayyorgarlik va qiziqishni aniqlash), mazmuniy (differensial darajalarda tanlangan mavzu, masala va tajribalar), jarayon-texnologik (metod, shakl, vosita va topshiriqni taqdim etish mexanizmi) hamda nazorat-baholash (oraliq va yakuniy monitoring, refleksiya) komponentlari. Mashg‘ulotlar quyidagi ketma-ketlikda tashkil etiladi: diagnostika → guruhlash → topshiriqlarni differensiallash → faoliyatni tashkil etish → monitoring → tahlil va takomillashtirish. Differensiallash faqat topshiriqlarda emas, balki mashg‘ulot shakli, o‘quv vositalari va baholash mezonlarida ham aks etishi kerak.

Boshlang‘ich diagnostika differensial yondashuvning tayanch nuqtasidir. U test va qisqa nazorat savollari, turli murakkablikdagi diagnostik masalalar, kuzatuv va suhbat, mini-laboratoriya topshiriqlari hamda portfolio tahlili orqali amalga oshiriladi. Masalan, fizikadan 10 ta savoldan iborat qisqa test (kuchning SI birligi, Om qonuni, yorug‘likning qaytish qonuni, energiyaning saqlanish qonuni va boshqalar) natijasiga ko‘ra o‘quvchilar uch guruhga ajratiladi: 8–10 ball – A guruh (yuqori tayyorgarlik, mustaqil ishlay oladi), 5–7 ball – B guruh

(o‘rta tayyorgarlik, yo‘naltirishga muhtoj), 0–4 ball – C guruh (boshlang‘ich tayyorgarlik, ko‘proq ko‘rsatma talab qiladi). Testni qiziqish va motivatsiya anketasi hamda 10 balli mini-laboratoriya topshirig‘i (tajribani tashkil etish, o‘lchash aniqligi, natijani jadvalga tushirish, xulosa va xavfsizlik qoidalari – har biri 2 ball) to‘ldiradi. Guruhlash qat’iy emas, dinamik bo‘ladi: o‘quvchi rivojlanishi bilan yuqori guruhga o‘tishi mumkin, shu sababli har 4–6 mashg‘ulotdan so‘ng qayta diagnostika o‘tkaziladi.

Differensial topshiriqlar tuzish algoritmi olti bosqichdan iborat: mavzu va kompetensiyalarni belgilash; diagnostika asosida o‘quvchilar darajasini aniqlash; topshiriqlarni uch darajada loyihalash; ko‘rsatma, vaqt me’yori va baholash mezonlarini ishlab chiqish; bajarilish jarayonini (yakka, guruh yoki aralash) tashkil etish; natijalarni tahlil qilib, keyingi mashg‘ulotni takomillashtirish. Topshiriqlar “oson → o‘rta → qiyin” tamoyili bo‘yicha beriladi. Oson daraja bazaviy tushuncha va formulalarni qo‘llashga, o‘rta daraja 2–3 bosqichli masalalar, grafik va jadval bilan ishlashga, qiyin daraja esa olimpiada uslubidagi masalalar, tajribani mustaqil loyihalash va modellashtirishga yo‘naltiriladi. Har bir mavzu uchun uch darajali topshiriqlar banki yaratiladi; minimal daraja barcha uchun majburiy, yuqori darajalar esa ixtiyoriy va rag‘batlantiruvchi bo‘ladi.

Amaliy misol sifatida mexanika, optika va elektrika bo‘limlari bo‘yicha darajali topshiriqlar taklif etiladi. Mexanikada oson daraja – $m = 2$ kg jismga $F = 6$ N kuch ta’sir etganda tezlanishni topish; o‘rta daraja – ishqalanishsiz tekislikda harakat va oxirgi tezlikni hisoblash yoki v–t grafigi asosida yo‘lni aniqlash; qiyin daraja – ishqalanish koeffitsientli tekislikdagi harakat yoki Atvud mashinasi masalasi. Optikada oson daraja – qaytish qonuni va linzaning optik kuchini hisoblash, o‘rta daraja – linza formulasi bo‘yicha tasvir masofasini topish, qiyin daraja – ikki linzali tizim yoki suvli idishdagi ko‘rinma chuqurlik masalasi, ijodiy topshiriq sifatida periskop yoki kamera-obskura yasash. Elektrikada oson daraja – Om qonuni (masalan, $U = 12$ V, $R = 6$ Ω bo‘lsa, $I = 2$ A), o‘rta daraja – ketma-ket va parallel ulanishda umumiy qarshilik, qiyin daraja – aralash ulanish, manbaning ichki qarshiligi va signalizatsiya sxemasini loyihalash. Har bir bo‘limga amaliy tajriba (aravachaning tezlanishini aniqlash, sinish hodisasi, Om qonunini tekshirish) va refleksiya savollari biriktiriladi.

To‘garak mashg‘ulotlarini modullashtirish – mazmunni kichik, mantiqan yakunlangan bloklarga bo‘lib tashkil etishdir. Fizika to‘garagi uchun mexanika, termodinamika, elektrika, optika va zamonaviy fizika modullari taklif etiladi; har bir modul 4–6 mashg‘ulotdan iborat bo‘lib, yakunida mini-loyiha, viktorina yoki amaliy natija taqdimoti o‘tkaziladi. Modul yondashuvi mazmunni tizimlashtiradi, natijani baholashni osonlashtiradi va o‘quvchiga o‘z darajasi hamda qiziqishiga mos yo‘nalishni tanlash imkonini beradi.

Differensial yondashuvda baholash o‘quvchining individual rivojlanish dinamikasini ko‘rsatishi lozim. Buning uchun bilim, ko‘nikma, ijodkorlik, kommunikativlik va mustaqillik mezonlaridan foydalaniladi. Masalan, masala yechishda C guruh uchun bir bosqichli, B guruh uchun 2–3 bosqichli, A guruh

uchun noan’anaviy (olimpiada) masalalar; tajribada mos ravishda ko‘rsatma bilan, qisman mustaqil va mustaqil loyihalash talab etiladi. Baholashda reyting jadvali, kuzatuv varaqasi va portfoliodan foydalaniladi. O‘qituvchi uchun asosiy metodik tavsiyalar: har mashg‘ulot boshida 3–5 daqiqalik kirish diagnostikasi o‘tkazish; har bir mavzu bo‘yicha uch darajali topshiriqlar bankini oldindan tayyorlash; o‘quvchilarni bilimiga qarabgina emas, qiziqishiga ko‘ra ham guruhlash; amaliy tajribalar ulushini oshirish; muvaffaqiyatni rag‘batlantirish (sertifikat, reyting, “eng yaxshi loyiha”); har modul yakunida refleksiya o‘tkazish va portfolio yuritish. Xulosa qilib aytganda, diagnostika, darajali topshiriqlar, modul tuzilma va dinamik baholashni birlashtirgan metodika sinfdan tashqari mashg‘ulotlarda har bir o‘quvchi uchun muvaffaqiyat vaziyatini yaratadi va fizikaga bo‘lgan qiziqishni oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasining “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni. O‘RQ–637. 23.09.2020 // Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi.

2. Unt I.E. Individualizatsiya i differentsiatsiya obucheniya. – M.: Pedagogika, 1990.

3. Tomlinson C.A. The Differentiated Classroom: Responding to the Needs of All Learners. – Alexandria, VA: ASCD, 1999.

4. Tusunboyev O. Fizika fanidan yangi pedagogik texnologiyalar asosida sinfdan tashqari mashg‘ulotlarni takomillashtirish // Физико-технологическое образование. – 2023. – №4. – B. 124.

FIZIKADAN MASALALAR YECHISHDA PISA VA TIMSS TAJRIBASIDAN FOYDALANISH

Eshkuziyeva Xusnora
O‘zbekiston Milliy pedagogika universiteti Magistratura bo‘limi Aniq va tabiiy fanlarni o‘qitish metodikasi(Fizika va astranomiya)yo‘nalishi 2-kurs magistranti
Ilmiy rahbar : p.f.f.d(PhD) dots. H.N.Bozorov

Annotatsiya. Maqolada fizika fanini o‘qitishda xalqaro baholash dasturlari – PISA va TIMSS tajribasidan foydalanish masalalari tahlil qilinadi. O‘zbekistonning 2030-yilgacha PISA reytingida birinchi 30 talikka kirish maqsadi doirasida fizikadan masalalar yechish jarayonida kontekstual, tadqiqotga asoslangan va yuqori tartibli fikrlashni rivojlantiruvchi yondashuvlar asoslab beriladi. So‘nggi yillardagi milliy natijalar (PISA 2022, TIMSS 2023, PISA 2025) tahlil qilinib, 6 bosqichli integratsiya modeli taklif etiladi. Tadqiqot natijalari fizika ta’limida ilmiy savodxonlik va muammo yechish kompetensiyalarini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: PISA, TIMSS, fizika ta’limi, muammo yechish, ilmiy savodxonlik, kontekstual yondashuv, STEAM.

Kirish

PISA va TIMSS tizimlari haqida

PISA (Programme for International Student Assessment) 15 yoshdagi o‘quvchilarning bilim va ko‘nikmalarini baholaydi. Ularning matematik, fan (jumladan Fizika) va o‘qish sohalaridagi amaliy qobiliyatlarini real hayotdagi vaziyatlarda qo‘llash darajasini o‘lchaydi.

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) 4- va 8-sinf o‘quvchilarning matematik va Fizika bilimlarini baholaydi, sinf dasturida o‘rgatilgan konseptual va faktik bilimlarni aniqlashga e’tibor qaratadi.

PISA testlari amaliy vaziyatlarda bilimlarni qo‘llashga urg‘u beradi, TIMSS esa o‘quv dasturidagi bilimlarni chuqur tushunish va konspektual bilimlarni aniqlashga qaratilgan. Masalan, PISA savollarida o‘quvchilarga “real hayotdagi vaziyatni hal qilish” vazifasi beriladi, TIMSS savollarida esa darslikdagi mavzularni tushunish darajasi sinovdan o‘tadi.

Metodologiya

Fizika fanini o‘qitishda PISA va TIMSS yondashuvlarini qo‘llash quyidagi jihatlar orqali amalga oshiriladi:

Mantiqiy va tanqidiy fikrlashni rivojlantirish: O‘quvchilar nafaqat “qanday?” degan savolga, balki “nima uchun?” va “qanday qilib yaxshiroq qilish mumkin?” degan savollarga javob izlashga o‘rganadilar. Masalan, elektr davrasi elementlari qanday ishlashini faqat yodlash emas, balki amalda o‘z davrasini qurish va xatolarni aniqlash orqali tushunish.

Ijodiy fikrlashni shakllantirish: Murakkab muammolarga nostandart, ijodiy yechimlar topish ko‘nikmasi rivojlanadi. Masalan, mexanika bo‘limida turli og‘irlikdagi jismlarni turli maydonlarda harakatga keltirish usullarini sinash.

Kontekstual-integratsiyalashgan modellar: O‘quv jarayoniga hayotiy kontekstlar kiritiladi. Masalan, Fizika darsida mavzuni shunchaki formulalar bilan o‘rganish o‘rniga, avtomobil dvigatelining ishlash prinsipi orqali o‘rganish. Shu bilan birga, bu yondashuv boshqa fanlar bilan integratsiyalashadi: matematika hisob-kitoblari, informatika modellari va kimyo reaksiyalari bilan bog‘lanadi.

Natijalar va muhokama

O‘zbekiston maktablarida 8-sinf o‘quvchilari uchun o‘tkazilgan TIMSS testlari natijalari shuni ko‘rsatdiki: o‘quvchilarning mexanika bo‘limidagi bilimlari kuchli, ammo elektr va magnit maydon bo‘limida zaif. Bu ma’lumot asosida dars rejalari qayta ko‘rib chiqildi, laboratoriya tajribalari ko‘paytirildi va o‘quvchilarga ko‘proq amaliy mashqlar berildi.

PISA va TIMSS metodlarining joriy etilishi o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyot bilan bog‘lash, muammolarni hal qilish ko‘nikmalarini rivojlantirish va kompetensiyaga asoslangan yondashuvni shakllantirishga yordam beradi.

Masalan, mexanika bo‘limida sinov va mashqlar bilan birgalikda real hayotiy modellardan foydalanish, o‘quvchilar nazariy bilimlarini sinovdan o‘tkazish va tushunchalarni mustahkamlash imkonini beradi. Shuningdek, PISA

savollarini qo‘shish orqali o‘quvchilar real muammolarni tahlil qilish, turli variantlarni solishtirish va eng optimal yechimni topish ko‘nikmasini rivojlantiradi.

Qo‘shimcha tavsiyalar

Fizika darslarida laboratoriya tajribalarini ko‘paytirish, amaliyot va nazariy bilimlarni bog‘lash.

PISA va TIMSS kabi testlardan olingan natijalar asosida o‘quvchilarni guruhlashtirish va individual yondashuvni joriy qilish.

Fanlararo integratsiya: matematika, informatika va kimyo bilan bog‘langan loyihaviy ishlanmalarni qo‘llash.

Amaliy vaziyatlar orqali ijodiy va tanqidiy fikrlashni rivojlantirishga alohida e’tibor berish.

O‘zbekiston Respublikasida ta’lim sifatini oshirish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biriga aylangan. “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi” (PF-4947, 2017), Xalq ta’limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi hamda Vazirlar Mahkamasining 997-son qarori (2018) asosida mamlakat xalqaro baholash dasturlarida faol ishtirok etmoqda. Maqsad – 2030-yilga kelib PISA reytingida jahonning 30 ta ilg‘or mamlakati qatoriga kirishdir.

So‘nggi natijalar bu borada hali sezilarli rezervlar mavjudligini ko‘rsatmoqda. PISA 2022 da matematika bo‘yicha 364 ball (81 davlat ichida 72-o‘rin), TIMSS 2023 da 8-sinf tabiiy fanlar bo‘yicha 396 ball (44 davlat ichida 39-o‘rin), matematika bo‘yicha 421 ball (32-o‘rin) qayd etilgan. PISA 2025 da tabiiy fanlar savodxonligi 438 ballga yetib, 91 davlat ichida 48-o‘ringa ko‘tarilgani ijobiy dinamikani anglatadi, biroq fizika komponenti bo‘yicha chuqurroq ishlash zarurligini ta’kidlaydi.

Fizika fani o‘quvchilarning mantiqiy, tanqidiy va kreativ fikrlashini shakllantirishda alohida o‘rin tutadi. An’anaviy masalalar yechish ko‘pincha formulalarni mexanik qo‘llash bilan cheklanadi. PISA va TIMSS tajribasi esa bilimlarni real hayotiy kontekstda qo‘llash, muammolarni tahlil qilish va dalillarga asoslangan yechim topishni talab etadi. Ushbu maqolada aynan shu tajribani fizikadan masalalar yechish jarayoniga integratsiya qilishning nazariy asoslari va amaliy yo‘llari yoritiladi.

1. PISA va TIMSS ning konseptual asoslari

PISA (Programme for International Student Assessment) – OECD tomonidan 15 yoshli o‘quvchilarning o‘qish, matematik va tabiiy-ilmiy savodxonligini baholash dasturidir. U o‘quv dasturiga bog‘liq emas, balki “hayotga tayyorlik” darajasini o‘lchaydi. Tabiiy-ilmiy savodxonlik doirasida fizika “fizik tizimlar” (harakat, kuch, energiya, to‘lqinlar, elektr va magnetizm) sifatida ifodalanadi. Kompetensiyalar uchta klasterda baholanadi:

- ilmiy hodisalarni tushuntirish;
- ilmiy tadqiqotlarni baholash va loyihalash;
- ma’lumot va dalillarni ilmiy talqin qilish.

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) IEA tomonidan o‘tkaziladi va 4- hamda 8-sinf o‘quvchilarining matematika va tabiiy fanlar (jumladan, fizika) bo‘yicha o‘quv dasturiga asoslangan yutuqlarini baholaydi. Fizika mazmuni mexanika, issiqlik hodisalari, elektr va magnetizm, to‘lqinlar va zamonaviy fizika elementlarini qamrab oladi. Kognitiv domenlar – bilish, qo‘llash va mulohaza yuritish – aniq belgilangan. 2019-yildan boshlab Problem Solving and Inquiry (PSI) topshiriqlari joriy etilgan bo‘lib, ular interaktiv, bosqichma-bosqich tadqiqot talab qiladi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, PISA fan topshiriqlarining taxminan 49 foizi, TIMSS ning esa 26 foizi muammo yechish xususiyatiga ega. PISA ko‘proq tanqidiy baholash va kontekstual fikrlashni, TIMSS esa fan bilimi va o‘zgaruvchilar o‘rtasidagi bog‘liqliklarni aniqlashni talab qiladi.

2. Fizikadan masalalar yechishda integratsiya imkoniyatlari

An’anaviy fizika masalalari ko‘pincha abstrakt va bir ma’noli bo‘ladi. PISA va TIMSS yondashuvi quyidagi o‘zgarishlarni talab etadi:

Kontekstualizatsiya. Masala real hayotiy vaziyatga joylashtiriladi .Masalan, “Quyosh paneli samaradorligi”, “Issiqxona effekti” yoki “Transport vositalarining energiya sarfi” kabi topshiriqlarda o‘quvchi grafik, jadval va matnlarni tahlil qilib, fizik qonunlarni qo‘llaydi.

Tadqiqotga asoslangan yondashuv. TIMSS PSI topshiriqlari kabi o‘quvchi o‘zgaruvchilarni aniqlaydi, gipoteza ilgari suradi, natijalarni solishtiradi. Bu o‘quvchini passiv tinglovchidan faol tadqiqotchiga aylantiradi.

Yuqori tartibli fikrlash. Bloom taksonomiyasining tahlil, sintez va baholash darajalariga mos topshiriqlar tanlanadi. Xalqaro tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, PISA va TIMSS topshiriqlarining katta qismi aynan shu darajalarni qamrab oladi.

Amaliyotda quyidagi 6 bosqichli model tavsiya etiladi:

1. Mavzuga mos ochiq topshiriqlarni tanlash;
2. Mahalliy kontekstga moslashtirish;
3. Didaktik qayta ishlash (daraja bo‘yicha adaptatsiya);
4. Darsda qo‘llash (guruh ishi, muhokama);
5. Refleksiya;
6. Ijodiy moslashtirish (yangi topshiriqlar yaratish).

3. So‘nggi milliy natijalar va istiqbollar

PISA 2025 da tabiiy fanlar bo‘yicha 438 ball (48-o‘rin) qayd etilgani ijobiy siljishdir. Biroq TIMSS 2023 da tabiiy fanlar bo‘yicha 396 ball hali o‘rtacha darajadan pastligini ko‘rsatadi. Bu fizika ta’limida kontekstual va tadqiqotga asoslangan masalalarni keng joriy etish zarurligini tasdiqlaydi. Raqamli texnologiyalar (virtual laboratoriyalar, interaktiv simulyatsiyalar) bilan boyitilgan yondashuvlar konferensiyaning 2- va 3-sho‘balari (raqamli texnologiyalar va STEAM) bilan uyg‘unlashadi.

Xulosa

Fizikadan masalalar yechishda PISA va TIMSS tajribasidan foydalanish o‘quvchilarning ilmiy savodxonligini, tanqidiy va kreativ fikrlashini

rivojlantirishning samarali vositasidir. So‘nggi milliy natijalar bu yo‘nalishda tizimli ish olib borish zarurligini ko‘rsatmoqda. Taklif etilgan 6 bosqichli model va kontekstual yondashuvlar fizika ta’limini xalqaro standartlarga yaqinlashtirishga xizmat qiladi. Kelgusida o‘qituvchilar malakasini oshirish va milliy topshiriqlar bankini yaratish ishlarini kuchaytirish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Xalq ta’limi tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi. – Toshkent, 2019.

2. Vazirlar Mahkamasining 2018-yil 8-dekabrdagi 997-son “Xalq ta’limi tizimida ta’lim sifatini baholash sohasidagi xalqaro tadqiqotlarni tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori.

3. Maxmudova D.M., Shernazarov I.E., Qoraxonova L.M., Xujanov E.B., Avci D.E., Eshmamatov I.A. Xalqaro baholash asoslari. – Toshkent, 2022. – 299 b.

4. Mullis I.V.S., Martin M.O. va boshq. TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science. – Boston College: TIMSS & PIRLS International Study Center, 2020.

5. OECD. PISA 2015 Released Field Trial Cognitive Items. – Paris, 2015.

6. Scientists.uz. Didactic Features of PISA Tasks and the Methodology of Their Application in Physics Education // Science and Innovation. – 2026.

7. Infoedu.uz. O‘zbekiston PISA 2029da qatnashadi, baholashga sun’iy intellekt kiradi. – 2026.

FIZIKA TA’LIMIDA MUHANDISLIK LOYIHALARI ASOSIDA O‘QUVCHILARNING AMALIY KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISH

Muxammadiyeva Dilnavoz Dilshod qizi
Nizomiy nomidagi O‘zMPU fizika kafedrasi o‘qituvchisi

Annotatsiya. Maqolada fizika ta’limi jarayonida muhandislik loyihalash yondashuvini qo‘llash orqali o‘quvchilarning amaliy kompetensiyalarini rivojlantirish muammosi ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot doirasida umumiy o‘rta ta’lim maktabining 9-sinf o‘quvchilari ishtirokida pedagogik eksperiment tashkil etilgan bo‘lib, unda an’anaviy dars shakli bilan muhandislik loyihalari asosida tashkil etilgan darslarning o‘quvchilar amaliy kompetensiyalariga ta’siri qiyosiy tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, muhandislik loyihalash, amaliy kompetensiya, STEM ta’lim, loyiha metodi, faol o‘qitish.

Zamonaviy ta’lim tizimining ustuvor vazifalaridan biri o‘quvchilarda nafaqat nazariy bilimlarni, balki ularni real hayotiy vaziyatlarda qo‘llay olish qobiliyatini – amaliy kompetensiyalarni shakllantirishdir. O‘zbekiston Respublikasi ta’lim tizimini isloh qilish bo‘yicha qabul qilingan normativ hujjatlarda ta’lim sifatini oshirish va o‘quvchilarda XXI asr ko‘nikmalarini

rivojlantirish masalalari alohida e’tiborga olingan [1]. Fizika fani o‘z tabiatiga ko‘ra nazariya bilan amaliyot chegarasida joylashgan bo‘lib, aynan shu fan doirasida muhandislik yondashuvlarini qo‘llash uchun katta imkoniyatlar mavjud.

An’anaviy fizika ta’limida asosiy e’tibor formulalarni yodlash va standart masalalarni yechishga qaratiladi, bu esa o‘quvchilarda olingan bilimlarni real muammolarni hal qilishga tatbiq etish ko‘nikmasining yetarli darajada shakllanmasligiga olib keladi. J. Dyui tomonidan ilgari surilgan “tajriba orqali o‘qitish” g‘oyasiga ko‘ra, bilim faqat u real faoliyat jarayonida sinovdan o‘tganda chinakam o‘zlashtiriladi [2]. Muhandislik loyihalash– bu real muammoni aniqlash, unga yechim topish uchun g‘oyalar ishlab chiqish, yechimni loyihalash, uni amalga oshirish, sinovdan o‘tkazish va natijalar asosida takomillashtirishdan iborat jarayon bo‘lib, uning ta’lim standartlariga integratsiyasi AQSH Milliy Tadqiqot Kengashining fanlararo STEM ta’lim konsepsiyasida asosiy tarkibiy qism sifatida belgilangan [3].

Bundan tashqari, loyiha ustida jamoa bo‘lib ishlash jarayoni L.S.Vygotskiyning ijtimoiy konstruktivizm nazariyasiga mos keladi, unga ko‘ra bilim individual emas, balki ijtimoiy o‘zaro ta’sir jarayonida – “yaqin rivojlanish zonasi” doirasida shakllanadi [4]. Xorijiy ta’lim tadqiqotlarida faol o‘qitish usullarining (jumladan, loyihaviy-muhandislik yondashuvining) an’anaviy ma’ruza usuliga nisbatan o‘quvchi yutuqlarini sezilarli darajada oshirishi statistik jihatdan asoslab berilgan [5]. Shu bilan birga, R. Felder va R. Brent ko‘rsatishicha, STEM fanlarini o‘qitishda amaliy loyihalarning samaradorligi ularning aniq pedagogik reja va baholash mezonlari asosida tashkil etilishiga bevosita bog‘liq [6].

Mahalliy pedagogika fanida ham faol o‘qitish texnologiyalarini fizika kabi aniq fanlarga tatbiq etish masalalari ko‘rib chiqilgan bo‘lsa-da [7], muhandislik loyihalash yondashuvining fizika ta’limiga tizimli tatbiq etilishi va uning samaradorligini empirik baholash borasidagi tadqiqotlar hali yetarli emas.

Tadqiqotning maqsadi – muhandislik loyihalari asosida tashkil etilgan fizika darslarining o‘quvchilarning amaliy kompetensiyalarini rivojlantirishga ta’sirini aniqlash va bu yondashuvni fizika ta’limiga tatbiq etish metodikasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot vazifalari:

1. Muhandislik loyihalash yondashuvining nazariy asoslarini o‘rganish va uni fizika ta’limi bilan bog‘liq holda tahlil qilish;
2. Fizika darslarida qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan muhandislik loyihalari tizimini ishlab chiqish;
3. Amaliy kompetensiyalarni baholash mezonlari asosida diagnostik vositalarni tayyorlash;
4. Pedagogik eksperiment orqali taklif etilgan metodikaning samaradorligini aniqlash.

Tadqiqot 2024–2025 o‘quv yilida umumta’lim maktabining 9-sinf o‘quvchilari ishtirokida amalga oshirildi. Tadqiqotda jami 56 nafar o‘quvchi

qatnashdi, ular tasodifiy tanlov asosida ikki guruhga ajratildi: nazorat guruhi (28 nafar, an’anaviy usulda o‘qitildi) va tajriba guruhi (28 nafar, muhandislik loyihalash yondashuvi asosida o‘qitildi).

Tajriba guruhida “Mexanika”, “Elektr toki” va “Issiqlik hodisalari” bo‘limlari doirasida quyidagi muhandislik loyihalari tashkil etildi:

№	Loyiha nomi	Fizik mavzu	Muhandislik vazifasi
1	"Egik tekislikdagi transport" modeli	Ishqalanish kuchi, mexanik ish	Minimal energiya sarfida yukni belgilangan balandlikka ko‘taruvchi qurilma yaratish
2	Qog‘oz ko‘prik	Deformatsiya, mustahkamlik	Maksimal yukni ko‘tara oladigan, minimal materialdan foydalanuvchi ko‘prik loyihalash
3	Soddalashtirilgan elektr zanjiri	Om qonuni, ketma-ket/parallel ulanish	Berilgan yorug‘lik kuchini ta’minlovchi, energiya sarfi minimal bo‘lgan chiroq zanjirini loyihalash
4	Issiqlik izolyatsiyasi qutisi	Issiqlik o‘tkazuvchanlik	Berilgan vaqt davomida suyuqlik haroratini eng kam yo‘qotadigan qadoq yaratish

Har bir loyiha muhandislik loyihalash siklining beshta bosqichi asosida tashkil etildi: 1) muammoni aniqlash, 2) g‘oyalash va tadqiqot, 3) loyihalash va rejalashtirish, 4) yaratish va sinash, 5) takomillashtirish va taqdim etish.

Amaliy kompetensiyalarni baholash uchun quyidagi diagnostik vositalardan foydalanildi:

Statistik tahlil uchun Styudent t-mezoni qo‘llanildi (ishonchlilik darajasi $p < 0,05$).

Tadqiqot yakunida ikkala guruhning amaliy kompetensiya ko‘rsatkichlari solishtirildi. Natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan:

Ko‘rsatkich	Nazorat guruhi (boshlang‘ich)	Nazorat guruhi (yakuniy)	Tajriba guruhi (boshlang‘ich)	Tajriba guruhi (yakuniy)
Nazariy bilimni tatbiq etish	54,2	56,1	53,7	58,4
Muammoni hal qilish ko‘nikmasi	48,6	50,3	49,1	54,0
Jamoaviy ishlash	57,9	59,2	58,3	63,5
Ijodiy yondashuv	45,3	46,9	46,0	50,6

O‘rtacha ko‘rsatkich	51,5	53,1	51,8	56,6

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, nazorat guruhida amaliy kompetensiya ko‘rsatkichi o‘quv yili davomida 1,6 ballga (3,1%) oshgan bo‘lsa, tajriba guruhida bu ko‘rsatkich 4,8 ballga (9,3%) oshgan. Eng katta farq “jamoaviy ishlash” (+5,2 ball) va “muammoni hal qilish ko‘nikmasi” (+4,9 ball) mezonlari bo‘yicha kuzatildi.

Nazariy bilimlar bo‘yicha o‘tkazilgan test natijalari ham e'tiborga molik: tajriba guruhida nazariy bilimlar darajasi 71% dan 77% ga oshgan (nazorat guruhida 70% dan 73% ga), bu esa muhandislik loyihalash amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirish bilan bir qatorda nazariy bilimlarni mustahkamlashga ham xizmat qilishini ko‘rsatadi.

So‘rovnoma natijalariga ko‘ra, tajriba guruhi o‘quvchilarining 58% i fizika fani bo‘yicha qiziqishi oshganini, 52% i darslarda olgan bilimlarini kundalik hayotda qo‘llash imkoniyatini ko‘rganini ta'kidlagan (nazorat guruhida bu ko‘rsatkichlar mos ravishda 41% va 37% ni tashkil etdi).

Styudent t-mezoni bo‘yicha hisoblangan qiymat $t = 2,31$ ($p < 0,05$) bo‘lib, bu ikkala guruh o‘rtasidagi farqning statistik jihatdan ishonchli ekanligini tasdiqlaydi.

Olingan natijalar muhandislik loyihalash yondashuvining fizika ta’limida yuqori samaradorligini ko‘rsatadi va bu Prince tomonidan faol o‘qitish usullari bo‘yicha olib borilgan umumlashtiruvchi tahlil natijalariga mos keladi [5]. Bu natijalar bir qator sabablar bilan izohlanadi.

Birinchidan, muhandislik loyihalash jarayonida o‘quvchi passiv tinglovchidan faol yechim izlovchiga aylanadi – u fizik qonuniyatlarni nafaqat o‘rganadi, balki ularni real muammoni hal qilish uchun qo‘llashga majbur bo‘ladi. Bu Dyuining “tajriba orqali o‘qitish” konsepsiyasida ta’kidlangan bilimni “harakatlantiruvchi” (funktsional) bilimga aylantirish jarayonining aynan o‘zidir [2].

Ikkinchidan, loyiha ustida jamoada ishlash o‘quvchilarda muloqot, vazifalarni taqsimlash va o‘zaro fikr almashish ko‘nikmalarini rivojlantiradi, bu esa “jamoaviy ishlash” mezoni bo‘yicha kuzatilgan yuqori o‘sishni Vygotskiyning ijtimoiy konstruktivizm nazariyasi nuqtai nazaridan izohlashga imkon beradi: bilim tengdoshlar bilan hamkorlikda samaraliroq shakllanadi [4].

Uchinchidan, loyihaning “sinash va takomillashtirish” bosqichi – NRC tomonidan taklif etilgan muhandislik amaliyoti tarkibiy qismlaridan biri [3] – o‘quvchilarga xato qilish va undan xulosa chiqarish tajribasini beradi. Bu an’anaviy ta’limda kamdan-kam uchraydigan, ammo muhandislik amaliyoti uchun hayotiy muhim ko‘nikmadir.

Shu bilan birga, Felder va Brent ta’kidlaganidek, loyihaviy yondashuvning samaradorligi uning aniq pedagogik reja va baholash mezonlariga asoslanishiga bog‘liq [6] – bu tadqiqotda ham amaliy kompetensiya rubrikasining aniq ishlab chiqilgani natijalarning ishonchliligini ta’minlagan asosiy omillardan biri bo‘ldi.

Tadqiqot davomida bir qator qiyinchiliklar ham aniqlandi: loyihalarni tayyorlash o‘qituvchidan qo‘shimcha vaqt va resurslarni talab qildi, ayrim o‘quvchilar dastlabki bosqichda notanish ish shakliga moslashishda qiyinchilik his qildilar. Bu holatlar metodikani keng qo‘llashda e’tiborga olinishi lozim bo‘lgan cheklovlar sifatida qayd etiladi.

XULOSA

O‘tkazilgan tadqiqot fizika ta’limida muhandislik loyihalari asosidagi yondashuvni qo‘llash o‘quvchilarning amaliy kompetensiyalarini – nazariy bilimni tatbiq etish, muammoni hal qilish, jamoaviy ishlash va ijodiy fikrlash ko‘nikmalarini – sezilarli darajada (o‘rtacha 55%) oshirishini isbotladi. Bundan tashqari, bu yondashuv o‘quvchilarning fanga bo‘lgan qiziqishi va motivatsiyasini kuchaytirishga ham ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.

Amaliy tavsiyalar:

1. Fizika o‘qituvchilari uchun muhandislik loyihalari to‘plamini (mavzular bo‘yicha tizimlashtirilgan) ishlab chiqish va metodik qo‘llanma sifatida nashr etish;
2. O‘qituvchilar malakasini oshirish kurslari dasturiga muhandislik loyihalash metodikasi bo‘yicha modul kiritish;
3. Amaliy kompetensiyalarni baholash uchun standartlashtirilgan rubrikalarni ishlab chiqish va ta’lim jarayoniga tatbiq etish;
4. Kelgusi tadqiqotlarda ushbu metodikaning boshqa sinf darajalari va fizika bo‘limlarida samaradorligini o‘rganishni davom ettirish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Xalq ta’limi tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori.
2. Dewey, J. Experience and Education. – New York: Macmillan, 1938.
3. National Research Council. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. – Washington, DC: The National Academies Press, 2012.
4. Vygotsky, L.S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. – Harvard University Press, 1978.
5. Prince, M. Does Active Learning Work? A Review of the Research // Journal of Engineering Education. – 2004.
6. Felder, R.M., Brent, R. Teaching and Learning STEM: A Practical Guide. – Jossey-Bass, 2016.
7. Yo‘ldoshev, J.G. Pedagogik texnologiya asoslari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2021.

STEM LOYIHALARI ORQALI O‘QUVCHILARNING MUHANDISLIK FIKRLASHINI RIVOJLANTIRISH (energiya mavzusi misolida)

Mukarramxon Boltaboyeva
Chirchiq davlat pedagogika universiteti talabasi

Zamonaviy ta’limda o‘quvchining faqat tayyor bilimlarni o‘zlashtirishi yetarli emas. Muhim vazifa – real hayotdagi muammolarni tahlil qilish, mavjud bilimlar asosida yechim ishlab chiqish va uni amalda sinab ko‘rishga o‘rgatishdir. Ayniqsa, energiya samaradorligi, qayta tiklanuvchi energiya manbalari va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish masalalari bunday ta’limiy faoliyat uchun qulay kontekst yaratadi. STEM yondashuvi fan, texnologiya, muhandislik va matematikani o‘zaro bog‘liq holda o‘qitishni nazarda tutadi. Zhou va boshqalar [1] tomonidan 40 ta tadqiqot va 15577 nafar o‘quvchi ma’lumotlari asosida o‘tkazilgan meta-tahlilda STEM integratsiyasi akademik natijalarga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan. Biroq mualliflar bu ta’sir integratsiya turi va o‘qitish metodiga bog‘liqligini ham qayd etadi. Bu fikr mening tadqiqotimda STEM loyihalarini oddiy “qo‘l mehnati” sifatida emas, aniq o‘quv maqsadlari va fanlararo bog‘lanishlar asosida tashkil etish zarurligini asoslaydi. Chen va Yang [2] esa loyiha asosida ta’lim bo‘yicha 30 ta maqola va 12 585 nafar o‘quvchi ma’lumotlarini tahlil qilib, uning akademik natijalar bilan ijobiy bog‘liqligini ko‘rsatgan. Shu bois loyiha mazmuni, davomiyligi va metodik omillari to‘g‘ri tanlansa, samaradorlik oshadi.

Muhandislik ta’limida bilimni shunchaki bilish emas, balki undan mezon va cheklovlar sharoitida foydali yechim yaratish uchun foydalanish muhimdir. NAE va NRC [3] tomonidan tayyorlangan hisobotda STEM fanlarini real hayotda alohida emas, balki integratsiyalashgan holda qo‘llash zarurligi ta’kidlanadi. Bu fikr mening ishimda STEM loyihalari o‘quvchiga nazariy bilimni amaliy muammo bilan bog‘lash imkonini berishini ko‘rsatadi. NRC [4] muhandislik faoliyatida tizimli fikrlash, ijodkorlik, hamkorlik, kommunikatsiya hamda texnologiyaning ijtimoiy va ekologik oqibatlarini hisobga olish kabi odatlarni ajratib ko‘rsatadi. Demak, muhandislik fikrlashini rivojlantirish o‘quvchining nafaqat texnik bilimini, balki qaror qabul qilish va muammoni kompleks ko‘rish qobiliyatini ham shakllantiradi.

Loyiha asosida ta’lim o‘quvchini murakkab va mazmunli muammo ustida izlanishga, tadqiqot olib borishga va yakunda mahsulot, model yoki taqdimot yaratishga jalb qiladi. Krajcik va Shin [5] bu yondashuvni bilim va ko‘nikmalarni mazmunli faoliyat orqali egallashga yo‘naltiruvchi pedagogik model sifatida tavsiflaydi. Men ham shu nuqtai nazarga tayanib, STEM loyihasida turli fan bilimlarining bitta real muammo atrofida birlashishini muhim deb hisoblayman. NRCning K–12 tabiiy fanlar ta’limi bo‘yicha konseptual doirasida [6] ilmiy bilimlar bilan ilmiy izlanish va muhandislik dizayni amaliyotlarini integratsiyalash zarurligi ta’kidlanadi. Energiya mavzusi aynan shu integratsiyani amalda ko‘rsatishga xizmat qiladi, chunki bu yerda fizika, matematika,

texnologiya va muhandislik amaliyotlari yagona loyiha jarayonida tabiiy ravishda birlashadi.

Energiya mavzusi o‘quvchining kundalik hayoti bilan bevosita bog‘liq. Elektr energiyasidan foydalanish, issiqlikni saqlash, quyosh va shamol energiyasini qo‘llash, energiya sarfini kamaytirish kabi masalalar real muammo sifatida o‘quv jarayoniga kiritilishi mumkin. Bu jarayonda o‘quvchilar bir vaqtning o‘zida bir nechta fan elementlaridan foydalanadi: fizikada energiya turlari, elektr toki, kuchlanish, quvvat va issiqlik hodisalari; matematikada o‘lchash, hisoblash, jadval va grafik tuzish; texnologiyada material tanlash, asbob-uskuna bilan ishlash va konstruksiya yaratish; muhandislikda esa muammoni aniqlash, loyihalash, prototip yaratish, sinash va takomillashtirish. NGSS hujjatlarida [7; 8] dizayn yechimlarini mezon va cheklovlar asosida sinash hamda takomillashtirish muhim amaliyot sifatida ko‘rsatiladi. Bu esa mening loyiha bosqichlarimni ilmiy-amaliy jihatdan asoslashga yordam beradi.

Energiya mavzusidagi STEM loyihasida muhandislik fikrlashini quyidagi bosqichlarda tashkil etish mumkin: muammoni aniqlash; tadqiqot olib borish; g‘oyalarni ishlab chiqish; loyihalash; prototip yaratish; sinovdan o‘tkazish; tahlil qilish va takomillashtirish; taqdimot hamda refleksiya. Bu ketma-ketlik o‘quvchini tayyor algoritmni bajaruvchidan mustaqil tahlil qiluvchi va yechimni takomillashtiruvchi faol subyektga aylantiradi. Krajcik va Czerniak [9] tabiiy fanlarni loyiha asosida o‘qitishda o‘quvchining faol izlanishi, dalillar bilan ishlashi va amaliy mahsulot yaratishi markaziy o‘rin tutishini qayd etadi. Bu fikr men taklif etayotgan bosqichlarning pedagogik ahamiyatini kuchaytiradi.

Amaliy misol sifatida “Energiya tejamkor uy” loyihasida o‘quvchilarga “Qishda issiqlikni, yozda salqinlikni yaxshiroq saqlaydigan uy modelini qanday yaratish mumkin?” degan muammo beriladi. Ular turli materiallardan uy maketlarini yaratadi, issiqlikni saqlash xususiyatlarini taqqoslaydi va nazorat tajribasi orqali yechimlar samaradorligini baholaydi. “Mini shamol generatori” loyihasida esa shamol energiyasini elektr energiyasiga aylantirish imkoniyati o‘rganiladi. O‘quvchilar generatorga ulanadigan turli shakldagi parraklar yaratadi va ularning ishlashini taqqoslaydi. Bu yerda muhandislik dizaynining muhim tamoyili – birinchi yaratilgan modelning yakuniy yechim emasligi – yaqqol ko‘rinadi. “Quyosh energiyasidan foydalanish” loyihasida esa panel joylashuvi, yorug‘lik burchagi va energiya saqlash elementlari sinab ko‘riladi. Fatima va boshqalar [10] norasmiy STEM loyiha ta’limi bo‘yicha meta-tahlilda moderator omillarning ahamiyatini qayd etadi. Bu shuni ko‘rsatadiki, loyiha samaradorligi tashqi sharoit, mazmun va metodikaga bevosita bog‘liq.

STEM loyihasini baholashda faqat yakuniy mahsulotning tashqi ko‘rinishiga qarab bo‘lmaydi. O‘quvchining loyiha jarayonidagi fikrlash faoliyati ham baholanishi lozim. Asosiy mezonlar sifatida muammoni aniq va o‘lchanadigan shaklda ifodalash, ilmiy ma’lumotlarni izlash va foydalanish, bir nechta yechim variantlarini taklif qilish, chizma, sxema yoki model yaratish, ishlaydigan prototip yaratishga urinish, prototipni belgilangan mezonlar asosida

tekshirish, o‘lchov va tajriba natijalarini izohlash, kamchiliklar asosida yechimni o‘zgartirish, guruhda vazifalarni samarali taqsimlash hamda yechimni dalillar asosida himoya qilishni keltirish mumkin. Baholashda rubrika, loyiha kundaligi, kuzatuv varaqasi, o‘quvchi portfoliysi va yakuniy taqdimotdan kompleks foydalanish maqsadga muvofiq. Bu o‘quvchining “nima yasaganini” emas, “nima uchun aynan shunday yasaganini” aniqlashga yordam beradi.

Mazkur yondashuvning ilmiy-metodik ahamiyati shundaki, energiya mavzusi oddiy nazariy bilim obyekti sifatida emas, balki muhandislik muammolarini hal qilish uchun integrativ ta’limiy kontekst sifatida qaraladi. Bunda o‘quvchining fizik bilimlari, matematik hisob-kitoblari, texnologik amaliyotlari va muhandislik dizayni yagona loyiha jarayonida birlashadi. Taklif etilayotgan modelda muhandislik fikrlashining rivojlanishi “muammo → tadqiqot → g‘oya → dizayn → prototip → sinov → tahlil → takomillashtirish” sikli orqali tashkil etiladi. Bu sikl o‘quvchida iterativ va dalillarga asoslangan qaror qabul qilish ko‘nikmasini shakllantiradi. Amaliyotda quyidagi tavsiyalarga amal qilish mumkin: loyihani tayyor mahsulot yasashdan emas, real va tushunarli muammodan boshlash; har bir loyiha uchun aniq mezon va cheklovlarni belgilash; o‘quvchilarga bir nechta yechim variantini ishlab chiqish imkonini berish; prototipning birinchi varianti mukammal bo‘lishini talab qilmaslik; xatoni muvaffaqiyatsizlik emas, takomillashtirish uchun ma’lumot sifatida ko‘rish; o‘lchash va tajriba natijalarini matematik usullar bilan qayta ishlash; guruhli faoliyatda har bir o‘quvchining vazifasini aniq belgilash; baholashda yakuniy mahsulot bilan birga loyiha jarayonini ham hisobga olish; qimmat laboratoriya uskunalari o‘rniga oddiy va xavfsiz materiallardan foydalanish; loyiha yakunida o‘quvchilardan yechimning afzalliklari, cheklovlari va keyingi takomillashtirish yo‘llarini asoslashni talab qilish.

Xulosa qilib aytganda, STEM loyihalari o‘quvchilarning fanlararo bilimlarini amaliy muammolarni hal qilish jarayonida birlashtirish uchun samarali pedagogik imkoniyat yaratadi. Energiya mavzusi bu yondashuv uchun qulay bo‘lib, fizika, matematika, texnologiya va muhandislik faoliyatini yagona ta’limiy vazifa atrofida birlashtiradi. “Quyosh energiyasidan foydalanish”, “Energiya tejamkor uy” va “Mini shamol generatori” kabi loyihalar o‘quvchilarga energiya hodisalarini faqat nazariy o‘rganish bilan cheklanmasdan, real texnik yechimlarni ishlab chiqish va sinash imkonini beradi. Loyiha jarayonida muammoni aniqlash, tadqiq qilish, loyihalash, prototip yaratish, sinash, ma’lumotlarni tahlil qilish va takomillashtirish bosqichlarining izchil tashkil etilishi muhandislik fikrlashining muhim komponentlarini rivojlantiradi. Zhou va boshqalar [1], Chen va Yang [2] hamda NRC [4] natijalariga tayangan holda aytish mumkinki, bunday samaradorlik loyihaning qanday loyihalashtirilishi, o‘quv maqsadlarining aniqligi, baholash mezonlari va o‘qituvchining metodik yo‘naltiruvchi roliga bevosita bog‘liq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Zhou S., Dong Z., Wang H. H., Chiu M. M. A Meta-Analysis of STEM Integration on Student Academic Achievement // Research in Science Education. 2025. Vol. 55. P. 1273–1302.
2. Chen C.-H., Yang Y.-C. Revisiting the Effects of Project-Based Learning on Students’ Academic Achievement: A Meta-Analysis Investigating Moderators // Educational Research Review. 2019. Vol. 26. P. 71–81.
3. National Academy of Engineering & National Research Council. STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. Washington, DC: The National Academies Press, 2014.
4. National Research Council. Standards for K-12 Engineering Education? Washington, DC: The National Academies Press, 2010.
5. Krajcik J.S., Shin N. Project-Based Learning // The Cambridge Handbook of the Learning Sciences / Ed. R. K. Sawyer. Cambridge University Press, 2014. P. 275–297.
6. National Research Council. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.
7. NGSS Lead States. Next Generation Science Standards: For States, By States. Washington, DC: The National Academies Press, 2013.
8. NGSS. Engineering Design: MS-ETS1-3 and HS-ETS1-3. Next Generation Science Standards, 2013.
9. Krajcik J. S., Czerniak C. M. Teaching Science in Elementary and Middle School: A Project-Based Approach. Routledge, 2014.
10. Fatima N. et al. A Meta-Analysis to Gauge the Effectiveness of STEM Informal Project-Based Learning: Investigating the Potential Moderator Variables // Journal of Science Education and Technology. 2023.

O‘QUV TOPSHIRIQLARINI MOSLASHTIRISHDA SUN’IY INTELLEKTDAN FOYDALANISHNING PEDAGOGIK IMKONIYATLARI VA CHEKLOVLARI

Zuhriddinov Farrux Faxriddin o‘g‘li
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Aniq fanlar fakulteti,
Fizika va astronomiya yo‘nalishi, 4-kurs talabasi
zuxriddinovfarrux001@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada sun’iy intellekt (SI) texnologiyalari, xususan yirik til modellari yordamida o‘quv topshiriqlarini o‘quvchilarning individual ehtiyojlariga moslashtirishning pedagogik imkoniyatlari tahlil qilingan. Shuningdek, jarayondagi didaktik cheklovlar, "hallutsinatsiya" xavfi va akademik halollik masalalari ko‘rib chiqiladi. Maxsus ishlab chiqilgan, tadqiqotlar doirasida yaratilgan "Fizika-astronomiya o‘qituvchisi" ko‘nikmasi (skilli) misolida aniq fanlarni SI orqali qanday qilib qiziqarliroq va samaraliroq o‘qitish mumkinligi tahlil qilinadi. Shu bilan birga "Fizika-astronomiya

o‘qituvchisi" ko‘nikmasiga o‘xshash turli skillarni yaratish usullari haqida so‘z boradi.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, o‘quv topshiriqlari, differensial ta’lim, kognitiv yuklama, adaptiv o‘qitish, pedagogik cheklovlar, prompter-ko‘nikma.

Abstract. This article analyses the pedagogical possibilities of adapting educational tasks to the individual needs of students using artificial intelligence (AI) technologies, specifically large language models. Additionally, didactic limitations in the process, the risk of "hallucinations," and issues of academic integrity are examined. Using the specially developed "Physics-Astronomy Teacher" skill created within the framework of the research as an example, the paper analyses how exact sciences can be taught more engagingly and effectively through AI. At the same time, methods for creating various skills similar to the "Physics-Astronomy Teacher" skill are discussed.

Keywords: artificial intelligence, educational tasks, differentiated instruction, cognitive load, adaptive teaching, pedagogical limitations, prompter skill.

Аннотация. В данной статье анализируются педагогические возможности адаптации учебных заданий к индивидуальным потребностям учащихся с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ), в частности, больших языковых моделей. Также рассматриваются дидактические ограничения в процессе, риск «галлюцинаций» и вопросы академической честности. На примере специально разработанного в рамках исследований навыка (скилла) «Учитель физики и астрономии» анализируется, как с помощью ИИ можно преподавать точные науки более интересно и эффективно. Вместе с тем обсуждаются методы создания различных навыков, подобных скиллу «Учитель физики и астрономии».

Ключевые слова: искусственный интеллект, учебные задания, дифференцированное обучение, когнитивная нагрузка, адаптивное обучение, педагогические ограничения, промптер-скилл.

Hozirgi kunda ta’limdagi eng qiyin masalalardan biri – bu har bir o‘quvchining o‘ziga xos qobiliyati va qiziqishiga mos yondashuvni topishdir. Barchamizga ma’lumki, oddiy maktab sharoitida o‘qituvchi 30-35 nafar bolaning har biriga alohida topshiriq tayyorlab kelishi amalda deyarli imkonsiz. O‘qituvchi hohlasa, ham 30 ta bolaning hammasiga alohida-alohida topshiriq tayyorlab kelishga jismonan ulgurmasligi mumkin. Aynan shu muammoni hal qilishda bugungi kunda sun’iy intellekt bizga ancha yordam beradi. O‘quv materialining qiyinlik darajasini o‘quvchining aqliy potensialiga (ya’ni L.Vygotskiy ta’biri bilan aytganda "yaqin taraqqiyot zonasi"ga) moslash jarayonini endilikda SI yordamida sanoqli soniyalarda amalga oshirsa bo‘ladi. Faqat buning uchun SI ni ham ozgina o‘qitish, uni dars berayotgan o‘quvchilar aqliy potensialiga moslash kerak. Bu ish bilan bo‘lsa, hozirgi kundagi pedagoglar ya’ni “Kelajak o‘qituvchilari” shu’gullanishi kerak. Mani fikrimcha, sun’iy intellekt hech qachon o‘qituvchining o‘rnini bosa olmaydi. U shunchaki bizning “yordamchimiz" bo

‘lishi mumkin. Shunda ham uni “yordamchi” qilib ishlatish yana o‘qituvchining o‘ziga qoladi. Agar SIdan to‘g‘ri foydalanilsa, bolaning joriy bilimi tahlil qilinib, shunga mos savollar berilsa, dars samaradorligi haqiqatan ham sezilarli darajada oshadi.

Lekin “Biz SI yordamida dars samaradorligini qanday oshirishimiz mumkin?” degan savol tug‘ilishi tabiiy. Birinchidan, SI da topshiriqlarni tezkor yaratish imkoniyati bor. SI bitta mavzu bo‘yicha ham a’lochi, ham o‘zlashtirishi past o‘quvchilar uchun turli qiyinlikdagi topshiriqlarni tuzib bera oladi va buni hammasi bor yog‘i bir necha soniyada amalga oshadi. Ikkinchidan, o‘quvchi fizika masalalarini zerikarli deb bilmasligi uchun, SI shartga bolaning qiziqishlarini qo‘shib masalalarni ancha qiziqarli ko‘rinishga keltirib beradi. Bu esa o‘quvchilarda fizika faniga bo‘lgan qiziqishni oshiradi. Lekin hamma narsa ham ko‘ringanidek oson emas. Ochiq modellardan ta’limda shundoqligicha foydalanishning yomon taraflari ham bor. Eng yomoni – neyrotarmoqlar ba’zan hisob-kitoblarda xato qiladi yoki umuman yo‘q narsani bor qilib to‘qib chiqaradi. Yana bir muhim jihati, bu dasturlar asosan g‘arb davlatlari standartlarida o‘qitilgan, shuning uchun ular tuzgan savollar bizning madaniyatimizga doim ham to‘g‘ri kelmaydi. Bundan tashqari, doim tayyor javobni olaversa, o‘quvchilarda tanqidiy va mustaqil fikrlash qobiliyati so‘nib boradi. Bu hech kimga sir emas.

Shuning uchun ham biz o‘qituvchilar SI ga shunchaki umumiy savol bermasdan, uni aniq bir maqsadga yo‘naltirishimiz, ya’ni maxsus qoliplar (skillar) yaratishimiz kerak. Bunga misol qilib tadqiqotimiz doirasida ishlab chiqilgan "Fizika-astronomiya o‘qituvchisi" sun’iy intellekt modelini keltirishimiz mumkin. Bu dastur shunday tuzilgan-ki, u oddiy axborot bazasi emas, balki bevosita O‘zbekiston maktab darsliklariga tayangan holda ishlaydigan metodist-o‘qituvchi kabi harakat qiladi. Undan o‘qituvchi dars jarayonlarini qiziqarliroq o‘tishda, sinfdagi alohida e’tiborga muhtoj o‘quvchilar bilan ishlashda foydalanishi mumkin. Uni oddiy SI modellaridan farqi shundaki, u o‘ziga o‘rgatilgan ma’lumotlar asosida ishlaydi va asosiy ishi fan o‘qituvchisiga chinakam “yordamchi” bo‘lishdan iborat. Lekin bunday SI modellar hech qachon haqiqiy o‘qituvchi o‘rnini to‘laligicha bosa olmaydi. Xulosa o‘rnida shuni aytish mumkinki, sun’iy intellekt o‘qituvchining yelkasidagi topshiriq va masalalar tuzish kabi ishlarni o‘z bo‘yniga olib, ta’limda kutilmagan imkoniyatlarni ochib berishi mumkin. Ammo, uni butunlay nazoratsiz qoldirib bo‘lmaydi, chunki o‘quvchining ijtimoiy-ruhiy holatini tushunish faqat insonga xos. SI esa insonning ruhiy holatini, hissiyotlarini hali to‘laligicha tushunmaydi. Shuning uchun SI intelektdan faqat “Yordamchi” sifatida foydalanish maqul.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). Artificial Intelligence In Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.

2. Luckin, R. (2024). Machine Learning and Human Intelligence: The future of education for the 21st century. UCL Institute of Education Press.

3. O‘zbekiston Respublikasi Xalq ta’limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi. (2019).

4. Sodiqov, U., & Qodirov, M. (2025). Aniq fanlarni o‘qitishda zamonaviy raqamli texnologiyalar. Science and Innovation, 4(1), 112-118.

TABIIY-ILMIY SAVODXONLIKNING MAZMUNI, TUZILMASI VA FIZIKA TA’LIMIDAGI O‘RNI

Xalikov Zarifjon Muxtarali o‘g‘li
Guliston davlat universiteti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Tabiiy-ilmiy savodxonlik (*Scientific Literacy*) tushunchasi XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab ta’lim falsafasining markaziy nuqtasiga aylandi. Evolyutsion nuqtai nazardan, u dastlab faqat faktik bilimlarni o‘zlashtirish deb qaralgan bo‘lsa, bugungi kunda insonning real hayotiy muammolarni ilmiy asosda hal qilish, dalillarga tayanib xulosa chiqarish va texnologik jarayonlarning ijtimoiy-ekologik oqibatlarini anglash qobiliyati sifatida talqin qilinmoqda. Fizika ta’limi ushbu savodxonlikning poydevori bo‘lib, u olamning fundamental qonuniyatlarini tushunish orqali o‘quvchida tanqidiy fikrlashni shakllantiradi. PISA (*Programme for International Student Assessment*)tadqiqotlari doirasida tabiiy-ilmiy savodxonlikning strukturaviy elementlari fanlararo integratsiyani va inklyuziv yondashuvni talab etmoqda.

Kalit so‘zlar: Tabiiy-ilmiy savodxonlik, PISA, fizika ta’limi, kognitiv rivojlanish, motivatsion mezon, operatsion ko‘nikmalar, metodik integratsiya.

Kirish va ilmiy-nazariy asoslar

Zamonaviy ta’lim taraqqiyoti o‘quvchi-yoshlarni shunchaki axborotlar majmuasi bilan ta’minlash emas, balki shiddat bilan o‘zgarayotgan global dunyoda muvaffaqiyatli adaptatsiyasini kafolatlovchi universal va sohaviy kompetensiyalarni shakllantirishni ustuvor vazifa qilib qo‘ymoqda. Mazkur jarayonda pedagog kadrlar tayyorlash sifati alohida ahamiyatga ega, zero o‘qituvchilarning professional mahorati ta’lim samaradorligini belgilovchi bosh omildir. Shu maqsadda, «O‘quv va ilmiy-izlanish muassasalari faoliyatini tashqi baholash mexanizmlarini joriy etish hamda ta’lim xizmatlari sifatini yuksaltirish» yo‘nalishida O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 5-maydagi PF-72-sonli Farmoni qabul qilingan bo‘lib, u bevosita mutaxassislar sifatini oshirishni ko‘zda tutadi. Ayniqsa, fizika va tabiiy ta’lim o‘qituvchilarining kasbiy kompetentligi yosh avlodning intellektual poydevorini qurishda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. XXI asr chaqiriqlari tabiiy ta’limning strategik yo‘nalishlarini tubdan isloh qilishni taqozo etmoqda. Bugungi kun talabiga ko‘ra, o‘quvchilar nafaqat nazariy bilimlarni egallashi, balki tahliliy mushohada yuritish, ma’lumotlarni interpretatsiya qilish va mantiqiy xulosalar asosida to‘g‘ri qarorlar qabul qilish

ko‘nikmalariga ega bo‘lishi shart. Bu esa o‘z navbatida, maktab ta'limi davridanoq tabiiy-ilmiy savodxonlikni shakllantirish uchun zamin bo‘lishi lozim.

Tabiiy-ilmiy savodxonlikni rivojlantirish va uning strukturaviy mazmuni qator ilmiy tadqiqotchilar tomonidan o‘rganilgan. Jumladan, Bybee B.W. va OECD tadqiqotchilari o‘quvchilarda axborot-kommunikatsiya va fizika fanlari vositasida ushbu savodxonlikni tarkib toptirish masalalarini yoritgan bo‘lsalar, Miller J.D. o‘quvchilarning izlanuvchanlik faolligini oshirishda tabiiy fanlar, xususan fizikaning o‘rnini fundamental jihatdan asoslaydi. Roberts D.A. «Tabiiy fanlar va fizika» kursini loyihaviy-tadqiqotchilik faoliyati hamda mantiqiy modellashtirish orqali takomillashtirish g‘oyasini ilgari surgan bo‘lsa, Harlen W. tomonidan maktab yoshidagi bolalarda olamning fizik va tabiiy-ilmiy manzarasini shakllantirishning nazariy platformasi yaratilgan. Lederman N.G. esa muammoni ko‘ra bilish, gipoteza tuzish, fizika va tabiat hodisalariga savol berish san’ati, tushunchalarni tavsiflash, eksperiment o‘tkazish va xulosa chiqarish kabi tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirish tizimini taklif etadi. Mavjud ilmiy ishlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, tabiiy-ilmiy savodxonlik – bu ilmiy g‘oya va fizik jarayonlarni anglash, atrof-muhit hodisalarini ilmiy izohlash, bilimlarni amaliyotda tatbiq etish, ma’lumotlarning ishonchliligini baholash va o‘z fikrini dalillar bilan asoslash qobiliyatidir. Ya’ni, mazkur savodxonlik integrativ xarakterga ega bo‘lib, quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

Fundamental ilmiy va fizik tushunchalarni egallash: (energiya saqlanishi, kuch, massa, modda tuzilishi, suv, havo, yorug‘lik, ekotizimlar va ularning fizik xususiyatlari);Ilmiy va fizik izlanish metodlarini o‘zlashtirish: (kuzatuvchanlik, fizika qonuniyatlariga tayanib farazlar ilgari surish, eksperimental tajribalar o‘tkazish va ma’lumotlarni tahlil qilish);

Nazariy fizika va tabiiy bilimlarni kundalik hayotiy muammolarni tushuntirish uchun qo‘llash: (fizik-kimyoviy va mexanik hodisalarning hayotiy sabablarini anglash);Fanga nisbatan ijobiy munosabat, olimlar mehnatini qadrlash, ekologik ong, energiya tejamkorligi va barqaror rivojlanish tamoyillarini tushunish kabi malakalarni shakllantirishni nazarda tutadi. Bu jarayon har bir o‘quvchining individual-kognitiv xususiyatlariga mos ravishda amalga oshirilishi muhimdir.

Fizika ta’limi va PISA modeli doirasidagi metodik integratsiya:Umumiy o‘rta ta’limda tabiiy-ilmiy savodxonlikni yuksaltirishda va fizika ta’limining o‘rnini belgilashda “SCIENCE” hamda an'anaviy fizika dasturlari markaziy o‘rin tutadi. Rivojlangan davlatlar tajribasidan kelib chiqib, O‘zbekiston maktablarida ham integratsiyalashgan tabiiy fanlar (SCIENCE) va fizika ta'limi takomillashtirilmoqda. Mazkur yo‘nalishlar:Boshlang‘ich va quyi sinflarda olamni va tabiatni anglash,

Yuqori sinflarda biologiya, fizika, kimyo va geografiyaning fundamental asoslarini yaxlit holda o‘rgatish orqali o‘quvchilarda dunyoning bir butun ilmiy va fizik manzarasini shakllantirishga xizmat qiladi.

Bu tizim 4K modeli (kreativlik, kommunikatsiya, kollaboratsiya, tanqidiy fikrlash) bilan bir qatorda PISA va TIMSS kabi xalqaro standartlar darajasida kompetensiyalarni rivojlantirishga zamin yaratadi. Fizika va tabiiy fanlarni o‘qitish orqali bolalarda:Fizik va geografik jarayonlarni, mavsumiy o‘zgarishlarni tahlil qilish;Biologik va fizik ob’ektlarni, energiya va harakat shakllarini tavsiflash;

Elementar va murakkab fizik-eksperimental faoliyatni amalga oshirish imkoniyatlari kengayadi.Bunda o‘quvchilarning savodxonlik darajasi pedagogik jarayonning samaradorligiga, bu esa o‘z navbatida bo‘lajak va faoliyat yuritayotgan fizika hamda tabiiy fanlar o‘qituvchilarining metodik tayyorgarligiga bog‘liqdir. Oliy ta’lim yo‘nalishlarida o‘qitiladigan “Fizika va tabiiy fanlarni o‘qitish metodikasi” fani aynan shu maqsadga yo‘naltirilgan. Bo‘lajak va amaldagi pedagoglar quyidagi strategik jihatlarga e’tibor qaratishlari lozim:

I. Fizika va tabiiy fanlar – bu integratsiyalashgan ta’lim va ilmiy fikrlash tizimidir. O‘qituvchi bitta fizik-tabiiy mavzu doirasida pedagogika, psixologiya, falsafa va fundamental fizik-matematik fanlar yutuqlarini uyg‘unlashtira olishi kerak. Masalan, fizika darslaridagi “Harakat va kuchlar” yoki “Men tadqiqotchiman” mavzulari orqali bolalarga fizik axborot izlash, tajriba qo‘yish hamda mantiqiy xulosalar chiqarish o‘rgatiladi. Bu esa o‘qituvchidan ham ilmiy-fizik metodologiyani, ham o‘quvchilar psixologiyasini chuqur bilishni talab qiladi. Maktab davri kognitiv va emotsional bilish davri bo‘lib, bolalarning tabiiy qiziquvchanligi hamda fizika qonunlariga intilishini to‘g‘ri yo‘naltirish pedagogik mahoratga bog‘liq.

II. Fizika va tabiiy fanlar – bu kompleks o‘qitish va eksperimental metodikani taqozo etadi. Bu bir tomondan o‘quv dasturlarini hayotga va amaliyotga yaqinlashtirishni, ikkinchi tomondan bilimlarni oddiydan murakkabga tomon tizimli berishni anglatadi. Masalan, «Energiya va uning turlari» yoki «O‘simliklar hamda ularning fizik muhit bilan aloqadorligi» mavzusini o‘tishda fizik-biologik bilimlar ekologik tarbiya, tejamkorlik va ijtimoiy mas’uliyat bilan bog‘liq holda kompleks berilishi shart.

III. Ta’limda milliy-mahalliy komponent va fizika-texnika yutuqlarining o‘rni. Darsliklardagi milliy texnik vositalar, mahalliy geografik, fizik va ekologik parametrlar o‘quvchining o‘z hududini va amaliy fizikani o‘rganishiga xizmat qiladi. O‘qituvchilar ushbu ma’lumotlarni raqamli texnologiyalar, virtual laboratoriyalar va animatsion resurslar orqali taqdim etishga tayyor bo‘lishlari lozim.

IV. Sinfdan tashqari mashg‘ulotlar, fizika to‘garaklari va tajriba-sinov ishlari. To‘garaklar hamda laboratoriya mashg‘ulotlari jarayonida texnika xavfsizligiga amal qilgan holda “Men o‘z hududim fizik va ekologik tadqiqotchisiman” kabi amaliy loyihalarni tashkil etish, bolalarda ilk ilmiy-fizik tafakkurni uyg‘otadi.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, tabiiy-ilmiy savodxonlik hamda uning fizika ta'limidagi o‘rni bu shaxsning ilmiy madaniyati asosi bo‘lib, u mantiqiy fikrlash, empirik tahlil va mas’uliyatli munosabatni shakllantiradi. Boshlang‘ich va o‘rta maktab o‘qituvchilarini tayyorlashda ularning fasilitatorlik, fizika qonunlarini hayotiy misollarda tushuntirish va fanlararo integratsiyani ta’minlash qobiliyatini rivojlantirish jamiyatning intellektual salohiyatini yuksaltirishning kafolatidir

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni. Ta’lim sifatini ta’minlash va ta’lim xizmatlari ko‘rsatish tizimini takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida (PF-72-son, 2025-yil 5-may). Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi.

2. Jo‘rayev M. Fizika o‘qitish metodikasi. O‘quv qo‘llanma. Toshkent: «Abu Matbuot-Konsalt», 2015. – 280 b.

3. Jo‘rayev M., Sattarova B. Fizika o‘qitishda zamonaviy ta’lim texnologiyalari. O‘quv-metodik qo‘llanma. Toshkent: «Fan va texnologiya», 2018. – 160 b.

4. Yo‘ldoshev J.G‘., Usmonov S.A. Pedagogik texnologiya asoslari. O‘quv qo‘llanma. Toshkent: «O‘qituvchi», 2020. – 192 b.

5. Djurayev R.H. va boshqalar. Pedagogik atamalar lug‘ati. Monografiya. Toshkent: «Fan», 2008. – 240 b.

6. Mamadaliyev K., Suyarov K. Tabiiy fanlarni o‘qitishda o‘quvchilarning ilmiy va amaliy savodxonligini oshirish metodikasi. O‘zbekiston Milliy universiteti ilmiy xabarnomasi. Toshkent, 2022. № 2. B. 115–122.

7. Kaxarov S.K. Fizika darslarida o‘quvchilarning mantiqiy fikrlashini va tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirish. Buxoro davlat universiteti ilmiy axboroti. Buxoro, 2021. № 4. B. 88–95.

O‘ZBEKISTON RELYEFINI SHAKLLANTIRUVCHI TABIIY JARAYONLARNI MAKTAB GEOGRAFIYASIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA STEAM YONDASHUVI ASOSIDA O‘QITISH

Ibroimov Sherzod Ibroim o‘g‘li
Namangan davlat universiteti, geografiya fanlari falsafa doktori, dotsent
Misirova Madina Norboy qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, magistr

Annotatsiya. Maqolada O‘zbekiston relyefini shakllantiruvchi tabiiy jarayonlarni maktab geografiyasida raqamli texnologiyalar va STEAM yondashuvi asosida o‘qitishning metodik imkoniyatlari yoritilgan. Relyef hosil bo‘lishida endogen va ekzogen jarayonlarning o‘zaro ta’siri, xususan tektonik harakatlar, zilzilalar, surilmalar, qulashlar, sel, eroziya, karst, suffoziya, deflyatsiya va akkumulyatsiya hodisalarini o‘rganishda geografiya, fizika, matematika, informatika va ekologiya fanlari integratsiyasi asoslangan. GIS,

raqamli relyef modeli (DEM), sun’iy yo‘ldosh tasvirlari va interaktiv xaritalardan foydalanish o‘quvchilarning fazoviy fikrlashi, sabab–oqibat aloqalarini tushunishi, tabiiy xavflarni baholashi hamda amaliy muammolarni hal qilish ko‘nikmalarini rivojlantirishi ko‘rsatilgan. O‘zbekistonning tog‘ va tog‘oldi hududlaridagi xavfli ekzogen geologik jarayonlar monitoringi real o‘quv ma’lumoti sifatida taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: relyef, tabiiy jarayonlar, geografiya ta’limi, STEAM, GIS, raqamli texnologiyalar, fanlararo integratsiya.

Kirish

Maktab geografiyasida relyef va uni shakllantiruvchi tabiiy jarayonlarni o‘rganish o‘quvchilarda Yer yuzasining rivojlanishi, tabiiy komponentlarning o‘zaro bog‘liqligi hamda tabiiy xavflarning hududiy qonuniyatlari haqida yaxlit tasavvur hosil qiladi. O‘zbekiston hududida tekislik, plato, botiq, tog‘oldi va baland tog‘ relyef shakllarining mavjudligi endogen va ekzogen jarayonlarni turli tabiiy sharoitlarda qiyosiy o‘rganish imkonini beradi.

An’anaviy darsda relyef jarayonlari ko‘pincha ta’rif va tayyor xaritalar orqali tushuntiriladi. Raqamli geografik vositalar esa o‘quvchini ma’lumotni kuzatish, qatlamlarni taqqoslash, fazoviy bog‘lanishni aniqlash va xulosa chiqarishga jalb etadi. GIS bilan tashkil etilgan geografiya ta’limi fazoviy fikrlash, tadqiqot va muammo yechish ko‘nikmalarini rivojlantirish imkoniyatiga ega ekanligi zamonaviy tadqiqotlarda qayd etilgan [1–4].

STEAM yondashuvi tabiiy jarayonni bitta fan doirasida emas, balki Science–Technology–Engineering–Arts–Mathematics komponentlari o‘rtasidagi aloqada o‘rganishga imkon beradi. Masalan, surilmani geografiya hududiy tarqalish nuqtai nazaridan, fizika gravitatsiya va ishqalanish orqali, matematika qiyalik burchagi va statistik ko‘rsatkichlar orqali, informatika GIS qatlamlari orqali, muhandislik esa himoya choralarini loyihalash orqali ochib beradi.

Tadqiqotning maqsadi – O‘zbekiston relyefini shakllantiruvchi tabiiy jarayonlarni maktab geografiyasida o‘qitishda GIS va STEAM elementlarini integratsiyalovchi metodik modelni asoslash hamda amaliy topshiriqlar tizimini taklif etish.

Tadqiqot materiallari va metodlari

Tadqiqotda tizimli, qiyosiy-geografik, kartografik, muammoli ta’lim, fanlararo integratsiya va modellashtirish metodlaridan foydalanildi. Metodik modelni shakllantirishda relyefning raqamli modeli, qiyalik va ekspozitsiya xaritalari, gidrografik tarmoq, geologik tuzilish, yog‘in, yer qoplami va xavfli jarayonlar monitoringi kabi ma’lumot qatlamlaridan ta’limiy maqsadda foydalanish nazarda tutildi.

O‘zbekiston Respublikasi Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirligining 2026-yil 12-maydagi ma’lumotiga ko‘ra, tog‘ va tog‘oldi hududlaridagi 732 obyektda xavfli ekzogen geologik jarayonlar monitoringi olib borilgan va jami 55 ta jarayon, jumladan 27 ta surilma, 5 ta qulash, 8 ta surilma yorig‘i hamda 15 ta boshqa jarayon qayd etilgan [5]. Bunday real ma’lumotlar o‘quvchilar uchun

statistik tahlil, xaritalash va xavfni baholash topshiriqlarining mazmuniy bazasi bo‘la oladi.

Taklif etilayotgan dars modeli besh bosqichdan iborat: 1) muammoli vaziyatni qo‘yish; 2) tabiiy jarayonning ilmiy mexanizmini fanlararo tushuntirish; 3) GIS va raqamli ma’lumotlarni tahlil qilish; 4) STEAM loyiha topshirig‘ini bajarish; 5) natijani xarita, model, infografika yoki qisqa taqdimot ko‘rinishida himoya qilish.

Natijalar va muhokama

Relyef hosil qiluvchi jarayonlarni STEAM asosida o‘qitishda birinchi navbatda ularning tabiiy-geografik mohiyati saqlanishi lozim. Endogen jarayonlar Yer ichki energiyasi bilan, ekzogen jarayonlar esa Quyosh energiyasi, gravitatsiya, suv, shamol, harorat va tirik organizmlar faoliyati bilan bog‘lanadi. O‘quvchi bu jarayonlarni faqat yodlab qolmasdan, “qayerda?”, “nima sababdan?”, “qanday oqibatga olib keladi?” va “xavfni qanday kamaytirish mumkin?” savollari orqali tahlil qilishi kerak.

Masalan, surilma mavzusida geografik komponent sifatida tog‘ va tog‘oldi hududlari aniqlanadi; fizik komponentda og‘irlik kuchi, ishqalanish va namlanishning qiyalik barqarorligiga ta’siri muhokama qilinadi; matematik komponentda qiyalik foizi yoki burchagi hisoblanadi; texnologik komponentda DEM asosidagi qiyalik xaritasi o‘rganiladi; muhandislik komponentida drenaj, yonbag‘irni mustahkamlash va xavfsiz joylashtirish bo‘yicha loyiha yechimlari ishlab chiqiladi.

Sel va eroziya mavzusida o‘quvchilar daryo havzasi, qiyalik, yog‘in va o‘simlik qoplami qatlamlarini taqqoslaydi. Bunda “kuchli yog‘in + tik qiyalik + siyrak o‘simlik qoplami” kombinatsiyasi sirt oqimi va eroziya xavfini oshirishi mumkinligi sabab–oqibat zanjiri orqali izohlanadi. Natijada o‘quvchi tabiiy jarayonning fazoviy shartlarini xaritada ko‘ra boshlaydi.

1-jadval. O‘zbekiston relyefini shakllantiruvchi tabiiy jarayonlarni STEAM asosida o‘qitish modeli

STEAM komponenti	Mazmuni	Relyef mavzusidagi faoliyat	Raqamli vosita	Kutiladigan ko‘nikma
S – Science	Geografiya, fizika, ekologiya	Jarayon mexanizmini tushuntirish	Raqamli xarita	Sabab–oqibat tahlili
T – Technology	GIS va masofadan zondlash	Qiyalik va xavf qatlamlarini ko‘rish	GIS/veb-xarita	Fazoviy tahlil
E – Engineering	Muhandislik yechimi	Himoya chorasi	Sxema/model	Amaliy muammo yechish

		modelini taklif qilish		
A – Arts	Vizual kommunikatsiya	Xavf xaritasi va infografika yaratish	Grafik muharrir	Axborotni ifodalash
M – Mathematics	Hisob va statistika	Qiyalik, foiz, diagramma hisoblash	Jadval/kalkulyator	Miqdoriy tahlil

GIS vositalaridan foydalanish STEAM modelining texnologik tayanchini yaratadi. GIS bo‘yicha 2010–2024-yillardagi 257 ta tadqiqotni qamrab olgan tizimli sharhda ushbu texnologiyalar geografik bilim, fazoviy fikrlash, tadqiqot va muammo yechish ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qilishi ko‘rsatilgan [1]. GIS asosidagi geografiya ta’limining tabiiy ofatlar xavfi haqidagi xabardorlikka ta’sirini o‘rgangan tajriba ham ijobiy natijalarni qayd etgan [2].

O‘zbekiston sharoitida ushbu yondashuvning amaliy qiymati yuqori. Tog‘ va tog‘oldi hududlarida surilma, qulash, cho‘kish, suffoziya va karst jarayonlarining muntazam monitoring qilinishi [5; 6] maktab darsiga mahalliy va real ma’lumotlarni olib kirish imkonini beradi. O‘quvchilar monitoring ko‘rsatkichlarini diagrammaga aylantirishi, xavf turlarini tasniflashi va shartli hudud uchun xavfsizlik tavsiyalarini ishlab chiqishi mumkin.

STEAM loyihasining namunasi sifatida “Xavfsiz tog‘ yonbag‘ri” topshirig‘i taklif etiladi. Guruhlarga shartli DEM, yog‘in, daryo tarmog‘i va yer qoplami xaritalari beriladi. Birinchi guruh xavfli qiyaliklarni aniqlaydi, ikkinchi guruh fizik omillarni tushuntiradi, uchinchi guruh sonli ko‘rsatkichlarni hisoblaydi, to‘rtinchi guruh himoya yechimini ishlab chiqadi. Yakunda barcha natijalar yagona raqamli xarita yoki infografikada birlashtiriladi.

Mazkur yondashuvda o‘qituvchi tayyor xulosani beruvchi emas, balki tadqiqotni tashkil etuvchi rolini bajaradi. Baholashda faqat faktik bilim emas, xarita bilan ishlash, dalil keltirish, fanlararo bog‘lanishni tushuntirish, raqamli ma’lumotni talqin qilish va amaliy yechimning asoslanganligi ham hisobga olinadi. Shu tariqa relyef mavzusi tabiiy geografik bilim bilan raqamli savodxonlikni birlashtiruvchi amaliy o‘quv maydoniga aylanadi.

Xulosa. O‘zbekiston relyefini shakllantiruvchi tabiiy jarayonlarni maktab geografiyasida STEAM va raqamli texnologiyalar asosida o‘qitish mavzuning ilmiy mazmunini amaliy faoliyat bilan bog‘lash imkonini beradi. GIS, DEM, interaktiv xaritalar va monitoring ma’lumotlari o‘quvchilarga tabiiy jarayonlarning hududiy tarqalishini ko‘rish, omillarni qiyoslash va xavfni baholash imkonini beradi. Taklif etilgan metodik model geografiya, fizika, matematika, informatika va muhandislik elementlarini yagona muammoli topshiriqda birlashtiradi. Ayniqsa surilma, sel, eroziya va boshqa xavfli jarayonlarni o‘rganishda real O‘zbekiston ma’lumotlaridan foydalanish

ta’limning hayotiyligi va amaliy ahamiyatini oshiradi. Kelgusida ushbu modelning samaradorligini tajriba va nazorat sinflarida pedagogik tajriba-sinov asosida tekshirish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Bondarenko O.V. Teaching geography with GIS: a systematic review, 2010–2024 // Science Education Quarterly. – 2025. – Vol. 2, № 1. – P. 24–40. DOI: 10.55056/seq.903.

2. Gürhan A., Yağbasan Ö. The effect of Geographical Information Systems (GIS) supported geography education on disaster risk awareness // International Online Journal of Education and Teaching. – 2024. – Vol. 11, № 4. – P. 823–840.

3. Yang D., Wang C., Qian L. Does the use of GIS in geographical education yield better learning outcomes? Evidence from a quasi-experimental study on air pollution teaching // Transactions in GIS. – 2024. – Vol. 28. – P. 433–454. DOI: 10.1111/tgis.13142.

4. Tobirov O. The role of Geographic Information Systems (GIS) in geography classes // O‘zMU xabarlari. – 2024. – Vol. 1, № 1.1. DOI: 10.69617/nuuz.v1i1.1.419.

5. O‘zbekiston Respublikasi Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirligi. Respublikaning tog‘ va tog‘oldi hududlarida xavfli ekzogen geologik jarayonlar monitoringi olib borilmoqda. – 2026, 12-may.

6. O‘zbekiston Respublikasi Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirligi. The Importance and Practical Implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction in Uzbekistan. – 2025, 25-iyul.

TABIIY-ILMIY SAVODXONLIK KONSEPSIYASINING EVOLYUTSIYASI VA FIZIKA TA’LIMIDAGI STRUKTURAVIY AHAMIYATI

Xalikov Zarifjon Muxtarali o‘g‘li
Guliston davlat universiteti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Tabiiy-ilmiy savodxonlik (Scientific Literacy) tushunchasi XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab ta’lim falsafasining markaziy nuqtasiga aylandi. Evolyutsion nuqtai nazardan, u dastlab faqat faktik bilimlarni o‘zlashtirish deb qaralgan bo‘lsa, bugungi kunda insonning real hayotiy muammolarni ilmiy asosda hal qilish, dalillarga tayanib xulosa chiqarish va texnologik jarayonlarning ijtimoiy-ekologik oqibatlarini anglash qobiliyati sifatida talqin qilinmoqda. Fizika ta’limi ushbu savodxonlikning poydevori bo‘lib, u olamning fundamental qonuniyatlarini tushunish orqali o‘quvchida tanqidiy fikrlashni shakllantiradi. PISA (Programme for International Student Assessment) tadqiqotlari doirasida tabiiy-ilmiy savodxonlikning strukturaviy elementlari fanlararo integratsiyani va inklyuziv yondashuvni talab etmoqda.

***Kalit so‘zlar*:** Tabiiy-ilmiy savodxonlik, PISA, fizika ta’limi, kognitiv rivojlanish, motivatsion mezon, operatsion ko‘nikmalar, metodik integratsiya.

Zamonaviy ta’lim taraqqiyoti o‘quvchi-yoshlarni shunchaki axborotlar majmuasi bilan ta’minlash emas, balki shiddat bilan o‘zgarayotgan global dunyoda muvaffaqiyatli adaptatsiyasini kafolatlovchi universal va sohaviy kompetensiyalarni shakllantirishni ustuvor vazifa qilib qo‘ymoqda. Mazkur jarayonda pedagog kadrlar tayyorlash sifati alohida ahamiyatga ega, zero o‘qituvchilarning professional mahorati ta’lim samaradorligini belgilovchi bosh omildir. Shu maqsadda, «O‘quv va ilmiy-izlanish muassasalari faoliyatini tashqi baholash mexanizmlarini joriy etish hamda ta’lim xizmatlari sifatini yuksaltirish» yo‘nalishida O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 5-maydagi PF-72-sonli Farmoni qabul qilingan bo‘lib, u bevosita mutaxassislar sifatini oshirishni ko‘zda tutadi.[1].Ayniqsa, boshlang‘ich ta’lim o‘qituvchilarining kasbiy kompetentligi yosh avlodning intellektual poydevorini qurishda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. XXI asr chaqiriqlari boshlang‘ich ta’limning strategik yo‘nalishlarini tubdan isloh qilishni taqozo etmoqda. Bugungi kun talabiga ko‘ra, o‘quvchilar nafaqat nazariy bilimlarni egallashi, balki tahliliy mushohada yuritish, ma’lumotlarni interpretatsiya qilish va mantiqiy xulosalar asosida to‘g‘ri qarorlar qabul qilish ko‘nikmalariga ega bo‘lishi shart. Bu esa o‘z navbatida, boshlang‘ich sinf davridanoq tabiiy-ilmiy savodxonlikni shakllantirish uchun zamin bo‘lishi lozim.

Tabiiy-ilmiy savodxonlikni rivojlantirish muammolari qator tadqiqotchilar tomonidan o‘rganilgan. Jumladan, T.G.Vedernikova va T.G.Yemeleva boshlang‘ich sinf o‘quvchilarida axborot-kommunikatsiya texnologiyalari vositasida ushbu savodxonlikni tarkib toptirish masalalarini yoritgan bo‘lsalar [3], L.A.Safronova o‘quvchilarning izlanuvchanlik faolligini oshirishda tabiiy fanlarning o‘rnini fundamental jihatdan asoslaydi [8].O.A.Ivashedkina «Tabiiy fanlar» kursini loyihaviy-tadqiqotchilik faoliyati orqali takomillashtirish g‘oyasini ilgari surgan bo‘lsa [4], L.I.Burova tomonidan kichik maktab yoshidagi bolalarda olamning tabiiy-ilmiy manzarasini shakllantirishning nazariy platformasi yaratilgan [2]. A.I.Savenkov esa muammoni ko‘ra bilish, gipoteza tuzish, savol berish san’ati, tushunchalarni tavsiflash, eksperiment o‘tkazish va xulosa chiqarish kabi tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirish tizimini taklif etadi [7]. Mavjud ilmiy ishlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, tabiiy-ilmiy savodxonlik – bu ilmiy g‘oya va jarayonlarni anglash, atrof-muhit hodisalarini ilmiy izohlash, bilimlarni amaliyotda tatbiq etish, ma’lumotlarning ishonchliligini baholash va o‘z fikrini dalillar bilan asoslash qobiliyatidir. Ya’ni, mazkur savodxonlik integrativ xarakterga ega bo‘lib, quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

Fundamental ilmiy tushunchalarni egallash (suv, havo, yorug‘lik, ekotizimlar va ularning xususiyatlari):

Ilmiy izlanish metodlarini o‘zlashtirish (kuzatuvchanlik, farazlar ilgari surish, oddiy tajribalar o‘tkazish va ma’lumotlarni tahlil qilish);

Nazariy bilimlarni kundalik hayotiy muammolarni tushuntirish uchun qo‘llash (fizik-kimyoviy hodisalarning hayotiy sabablarini anglash);

Fanga nisbatan ijobiy munosabat, olimlar mehnatini qadrlash, ekologik ong va barqaror rivojlanish tamoyillarini tushunish kabi malakalarni shakllantirishni nazarda tutadi. Bu jarayon har bir o‘quvchining individual-psixologik xususiyatlariga mos ravishda amalga oshirilishi muhimdir.

Umumiy o‘rta ta’limda tabiiy-ilmiy savodxonlikni yuksaltirishda “SCIENCE” (tabiiy fanlar) dasturi markaziy o‘rin tutadi. Rivojlangan davlatlar tajribasidan kelib chiqib, O‘zbekiston maktablarida ham 2021-2022 o‘quv yilidan boshlab an’anaviy “Atrofimizdagi olam” va “Tabiatshunoslik” fanlari o‘rniga integratsiyalashgan tabiiy fanlar (SCIENCE) joriy etildi. Mazkur fan:

1-2-sinflarda olamni anglash,

3-4 sinflarda tabiatni o‘rganish,

5-6-sinflarda esa biologiya, fizika va geografiyaning fundamental asoslarini yaxlit holda o‘rgatish orqali o‘quvchilarda dunyoning bir butun ilmiy manzarasini shakllantirishga xizmat qiladi.

Bu tizim 4K modeli (kreativlik, kommunikatsiya, kollaboratsiya, tanqidiy fikrlash) bilan bir qatorda PISA va TIMSS kabi xalqaro standartlar darajasida kompetensiyalarni rivojlantirishga zamin yaratadi. Tabiiy fanlarni o‘qitish orqali bolalarda:

Mavsumiy o‘zgarishlarni tahlil qilish;

Biologik va fizik ob’ektlarni tavsiflash;

Elementar eksperimental faoliyatni amalga oshirish imkoniyatlari kengayadi.

Bunda o‘quvchilarning savodxonlik darajasi pedagogik jarayonning samaradorligiga, bu esa o‘z navbatida bo‘lajak o‘qituvchilarning metodik tayyorgarligiga bog‘liqdir. Oliy ta’limning “Boshlang‘ich ta’lim” yo‘nalishida o‘qitiladigan “Tabiiy fanlar nazariyasi va metodikasi” fani aynan shu maqsadga yo‘naltirilgan. Bo‘lajak pedagoglar quyidagi strategik jihatlarga e’tibor qaratishlari lozim:

I.Tabiiy fanlar-bu integratsiyalashgan ta’lim tizimidir. O‘qituvchi bitta mavzu doirasida pedagogika, psixologiya, falsafa va fundamental fanlar yutuqlarini uyg‘unlashtira olishi kerak. Masalan, Y.V.Malikovaning 4-sinf darsligidagi “Men tadqiqotchiman” mavzusi [5] orqali bolalarga axborot izlash va mantiqiy xulosalar chiqarish o‘rgatiladi. Bu esa o‘qituvchidan ham ilmiy metodologiyani, ham bolalar psixologiyasini chuqur bilishni talab qiladi. Boshlang‘ich sinf davri emotsional bilish davri bo‘lib, bolalarning tabiiy qiziquvchanligini to‘g‘ri yo‘naltirish pedagogik mahoratga bog‘liq.

II.Tabiiy fanlar-bu kompleks o‘qitish metodikasini taqozo etadi. Bu bir tomondan o‘quv dasturlarini hayotga yaqinlashtirishni, ikkinchi tomondan bilimlarni oddiydan murakkabga tomon tizimli berishni anglatadi. Masalan, «O‘simliklar» mavzusini o‘tishda biologik bilimlar ekologik tarbiya va ijtimoiy mas’uliyat bilan bog‘liq holda kompleks berilishi shart.

III.Ta’limda milliy-mahalliy komponentning o‘rni.Darsliklardagi milliy kulolchilik, mahalliy flora va fauna namunalari o‘quvchining o‘z hududini o‘rganishiga xizmat qiladi. Bo‘lajak o‘qituvchilar ushbu ma’lumotlarni raqamli texnologiyalar va animatsion resurslar orqali taqdim etishga tayyor bo‘lishlari lozim.

IV.Sinfdan tashqari mashg‘ulotlar va tajriba-sinov ishlari. To‘garaklar jarayonida texnika xavfsizligiga amal qilgan holda “Men o‘z hududim tadqiqotchisiman” kabi loyihalarni tashkil etish, bolalarda ilk ilmiy tafakkurni uyg‘otadi.

Xulosa qilib aytganda, tabiiy-ilmiy savodxonlik bu shaxsning ilmiy madaniyati asosi bo‘lib, u mantiqiy fikrlash, empirik tahlil va mas’uliyatli munosabatni shakllantiradi. Boshlang‘ich sinf o‘qituvchilarini tayyorlashda ularning fasilitatorlik va fanlararo integratsiyani ta’minlash qobiliyatini rivojlantirish jamiyatning intellektual salohiyatini yuksaltirishning kafolatidir.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 5-maydagi «Ta’lim sifatini ta’minlash va ta’lim xizmatlari ko‘rsatish tizimini takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida»gi PF-72-son Farmoni. Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi.

2. Nematov K.N., Abdullayev R.X. Tabiiy fanlar o‘qitishining integratsiyalashgan modeli va uning boshlang‘ich ta’limda qo‘llanilishi. O‘zbekiston Milliy universitetining ilmiy xabarnomasi. 2023. № 3. B. 142-156.

3. Qoraboyev D.H. Boshlang‘ich sinflarda tabiiy-ilmiy savodxonlikni integrativ usul bilan o‘qitishning samaradorligi. Qoqon davlat pedagogika institutining dissertatsiya asosi. Qoqon, 2023.

4. Salixova M.J., Yuldashev E.E. Raqamli texnologiyalardan foydalanib boshlang‘ich sinflarda tabiiy fanlar o‘qitish. Tashkent davlat pedagogika universitetining ilmiy maqolalar to‘plami. 2023. B. 78-89.

5. Xuzayev O.T. O‘quvchilarda ilmiy tafakkuri rivojlantirishning pedagogik shartnomalarini shakllantirish. Samarqand davlat universitetining xabarnomasi. 2023. № 4. B. 45-54.

FIZIKADA “ELEKTROMOBILLARNI RIVOJLANISHI VA ATROF MUHIT HIMOYASI” MAVZUSINI O‘QITILISHI

To‘xtayev G‘aybulla Mangliyevich
“Tabiiy va aniq fanlar”ga ixtisoslashtirilgan S.H.Sirojiddinov nomidagi Respublika akademik litseyi
toxtayevgaybulla68@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqola elektromobillarning tuzilishi,ishlash prinsipi, batareyalar va ularning turlari, yurish yo‘li, zaryadlash vaqti, zaryadlash turi, dvigatellar turlari, ularning konstruktiv xususiyatlari, energiya o‘zgartirish jarayonlari va zamonaviy texnologiyalarning qo‘llanilishi batafsil tahlil qilinadi.

Shuningdek, elektromobil dvigatellarining afzalliklari va kamchiliklari,sohada yuzaga kelayotgan muammolar, fanlararo integratsiya va kelajakdagi rivojlanish yo‘nalishlari muhokama qilinadi.Maqola elektromobillar sohasidagi so‘nggi yutuqlar va kelajakdagi rivojlanish istiqbollariga ham to‘xtalib o‘tadi.

Kalit so‘zlar: elektromobil dvigatellari, doimiy magnitli dvigatellar (PMSM), doimiy magnitli dvigatellar (PMSM), sayrak suvsiz energiya, quvvat zichligi, energiya quvvati, yurish yo‘li.

So‘nggi o‘n yilliklarda global isish, havoning ifloslanishi va neft resurslarining kamayishi kabi masalalar transport sohasida yangi yondashuvlarni talab qilmoqda. Ushbu muammolarga javoban elektromobillar (EV–Electric Vehicles) jadal rivojlanib, an’anaviy ichki yonuv dvigatellariga (ICE–Internal Combustion Engine) asoslangan transport vositalariga muqobil sifatida maydonga chiqmoqda. Elektromobillar nafaqat ekologik jihatdan toza transport vositasi sifatida e’tirof etilmoqda, balki energiya samaradorligi va ekspluatatsiya xarajatlarining pastligi tufayli iqtisodiy jihatdan ham jozibador hisoblanadi. Ushbu jarayonning markazida elektromobil dvigatellari yotadi, chunki ular avtomobilning harakatlanishini ta’minlovchi asosiy komponent hisoblanadi.

Elektromobillar dvigatellari an’anaviy ichki yonuv dvigatellaridan tubdan farq qiladi. Ichki yonuv dvigatellari yoqilg‘i yonishi natijasida mexanik energiya hosil qilsa, elektromobil dvigatellari elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantiradi. Bu jarayon elektromagnit induksiya va zamonaviy elektronika yutuqlari asosida amalga oshiriladi. Elektromobil dvigatellarining asosiy afzalligi ularning yuqori energiya samaradorligidir.Ular elektr energiyasining 90% dan ortig‘ini mexanik energiyaga aylantira oladi, bu ichki yonuv dvigatellarining 30-40% samaradorligidan ancha yuqori ko‘rsatkichdir. Bundan tashqari, elektromobil dvigatellari kamroq harakatlanuvchi qismlarga ega bo‘lib, bu ularning ishonchliligini oshiradi va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini kamaytiradi.Ushbu xususiyatlar elektromobillarni nafaqat shaxsiy transport vositasi sifatida, balki jamoat transporti va yuk tashish sohasida ham tadbiq qilmoqda.

Elektromobillar nafaqat transport vositalari sifatida, balki global energiya tizimining bir qismi sifatida ham muhim ahamiyatga ega. Qayta tiklanadigan energiya manbalarining (quyosh, shamol) ulushi ortib borishi bilan elektromobillar energiya tarmoqlarida muvozanatni saqlashda muhim rol o‘ynaydi. Masalan, “Vehicle-to-Grid” (V2G) texnologiyasi orqali elektromobillar ortiqcha energiyani saqlab, uni tarmoqqa qaytarishi mumkin. Bu esa elektromobil dvigatellarining nafaqat harakatlantiruvchi mexanizm, balki energiya infratuzilmasining dinamik elementi sifatida qaralishini ta’minlaydi. Shu sababli, ushbu sohada olib borilayotgan tadqiqotlar va ishlanmalar kelajakda global energiya va transport tizimlarini tubdan o‘zgartirishi mumkin.Xulosa qilib aytganda, elektromobil dvigatellari zamonaviy texnologiyalarning eng muhim yutuqlaridan biridir. Ularning tuzilishi va ishlash prinsipi nafaqat muhandislik

nuqtai nazaridan, balki ekologik va iqtisodiy jihatdan ham muhim ahamiyatga ega.

So‘nggi yillarda elektromobil dvigatellarining samaradorligi, quvvat zichligi, ishlab chiqarish xarajatlari va ekologik barqarorligi bo‘yicha sezilarli yutuqlarga erishildi. Quyida ushbu sohadagi asosiy natijalar va tendensiyalar keltiriladi.Zamonaviy elektromobillarda asosan doimiy magnitli sinxron dvigatellar (PMSM),asinxron dvigatellar (IM) va aksial oqimli dvigatellar kabi texnologiyalar qo‘llanilmoqda. Har bir tur o‘ziga xos afzalliklarga ega:

1.Doimiy magnitli sinxron dvigatellar (PMSM): Yuqori samaradorlik (97% gacha) va kichik o‘lchamlari tufayli Tesla, BMW va Nissan kabi yirik ishlab chiqaruvchilar tomonidan keng qo‘llaniladi. So‘nggi yutuqlar orasida segmentlangan magnitlar (masalan, Tesla Model 3’da qo‘llanilgan) yordamida issiqlik yo‘qotishlari va magnitlarning qizib ketish xavfini kamaytirish mumkin bo‘ldi.

2.Asinxron dvigatellar (IM): Ishlab chiqarishning arzonligi va mustahkamligi tufayli ba’zi modellarda qo‘llaniladi, ammo samaradorlik jihatidan PMSM’lardan biroz orqada qoladi. Ularning qo‘llanilishi sanoat transporti va og‘ir yuk mashinalarida ko‘proq uchraydi.

3. Aksial oqimli dvigatellar: Bu yangi texnologiya bo‘lib, quvvat va moment zichligini oshirish imkonini beradi. Ularning “pancake” shaklidagi dizayni dvigatelni ixchamroq qiladi, bu esa elektromobillarning umumiy og‘irligini kamaytiradi. Mercedes-Benz YASA kompaniyasini sotib olib, ushbu texnologiyani AMG elektr platformasida joriy etmoqda, Renault esa WHYLOT bilan hamkorlikda 2026-yildan boshlab gibridlarda aksial oqimli dvigatellardan foydalanishni rejalashtirmoqda

Elektromobillarni ekplutatsiya qilishning o‘ziga xos xususiyatlari asosan batareyaning to‘la zaryadi bilan uzoq masofaga yurish, u balki zaryadlash vaqti bilan va uning boshqa ekspluatatsion xarajatlari bilan ham bog‘liq. Yurish masofasi batareya sig‘imiga bog‘liq bo‘lib, zamonaviy modellar 120-700 km masofani bosib o‘ta oladi. BYD va boshqa ilg‘or kompaniyalar tomonidan ishlab chiqilgan modellar esa 900 km va undan ko‘proq masofani ham bosib o‘tishi mumkin.

Yurish masofasi:

- Kichik batareya (40-50 kWh) – 200-300 km
- O‘rtacha batareya (60-80 kWh) – 350-500 km
- Katta batareya (90-120+ kWh) – 500-800 km.

Zaryadlash turi:

- 1-daraja (220V)-8-24 soat,
- 2-daraja (240V)-4-8 soat,
- 3-daraja (tezkor DC)-15-60 daqiqa

Batareya sig‘imi:

-Kichik batareyalar (40 kWh)-8 soat (2-daraja), 40 daqiqa (tezkor DC)

-Katta batareyalar (100 kWh)-12 soat (2-daraja), 20-30 daqiqa (tezkor DC)

Zaryadlash quvvati:

-Uy rozetkasi (3-7 kW) – sekin

-Jamoat stansiyalari (11-22 kW) – o‘rtacha

-Tezkor zaryadlash (50-350 kW) – juda tez

Batareyalar turlari:

-Qo‘rg‘oshin kislotali akkumulyatorlar (Pb-PbO2). Ushbu batareyalar 1859 yilda ixtiro qilingan va qayta zaryadlanuvchi batareyalarning eng qadimgi turi hisoblanadi;

-Nikel-kadmiyli batareyalar (Ni-Cd). Ushbu texnologiya 90-yillarda qo‘llanilgan, chunki bu batareyalar katta energiya zichligiga ega. Ba’zi sabablarga ko‘ra nikel-kadmiy batareyalari hozirda nikel-metall-gidrid (NiMH) batareyalar bilan almashtirilmoqda;

-Nikel-metall-gidridli batareyalar (Ni-MH). Ushbu turdagi batareyalarda kadmiy (Cd) o‘rniga vodorodni saqlaydigan qotishma salbiy elektrodlar uchun ishlatiladi;

-Sink-bromli batareyalar (Zn-Br2);

-Natriy xlorid va nikel batareyalari (Na-NiCl). Zebra deb ham ataladi, ular natriy oltingugurtli batareyalarga juda o‘xshaydi;

-Natriy suyuqligi (Na) va oltingugurt (S) ni o‘z ichiga olgan natriy oltingugurtli batareyalar (Na-S). Ushbu turdagi akkumulyator yuqori energiya zichligi, yuqori yuklama va yuklamasiz samaradorligi (89-92%) va uzoq muddat ishlatilish davriga ega;

-Lityum-ion batareyalar (Li-Ion). Ushbu batareyalar elektrolit sifatida katod va anod o‘rtasida sodir bo‘ladigan teskari elektrokimyoviy reaktsiya uchun zarur ionlarni ta’minlaydigan litium tuzidan foydalanadi.

Batareya umrining uzoq davomiyligi: Zamonaviy lityum-ion batareyalari 8-15 yilgacha xizmat qilish imkoniyatiga ega bo‘lib, ularning siklik zaryadlash vaqti 1000-2000 marta oralig‘ida bo‘lishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. S&P Global Mobility. (2023). Elektromobil quvvat tizimlari tendensiyalari: eAxle va dvigatel texnologiyalari.

Manba:https://www.spglobal.com/mobility/en/research-analysis/electric-vehicle-powertrain-trends.html.

2. AQSh Energetika Vazirligi. (2022). Ilg‘or elektr dvigatellarni tadqiq qilish va rivojlantirish maqsadlari.

Manba:https://www.energy.gov/eere/vehicles/advanced-electric-motors.

3. Xitoy Avtomobil Muhandislari Jamiyati. (2020). Energiya tejash va yangi energiyali transport vositalari texnologiyasi yo‘l xaritasi . Pekin: CSAE.

4. Ames Laboratoriyasi. (2023). Seyrek tuproq magnitlaridan tashqari (BREM) loyihasi. Manba: https://www.ameslab.gov/brem.

5. Mercedes-Benz Guruhi. (2021). YASA Limited kompaniyasini sotib olish: Aksial oqimli dvigatel texnologiyasini rivoji

FIZIKA TA’LIMIDA MUAMMOLI O‘QITISH TEXNOLOGIYASINING DIDAKTIK AHMIYATI VA UNING TASNIFIY XUSUSIYATLARI

Ibadullaev Aydos Abdullaevich[1], Bazarbaev Zinatdin Bisen o‘g‘li[2]
[1]Nukus davlat texnika universiteti, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori
[2] Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamon talablari asosida umumta’lim maktablari va oliy ta’lim muassasalarida fizika fanini o‘qitish samaradorligini oshirishda muammoli ta’lim texnologiyasining tutgan o‘rni va ahamiyati tahlil qilingan. Fizika ta’limi jarayonida o‘quv muammolarining mazmuniy tasnifi o‘rganilib, nazariy, amaliy va aralash turdagi muammoli vaziyatlarni tashkil etish metodikasi yoritilgan. Maqolada muammoli o‘qitish tizimining o‘quvchilarda mustaqil va erkin fikrlashni rivojlantirish, bilimlarni tizimlashtirish hamda fanga nisbatan yuzaga kelayotgan loqaydlik holatlarini bartaraf etishdagi pedagogik imkoniyatlari asoslab berilgan.

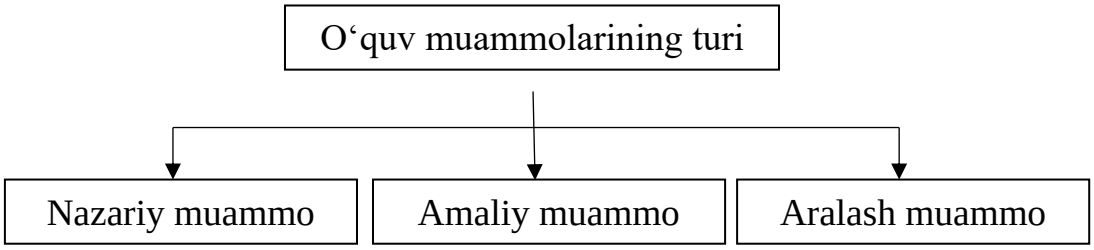
Kalit so‘zlar: Uzluksiz ta’lim, fizika ta’limi, muammoli o‘qitish, nazariy muammo, amaliy muammo, aralash muammo, eksperiment, mustaqil fikrlash, didaktik samaradorlik.

Har bir jamiyatning kelajagi va barqaror rivojlanishi uning ajralmas qismi hamda hayotiy zarurati bo‘lgan ta’lim tizimining qay darajada taraqqiy etganligi bilan belgilanadi. Bugungi kunda mustaqil taraqqiyot yo‘lidan dadil borayotgan mamlakatimizda uzluksiz ta’lim tizimini tubdan isloh qilish, uni sifat jihatidan yangi bosqichga ko‘tarish, jarayonga ilg‘or pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini izchil joriy etish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biriga aylandi.

Zamonaviy fizika ta’limi oldida turgan eng bosh vazifa - o‘quvchilarga nafaqat tayyor ilmiy faktlarni singdirish, balki ularda mustaqil bilim olish, tabiat hodisalarini ilmiy va metodik jihatdan to‘g‘ri talqin qilish hamda mustaqil fikrlash qobiliyatlarini shakllantirishdan iboratdir. Bu esa o‘z navbatida ta’lim samaradorligini kafolatlovchi muammoli o‘qitish texnologiyasini dars jarayoniga tizimli olib kirishni taqozo etadi. Fizikani muammoli o‘qitish o‘quvchining ham, bo‘lajak fizika o‘qituvchisining ham ijodiy fikrlashini va kasbiy qobiliyatlarini shakllantirishda yuksak didaktik ahmiyatga ega.

Tadqiqot jarayonida tizimli yondashuv, muammoli vaziyatlarni modellashtirish, qiyosiy tahlil va pedagogik kuzatuv metodlaridan foydalanildi. Fizika fani darslarida o‘quv muammolari asosan ikkita asosiy holatda: murakkab masalalar yechish va mustaqil ilmiy-tadqiqotchilik eksperimentlarini o‘tkazish paytida yuzaga keladi va loyihalanadi. Xorijiy va mahalliy tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, muammoli ta’lim o‘quvchini passiv tinglovchidan faol tadqiqotchiga aylantirishning eng maqbul vositasidir.

Fizika o‘qitish metodikasida o‘quv muammolari o‘zining mazmuni, maqsadi va hal etilish usullariga ko‘ra shartli ravishda uchta asosiy guruhga bo‘linadi:



1. Nazariy o‘quv muammolari. Bu turdagi muammolar fanga oid yangi qonuniyatlarni xulosalashda, o‘tkazilgan eksperiment natijalarini ilmiy jihatdan asoslashda va ularning oqibatlarini oldindan ilmiy bashorat qilishda qo‘llaniladi. Nazariy muammolar o‘quvchidan yuqori darajadagi abstrakt fikrlashni va tadqiqot yurgizish bilan bog‘liq murakkab masalalarni ishlashni taqozo etadi.

Didaktik misol: “Biz mexanika kursidan bilamizki, har qanday harakatlanayotgan jism ma’lum vaqtdan keyin ishqalanish kuchi ta’sirida to‘xtaydi. Masalan, koptokni yerga dumalatsak, u albatta to‘xtaydi va uning ichki energiyasi (harorati) biroz ortadi. Endi teskari vaziyatni tasavvur qilaylik: stakanda turgan iliq suv issiqlik ajratib, o‘z-o‘zidan sovisa-da, o‘sha ajralgan issiqlik hisobiga suv stakandan yuqoriga (ma’lum balandlikka) sakrab chiqa oladimi? Energiyaning saqlanish qonuniga ko‘ra bu mumkin, chunki ichki energiya mexanik energiyaga aylanyapti. Nima uchun real hayotda bu jarayon sodir bo‘lmaydi?”

2. Amaliy o‘quv muammolari. Amaliy muammolar o‘quvchidan olgan nazariy bilimlariga tayanib, kundalik hayot va texnikada uchraydigan aniq amaliy masalalarni yechishning yangi, muqobil yo‘llarini topishni talab qiladi. Albatta, har qanday amaliy ishning bajarilishi nazariy tahlilsiz amalga oshmaydi, biroq bu o‘rinda nazariya yordamchi vosita vazifasini bajaradi.

Didaktik misol: O‘quvchilarga “Ampermetr va reostat yordamida elektr lampasining quvvatini aniqlash” vazifasi beriladi. Bu yerda asosiy maqsad - quvvatni aniqlashning eksperimental, amaliy yo‘lini mustaqil topishdir. O‘quvchi bunda zanjir qismi uchun quvvat formulasini ($P=I^2R$) amalda qo‘llab, tok kuchi bir xil bo‘lgan holatda quvvat qarshilikka to‘g‘ri proporsional ekanligi haqidagi xulosaga o‘zi keladi.

Shuningdek, yangi qonuniyatlarni tajribada aniqlashga qaratilgan vazifalar (masalan, o‘tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulaganda tok kuchining qarshilikka bog‘liqligini grafik orqali aniqlash) ham amaliy muammolar sirasiga kiradi.

3. Aralash turdagi o‘quv muammolari. Bunday muammolarning hal qilinishi nazariy va amaliy masalalarning qat’iy uyg‘unligiga asoslanadi. Unda nazariya va amaliyotni bir-biridan ajratib bo‘lmaydi.

Didaktik misol: Elektromagnit induksiya hodisasini tushuntirishda nazariy savollarning javobi va amaliy tajribalarning bajarilishi bir-birini to‘ldiradi va rivojlantiradi. Tajribada kuzatilgan hodisa nazariy jihatdan Maksvell tenglamalari yoki Faradey qonuni bilan asoslansa, nazariy xulosalar amaliy zanjirlarda o‘z isbotini topadi.

Muammoli o‘qitishning ta’lim sifatiga ta’siri: Dars va darsdan tashqari mashg‘ulotlarda fizika fanini o‘quvchilarning qiziqishlari va layoqatlarini hisobga olgan holda muammoli asosda tashkil etish quyidagi ijobiy natijalarni beradi:

- faollikning ortishi: O‘quvchi tayyor konspektni ko‘chiruvchi emas, balki muammo yechimiga daxldor faol sub’ektga aylanadi;

- bilimlar tizimlanishi: Muammoli vaziyat orqali olingan bilimlar xotirada uzoq saqlanadi va tizimli xarakterga ega bo‘ladi;

- befarqlikning oldini olish: Bugungi kunda yoshlar o‘rtasida kuzatilayotgan fizika faniga nisbatan ayrim loqaydlik va befarqlik holatlarining oldi olinadi, chunki muammoli dars tabiiy qiziquvchanlik ustiga quriladi.

Xulosa qilib aytganda, fizika darslarida muammoli o‘qitish texnologiyasini samarali amalga oshirish, eng avvalo, darsning maqsadiga mos bo‘lgan muammoli vaziyatlarni to‘g‘ri tashkil etish metodikasiga bog‘liqdir. Muammoli ta’lim asosida tashkil etilgan darslar o‘quvchilarning bilim darajasini ko‘taribgina qolmay, ularda mustaqil va erkin fikrlashni rivojlantiradi hamda fizikaning amaliy masalalarini hayotda qo‘llay oladigan kreativ shaxslarni tarbiyalashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasining “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni.

2. Mahmudov Yu. Fizika darslarida muammoli ta’lim texnologiyalari. - Toshkent, 2022.

3. Osman, S., & Kaur, N. (2021). Implementing problem-based learning in science education: Teachers' experiences and challenges. Journal of Science Education and Technology, 30(4), 512-524.

“ISSIQLIK DVIGATELLARI” MAVZUSINI O‘QITISHDA MUAMMOLI TA’LIM TEXNOLOGIYALARI VOSITASIDA O‘QUVCHILARGA EKOLOGIK TARBIYA BERISH USULLARI

Karlibaeva Guljaxan Ermekbaevna[1], Paluaniyazova Juldiz Maratovna[2]

[1]Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti, Fizika kafedrasi professori, pedagogika fanlari doktori

[2]Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti 2-kurs magsitranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada umumta’lim maktablarida fizika fanini o‘qitish jarayonida o‘quvchilarga ekologik tarbiya berish muammolari ko‘rib chiqiladi. “Issiqlik dvigatellari” bobi misolida muammoli ta’lim texnologiyalari va interfaol metodlardan foydalanish metodikasi yoritilgan. Maqolada issiqlik dvigatellarining atrof-muhitga salbiy ta’sirini kamaytirish va muqobil energiya manbalariga o‘tish masalalari orqali o‘quvchilarning ekologik madaniyati va tanqidiy fikrlashini rivojlantirish usullari asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: Fizika ta’limi, issiqlik dvigatellari, muammoli ta’lim, ekologik tarbiya, keys-stadi, issiqxona effekti, muqobil energiya, tanqidiy fikrlash.

Zamonaviy davrda global ekologik inqiroz, iqlim o‘zgarishi va atmosferaning iflolanishi insoniyat oldidagi eng jiddiy muammolardan biriga aylandi. Bu esa ta’lim tizimida yosh avlodga ekologik tarbiya berish, ularda tabiatga nisbatan mas’uliyat hissini shakllantirishni taqozo etadi. Mamlakatimizda ushbu yo‘nalishda muhim huquqiy asoslar yaratilgan. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 19 martdagi “Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-5032-son Qarori maktablarda fizika fanini hayotiy jarayonlar va ekologik muammolar bilan bog‘lab o‘qitish talabini qo‘yadi. Shuningdek, Prezidentning ““Yashil Makon” umummilliy loyihasini ramziy ma’noda va amalda yangi bosqichga olib chiqish, atrof-muhitni muhofaza qilish va sifatini ta’minlash chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Farmoni vazirlik va ta’lim muassasalari oldiga yoshlar o‘rtasida ekologik madaniyatni shakllantirish va atmosferaga chiqarilayotgan zararli gazlar (shu jumladan, issiqlik dvigatellari chiqindilari) miqdorini kamaytirishga oid innovatsion g‘oyalarni qo‘llab-quvvatlash vazifasini yuklaydi. Maktab fizika kursi, xususan “Issiqlik dvigatellari va ularning foydali ish koeffitsienti (FIK)” mavzusi o‘quvchilarga texnik taraqqiyot va ekologik muvozanat o‘rtasidagi bog‘liqlikni tushuntirish uchun qulay didaktik platforma hisoblanadi.

An’anaviy ta’limda issiqlik dvigatellarining tuzilishi va ishlash prinsipiga ko‘proq urg‘u berilib, ularning atrof-muhitga yetkazayotgan zarari faqat nazariy fakt sifatida aytib o‘tiladi. O‘quvchilarda ekologik ongni yuqori bosqichga olib chiqish uchun dars jarayonida muammoli ta’lim texnologiyalari va interfaol usullarni qo‘llash metodikasini takomillashtirish dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot jarayonida muammoli ta’lim konsepsiyasi, loyihaviy o‘qitish metodlari va maktab o‘quvchilarini ekologik tarbiyalashga oid pedagogik adabiyotlar tahlil qilindi. Muammoli ta’lim o‘quvchini tayyor bilimni qabul qiluvchidan mustaqil yechim qidiruvchi tadqiqotchiga aylantiradi. Biroq, fizika darslarida issiqlik jarayonlarini o‘rganishda ekologik yo‘nalishdagi muammoli vaziyatlarni yaratish algoritmlari yetarlicha tizimlashtirilmagan.

“Issiqlik dvigatellari” mavzusida muammoli ta’lim orqali ekologik tarbiya berish metodikasi darsning turli bosqichlarida quyidagicha tashkil etiladi:

1. Muammoli vaziyatni yaratish - bu muammoli ta’lim texnologiyasining eng asosiy va boshlovchi bosqichidir. Uning didaktik maqsadi - o‘quvchiga tayyor bilimni berish emas, balki uning mavjud nazariy bilimlari bilan yangi fizik fakt o‘rtasida qarama-qarshilik keltirib chiqarish orqali uni “hayrat” holatiga solish va mustaqil yechim izlashga majbur qilishdir.

Muammoli 1-matn: “Bugungi kunda dunyodagi avtomobillarning aksariyati issiqlik dvigatellari (ichki yonuv dvigatellari) yordamida harakatlanadi.

Ular bizning hayotimizni osonlashtiradi. Ammo shu bilan birga, yirik shaharlardagi havo ifloslanishining 70-80 foizi aynan shu transportlar hissasiga to‘g‘ri keladi. Savol: Insoniyat avtomobillardan voz kechmasdan turib, shaharlar havosini qanday toza saqlashi mumkin?”

Muammoli 2-matn: “Muhandislar atrof-muhitni muhofaza qilish va yonilg‘ini tejash maqsadida shunday avtomobil dvigatelini yaratmoqchi bo‘lishdiki, u yoqilgan 100 Joul issiqlik energiyasining hammasini (100 Joulni) foydali ishga (harakatga) aylantirsin. Natijada chiqindi gaz ham chiqmaydi, havo ham isib ketmaydi. Ammo fiziklar bunday dvigatelni yaratish mutlaqo imkonsiz ekanligini aytishdi. Savol: Nima uchun issiqlik energiyasini 100% foydali ishga aylantirib bo‘lmaydi? Tabiatning qaysi qonuni bunga to‘sqinlik qiladi?”

2. Keys-stadi usuli. O‘quvchilar kichik guruhlarga bo‘linib, aniq bir ekologik muammoni fizika qonuniyatlari asosida tahlil qiladilar. Masalan, guruhlarga quyidagi topshiriqlar beriladi:

1-guruh (Ekologlar): Issiqlik dvigatellaridan chiqayotgan is gazi (CO) va karbonat angidrid (CO_2) miqdorining “issiqxona effekti” va global isishga ta’sirini o‘rganish.

2-guruh (Muhandislar): Issiqlik dvigatellarining FIKni oshirish va yonilg‘i savdosini kamaytirish usullarini (masalan, gibrid tizimlar) ishlab chiqish.

3-guruh (Muqobil energiya tarafdorlari): Ichki yonuv dvigatellarini elektromobillar va vodorod bilan ishlovchi dvigatellarga almashtirishning iqtisodiy va ekologik foyda hamda zararlarini taqqoslash.

3. Ekologik mazmundagi fizik masalalar yechish. Darsda quruq matematik formulalardan tashqari, amaliy-ekologik mazmundagi masalalarni yechish tavsiya etiladi.

Masala namunasi: Bir yengil avtomobil 100 km masofani bosib o‘tish uchun o‘rtacha 8 litr benzin sarflaydi va atmosferaga qariyb 18 kg karbonat angidrid chiqaradi. Agar maktabdagi barcha o‘qituvchi va ota-onalar haftada bir kun avtomobildan voz kechib, jamoat transporti yoki velosipeddan foydalansa, bir oyda atmosferaga chiqariladigan zararli gazlar miqdori qanchaga kamayadi?

Olib borilgan kuzatuvlar shuni ko‘rsatdiki, ushbu metod qo‘llanganda o‘quvchilar mavzuni shunchaki yodlab qolmay, balki energiyani tejash, tabiatni muhofaza qilish insoniyatning yashab qolishi uchun zarur shart ekanligini anglab yetadilar.

Maktablarda “Issiqlik dvigatellari” bobini o‘qitishda muammoli ta’lim texnologiyalarini qo‘llash o‘quvchilarga ekologik tarbiya berishning samarali vositasidir. Bunda: o‘quvchilar texnika rivojlanishining salbiy ekologik oqibatlarini chuqur his qiladilar; muammoli savollar va keyslar orqali ularning mustaqil qaror qabul qilish va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalari ortadi; fizika fanining hayot bilan, global muammolar bilan uzviy bog‘liqligi ta’minlanadi.

Xulosa qilib aytganda, bunday yondashuv faqatgina fizika qonunlarini o‘rgatib qolmay, kelajakda tabiatga do‘stona munosabatda bo‘ladigan ekologik madaniyatli shaxsni tarbiyalashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 19 martdagi “Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-5032-son Qarori. // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi (lex.uz).

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024 yil 31 maydagi ““Yashil Makon” umummilliy loyihasini ramziy ma’noda va amalda yangi bosqichga olib chiqish, atrof-muhitni muhofaza qilish va sifatini ta’minlash chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-81-son Farmoni. // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi (lex.uz).

3. Mahkamjonov K. Fizika o‘qitishda ekologik tarbiya. - Toshkent: O‘qituvchi, 2019.

4. Mahmudov Yu. Fizika darslarida muammoli ta’lim texnologiyalari. - Pedagogik mahorat, 2022 yil, 4-son.

5. Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63-85.

FIZIKA FANINI TALABALARGA O‘QITISHDA FANLARARO INTEGRATSIYA VA STEAM YONDASHUVLARI
(Toshkent davlat transport universiteti misolida)

Mannapova Kamola Alimdjanovna[1], Maxmudov Anvar Abdulla o‘g‘li

[1]Toshkent davlat transport universiteti, dotsent v.b.

mannapova.kamola@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy ta’lim tizimida fizika fanini o‘qitish samaradorligini oshirishda fanlararo integratsiya va STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) yondashuvlarini qo‘llash imkoniyatlari hamda ahamiyati tadqiq etilgan. Fizika qonuniyatlarini transport muhandisligi sohalari bilan uzviylikda o‘rgatish orqali talabalarning mantiqiy, tanqidiy va ijodiy fikrlash qobiliyatlarini rivojlantirish metodikasi yoritilgan. Shuningdek, STEAM loyihalari misolida talabalarning amaliy ko‘nikmalarini shakllantirish va fanga bo‘lgan qiziqishini orttirish bo‘yicha uslubiy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: STEAM yondashuv, fanlararo integratsiya, fizika metodikasi, innovatsion ta’lim, amaliy ko‘nikma, loyiha ishi, tanqidiy fikrlash.

KIRISH

Bugungi kunda jahon ta’lim makonida kechayotgan globallashuv va texnologik taraqqiyot jarayonlari ta’lim tizimini tubdan isloh qilishni, xususan, aniq va fizika fanini o‘qitish metodikasini yangilashni talab etmoqda. Zamonaviy dunyoda axborotlar hajmining keskin ortishi va fan-texnikaning jadal rivojlanishi natijasida faqatgina nazariy bilimlarga ega bo‘lgan mutaxassislarga emas, balki muammolarga tizimli yondasha oladigan, innovatsion g‘oyalarni amaliyotga tatbiq eta biladigan kadrlar qatlamiga ehtiyoj yuqori bo‘lmoqda. Shu sababli,

fizika fanini an’anaviy yodlash va quruq formulalarni hisoblash uslubidan voz kechib, uni hayotiy jarayonlar bilan bog‘lagan holda, muhandislik sohalari bo‘yicha uzviylikda o‘qitish dolzarb masalalardan biriga aylandi. Fizika – tabiat hodisalarining umumiy qonuniyatlari, modda va maydonning tuzilishi hamda harakatini o‘rganuvchi fundamental fandir. Biroq, uni boshqa tabiiy va texnika va muhandislik fanlardan ajratilgan holda o‘qitish talabalarda dunyoning yaxlit ilmiy manzarasini shakllantirishga to‘sqinlik qiladi. Fanlararo integratsiya va zamonaviy STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) ta’lim yondashuvi aynan mana shu bo‘shliqni to‘ldirishga, o‘quvchilarda kompleks dunyoqarash va XXI asr ko‘nikmalarini (4C: Critical thinking, Creativity, Collaboration, Communication) shakllantirishga xizmat qiladi.

ASOSIY QISM VA METODOLOGIYA

Fizika darslarida fanlararo integratsiyani amalga oshirish bir necha bosqich va yo‘nalishlarda kechadi. Birinchidan, matematika fani bilan integratsiya fizika qonuniyatlarini miqdoriy jihatdan ifodalash va modellashtirishning asosi hisoblanadi. Skalyar va vektor kattaliklar, hosila va integral tushunchalari, grafiklar bilan ishlash dinamika, kinematika hamda elektrodinamika bo‘limlarini o‘zlashtirishda bevosita qo‘llaniladi. Ikkinchidan, kimyo fani bilan bog‘liqlik modda tuzilishi, termodinamika va molekulyar fizika bo‘limlarida yaqqol namoyon bo‘ladi. Masalan, atom va molekulalarning energetik darajalari, davriy tizim elementlarining fizik xossalari kabi mavzular ikki fanning kesishish nuqtasidir. Uchinchidan, biologiya va biofizika yo‘nalishidagi integratsiya talabalarga tirik organizmlardagi fizik jarayonlarni (qon bosimi, diffuziya, ko‘zning optik tizimi, nerv impulslarining elektr tabiati) tushunishga yordam beradi. STEAM yondashuvi esa ushbu integratsiyani yanada yuqori bosqichga ko‘tarib, unga texnologiya, muhandislik va san’at elementlarini qo‘shadi. Ushbu yondashuv doirasida darslar asosan loyiha uslubiga asoslanadi. Talabalarga faqat tayyor ma’lumot berilmaydi, balki muayyan muammoni hal qilish uchun topshiriq beriladi. Ular muammoni yechish davomida fizik qonunlarni o‘rganadilar (Science), raqamli texnologiyalar va dasturlardan foydalanadilar (Technology), qurilma yoki maket loyihasini chizib, uni konstruksiya qiladilar (Engineering, Arts) hamda hisob-kitoblarni bajaradilar (Mathematics).

NATIJALAR VA TAHLILLAR

Tadqiqot doirasida fizika fanini o‘qitishda STEAM loyihalarini tatbiq etish bo‘yicha eksperimental darslar tashkil etildi. Misol tariqasida, Toshkent davlat transport universitetining “Qurish muhandisligi” fakulteti talabalar bilan “Muqobil energiya manbalarini istemolchilarga hamda ekologik va aqlli uylarga tadbiq qilish loyihasi” mavzusidagi loyihani ko‘rib chiqamiz. Ushbu loyihada talabalar guruhlarga bo‘lingan holda quyidagi vazifalarni bajaradilar:

1. Ilmiy asos (Science): Quyosh panellari va shamol generatorlarining ishlash prinsiplari, yarimtkazgichlar fizikasi, fotoeffekt hodisasi va energiya saqlanish qonunini o‘rganish. Shu bilan birga uy xonalaridagi Harakat sensorli (PIR) lampalar, yorug‘lik sensorli (fotoselli) lampalar, sensorli boshqariladigan

lampalarni ishlash prinsiplari, fotorezistorlar, Frenel linzalari, Pyroelektrik effekt, elektr sig‘imi haqidagi tushunchalar va ularning fizikasini, shuningdek, issiqlik nurlanishi, yorug‘lik oqimi qonunlarini o‘rganish va ularni tadbiq qilish.

2. Texnologiya (Technology): Quyosh panellaridan olinayotgan kuchlanish va tok kuchini raqamli multimetrlar hamda datchiklar yordamida o‘lchash, natijalarni kompyuter dasturlarida tahlil qilish. Shuningdek, Harakat sensorli (PIR) lampalar, yorug‘lik sensorli (fotoselli) lampalar datchiklarini tahlilini o‘rganish.

3. Muhandislik (Engineering): Energiya samaradorligiga ega bo‘lgan kichik, ekologik hamda aqlli uy maketini loyihalash, panellarni optimal burchak ostida joylashtirish mexanizmini yaratish. Elektr energiya tejamkorligigni samarali usullarini ko‘rib chiqishni, ularni tadbiq qilishni o‘rganish.

4. San’at va dizayn (Arts): Uy modelining estetik ko‘rinishi, ergonomikasi va atrof-muhit bilan uyg‘unligini dizayn qoidalari asosida ishlab chiqish.

5. Matematika (Mathematics): Quyosh panellarining foydali ish koeffitsiyenti (FIK), sarflangan xarajatlar va tejalgan elektr energiyasi miqdorini fizik qonuniyatlari yordamida ifodalash va ularni matematik usullarni qo‘llash orqali, turli dasturlari yordamida hisoblashni o‘rganish.

Talabalarni bunday loyihalar orqali o‘qitish tahlili natijalari shuni ko‘rsatdiki, STEAM asosida o‘tilgan darslardan so‘ng, Toshkent davlat transport universitetining “Qurish muhandisligi” fakulteti talabalarning fizik jarayonlarni tushunish darajasi an’anaviy guruhlarga nisbatan 28% ga yuqorilagan. Eng muhimi, talabalarda mustaqil tadqiqotchilik, jamoada ishlash va muammoli vaziyatlardan chiqish ko‘nikmalari sezilarli darajada rivojlangan.

XULOSA

Fizika fanini o‘qitishda fanlararo integratsiya va STEAM yondashuvlarini qo‘llash ta’lim sifatini yangi bosqichga ko‘tarishning eng samarali yo‘llaridan biridir. Bu yondashuv ayniqsa muxandislik, texnika va tabiiy fanlar yo‘nalishlarida taxsil oluvchi talabalarga fanning hayotiy va amaliy ahamiyatini ko‘rsatib beradi, ularni shunchaki passiv tinglovchidan faol yaratuvchi va tadqiqotchiga aylantiradi. Fizika, matematika, kimyo, biologiya va axborot texnologiyalarining birgalikda, yaxlitlikda o‘rgatilishi kelajakda muhandislik, IT, biotexnologiya va robototexnika kabi yuqori texnologik sohalarga yetuk mutaxassislarni tayyorlash poydevori bo‘lib xizmat qiladi. Davlat ta’lim standartlari va o‘quv dasturlarini STEAM talablari asosida takomillashtirish hamda talabalarning ushbu yo‘nalishdagi metodik mahoratini oshirish ta’lim tizimining bugungi kundagi ustuvor vazifasidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O‘zbekiston strategiyasi. – Toshkent: 'O‘zbekiston' nashriyoti, 2021. – 464 b.

2. Yakubova M.H. Fizika o‘qitishda fanlararo bog‘lanishlardan foydalanish metodikasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2018. – 120 b.

3. Sanders, M. STEM, STEM Education, STEMmania. The Technology Teacher, 2009. 68(4), 20-26.

4. Richard Acheampong, Daniel Nti, Bans Bandoh Frempong, Ruth Asiamah Ampadu-Daadaum. Addressing Global Issues: The Perspectives of Teachers on the Role and Benefits of STEM Education. Creative Education, 2025. Vol.16 No.10.

5. Ishmuhamedov R., Abduqodirov A., Pardaev A. Ta’limda innovatsion texnologiyalar. – Toshkent: Iste’dod, 2010. – 160 b.

FIZIKA O‘QITISHDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALARNING O‘RNI VA BO‘LAJAK O‘QITUVCHILARNING METODIK TAYYORGARLIGINI SHAKLLANTIRISH

Matjanov Nurjan Sultamuratovich[1], Bazarbaev Zinatdin Bisen o‘g‘li[2]

[1]Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti, Fizika kafedrasi professori, pedagogika fanlari doktori

[2] Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada uzluksiz ta’lim tizimida fizika fanini o‘qitishning sifat va samaradorligini oshirishda innovatsion ta’lim texnologiyalarining tutgan o‘rni va ahamiyati yoritilgan. Muallif tomonidan bo‘lajak fizika o‘qituvchilarining kasbiy-metodik tayyorgARligini shakllantirishga qo‘yiladigan zamonaviy didaktik talablar tizimlashtirilgan. Maqolada innovatsion muhitda pedagog va talaba o‘rtasidagi interfaol muloqot, ijodiy va tanqidiy fikrlashni rivojlantirish hamda mustaqil ta’limni ilmiy-uslubiy tashkil etish algoritmlari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: Ta’lim to‘g‘risidagi qonun, fizika ta’limi, innovatsion texnologiyalar, metodik tayyorgarlik, intellektual mustaqillik, tanqidiy fikrlash, kichik guruhlar, multimedia.

Yangi tahrirdagi “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonunning qabul qilinishi mamlakatimizda uzluksiz ta’lim tizimi orqali jahon andozalariga mos keluvchi zamonaviy kadrlar tayyorlashning mustahkam huquqiy va uslubiy asosini yaratib berdi. Bugungi kunda ta’lim-tarbiya jarayonini zamon talablari darajasida tashkil etish, yosh avlodga chuqurlashtirilgan bilim berish har bir pedagog zimmasiga yuksak mas’uliyat yuklaydi.

Boshqa fundamental fanlar qatorida fizika fani o‘qituvchisining oldida ham nihoyatda sharafli va murakkab vazifalar turibdi. Fizika o‘qituvchisi nafaqat o‘quvchilarning ilmiy dunyoqarashini shakllantirishi, balki bizni o‘rab turgan tabiat hodisalarining mohiyatini to‘g‘ri tushuntira bilishi, ro‘y berayotgan har bir fizik jarayonni ilmiy va metodik jihatdan mukammal talqin qila olishi lozim. Bunday yuqori darajadagi mahorat esa ta’lim jarayoniga innovatsion ta’lim texnologiyalarini izchil tatbiq etishni taqozo etadi.

Tadqiqot jarayonida tizimli yondashuv, pedagogik model loyihalash, tahliliy-qiyosiy baholash va interfaol ta’lim metodlaridan foydalanildi. Innovatsion ta’lim texnologiyalari an’anaviy o‘qitish tizimidan farqli o‘laroq, didaktik jarayon ishtirokchilari o‘rtasida yuqori darajadagi o‘zaro munosabatni ta’minlaydi. Bunda ta’lim muhiti muayyan muammoni birgalikda hal qilish va taklif etilgan yechimlarning qay darajada optimal ekanligini muhokama qilish shaklida quriladi. Talabalarning uzluksiz innovatsion izlanishda bo‘lishi, mantiqiy fikrlashi va boshqalarda ham innovatsion g‘oyalarni shakllantirish ko‘nikmasi tadqiqotning nazariy asosi sifatida qabul qilindi.

Innovatsion ta’lim texnologiyalarining bosh maqsadi - talabaga faqat tayyor bilimlarni uzatish emas, balki bo‘lajak fizika o‘qituvchisini berilgan topshiriqlarga javobni mustaqil izlab topish malakalariga odatlantirishdir. Mazkur texnologiyalar intellektual mustaqillikni va kasbiy mahoratni rivojlantiradi.

Bo‘lajak fizika o‘qituvchilari innovatsion texnologiyalarni puxta egallashi va ularni kelajakdagi kasbiy faoliyatiga tatbiq eta olishi uchun oliy ta’lim jarayonida quyidagi didaktik talablarni bajarishi lozim:

Loyihalash ko‘nikmasi - bu bo‘lajak fizika o‘qituvchisining bo‘lajak dars jarayonini, o‘quv materiallarini va talabalarning mustaqil faoliyatini oldindan tizimli ravishda rejalashtirish, maqsad va natijalarni aniq belgilash hamda darsning yaxlit didaktik modelini yaratish qobiliyatidir. Zamonaviy fizika o‘qituvchisi darsni loyihalashda quyidagi konstruktiv bosqichlarni amalga oshirishni bilishi kerak:

- maqsadni loyihalash: Darsning yakuniy natijasini aniq belgilash.

- mazmunni loyihalash: Murakkab fizik formulalar va nazariyalarni talabalarning yoshi va yo‘nalishiga moslab, sodda va tizimli ko‘rinishga keltirish.

- texnologik xarita tuzish: Darsning har bir daqiqasini (kirish, muammoli vaziyat, bahs-munozara, xulosa va baholash) vaqt kesimida va metodlar uyg‘unligida loyihalash.

Raqamli ta’lim muhiti - bu ta’lim sifatini oshirish, dars jarayonini avtomatlashtirish va talabalarning mustaqil ta’limini samarali tashkil etish uchun birlashtirilgan raqamli vositalar, dasturiy ta’minotlar, elektron resurslar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining yaxlit didaktik tizimidir. Zamonaviy fizika o‘qituvchisi faqatgina proektordan foydalanish bilan cheklanib qolmay, quyidagi raqamli ekotizimni yarata olishi lozim:

- interfaol virtual simulatsiyalar va modellar: Fizikadagi ko‘z bilan ilg‘ab bo‘lmaydigan jarayonlarni (elektronlar oqimi, magnit maydon chiziqlari) vizuallashtiruvchi dasturiy muhitlar (masalan, PhET, GeoGebra, Multisim). Bu vositalar raqamli muhitning yadrosi hisoblanadi.

- elektron va multimediali darsliklar: Matnli ma’lumotlardan tashqari, o‘ziga 3D animatsiyalar, audio tushuntirishlar va giperhavolalarni (hyperlinks) qamrab olgan raqamli o‘quv adabiyotlari.

Tarqatma materiallar bilan ta’minlash: Amaliy mashg‘ulotlar mavzulari bo‘yicha didaktik va muammoli tarqatma materiallarni oldindan tizimli tayyorlash.

Mustaqil ishlarni tashkil etish: Talabalarning mustaqil ishlarini ilmiy-uslubiy jihatdan to‘g‘ri tashkil qilish, ularni kichik guruhlarda hamkorlikda ishlashga yo‘naltirish.

Tanqidiy fikrlash va baholash: Seminarlarni bahs-munozara shaklida olib borish, tanqidiy fikrlashni rivojlantiruvchi test variantlarini tuzish hamda o‘z-o‘zini baholash uchun sharoit yaratish (tayyanch so‘z va iboralar asosida).

Universal grafik tashkil etuvchilar: Taqqoslanadigan ikkilamchi ma’lumotlarni universal grafik tashkil etuvchilari (Venn diagrammasi, T-jadval va h.k.) orqali ifodalash, matn bilan ishlash va ijodiy tafakkurni kengaytiruvchi texnologiyalardan foydalanish.

“Elektr maydon kuchlanishi va Magnit maydon induksiyasi” mavzularini o‘rganishda T-jadval va Venn diagrammasini loyihalash modeli:

“Elektr va magnetizm” bo‘limining aksariyat tushunchalari va qonuniyatlari parallel hamda o‘xshashlik tamoyiliga asoslangan. Talabalarning ijodiy va tanqidiy tafakkurini rivojlantirish uchun ikkita asosiy maydon tavsiflarini solishtirish maqsadida T-jadval grafik tashkil etuvchisidan foydalaniladi:

Elektr maydoni	**Magnit maydoni**
Xususiyatlari: Manbasi - tinch turgan elektr zaryadlari; maydon kuch tavsifi - elektr maydon kuchlanishi (E); kuch chiziqlari ochiq (musbat zaryaddan boshlanib, manfiyda tugaydi).	**Xususiyatlari:** Manbasi – harakatlanayotgan zaryadlar (tok); maydon kuch tavsifi – magnit induksiyasi (B); kuch chiziqlari doimo yopiq (boshlanishi va oxiri yo‘q).
Zaryadlarga ta’siri: Tinch turgan zaryadga ham, harakatdagi zaryadga ham Kulon kuchi ($F=qE$) bilan ta’sir qiladi.	**Zaryadlarga ta’siri:** Faqat harakatlanayotgan zaryadga Lorens kuchi ($F=q[vB]$) bilan ta’sir qiladi, tinch turgan zaryadga ta’sir qilmaydi.

Ushbu ikkilamchi ma’lumotlarni tizimlashtirgandan so‘ng, talabalar kichik guruhlarda raqamli dasturiy muhitlarda (masalan, *Miro* yoki *GeoGebra*) Venn diagrammasini chizadilar. Ular ikki maydonning kesishish nuqtasini (umumiy jihati: *materiyaning alohida shakli ekanligi, energiya va massaga egaligi, superpozitsiya prinsipiga bo‘ysunishi*) aniqlaydilar. Bunday grafik loyihalash bo‘lajak o‘qituvchilarning metodik mahoratini oshiradi.

Innovatsion texnologiyalar sharoitida fizika o‘qituvchisining metodik tayyorgarligini shakllantirish ketma-ketligi (namuna):

Innovatsion loyihalash→Multimedia va simulatsiyalar→Kichki guruhlarda bahs→Tanqidiy baholash.

Agar bo‘lajak fizika o‘qituvchisi yuqoridagi didaktik talablar hamda innovatsion texnologiyalar asosida mashg‘ulotlarni tashkil etishni chuqur

o‘zlashtirsa, ularning kasbiy faoliyatga bo‘lgan motivatsiyasi va faolligi keskin oshadi. Natijada, ularning ijodiy tafakkuri kuchayadi, metodik tayyorgarligi sifat jihatidan yangi bosqichga chiqadi va murakkab ilmiy muammolar yechimining eng maqbulini tahliliy tanlash ko‘nikmasi mustahkamlanadi.

Fizika darsining yuqori samaradorlikka ega bo‘lishi ko‘p jihatdan uning serqirra, keng qamrovli, mazmun va shakliga ko‘ra turli xilda namoyon bo‘lishiga bog‘liq. Mohiyatiga ko‘ra, zamonaviy fizika darsi shunchaki formulalarni yodlatish emas, balki darsning asosiy mazmunini innovatsion usullar bilan o‘zlashtirishga, qo‘yilgan didaktik maqsadga erishishga yo‘naltirilgan tizimli harakatlar majmuidir. Innovatsion texnologiyalarni egallagan fizika o‘qituvchisi ta’lim sifatini kafolatlovchi asosiy kuch hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasining “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni.

2. Ishmuhamedov R., Abduqodirov A., Pardaev A. Ta’limda innovatsion texnologiyalar. – T.: Iste’dod, 2010.

3. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКА ВЫБРОШЕННОГО АТМОСФЕРУ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В БУХАРСКОЙ ОБЛАСТЕ РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

Н.Б.Алиева
к.т.н, дотцент, Ташкентский экономический и педагогический университет, республика Узбекистан
А.А.Файзиев
к.ф-м.н, профессор, Ташкентский экономический и педагоги-ческий университет, республика Узбекистан

Аннотация. Загрязнения воздуха является одной из самых серьезных экологических угроз для здоровья человека. В статье, методом статистического анализа временных рядов, изучена статистически закономерность рядов динамики $\{y_t, t \in T\}$ – среднего количес-тва выброшенного атмосферу загрязняющих вещества в Бухарской области республике Узбекистан (по материалам ЦСУ РУз за 2011-2025 годы). Построены, с 95% ной гарантией точечные и интервальные оценки для средней выброшенного атмосферу загрязняющих вещества в Бухарской области республике Узбекистан, определены явные виды трендов и прогнозирована средней выброшенного атмосферу загрязняющих вещества в Бухарской области республике Узбекистан для последующих лет. С помощью статистических критериев Дарбина-Уотсона установлено, что

средняя выброшенного атмосферу загрязняющих вещества имеет автокорреля-ционную зависимость.

Использованные методы обработки и анализ динамических рядов после апробации могут быть использованы в исследованиях магистров, научных работников.

Ключевые слова: дискретный, загрязняющие, вещества, атмосфера, динамический, сезонность, компонента, линейный, наименьший, нормальный, гипотеза, автокорреляция, асимметрия, эксцесса.

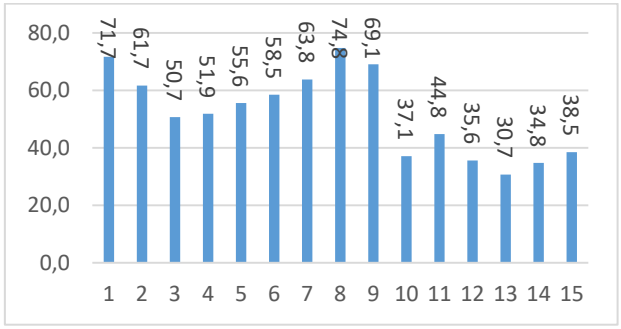
Введение. Почти в каждой области встречаются явления, которые важно изучать в их развитии и изменении во времени. Можно, например, стремиться предсказать будущее на основании знания прошлого, управлять процессом, описать характерные особенности ряда на основании ограниченного количества информации. При обработке временных рядов методы во многом опираются на разработанные математической статистикой методы для динамические рядов распределения. Настоящей время статистика располагает разно-образными методами анализа временных рядов от самых элементарных до весьма сложных ([1,2,3,4]).

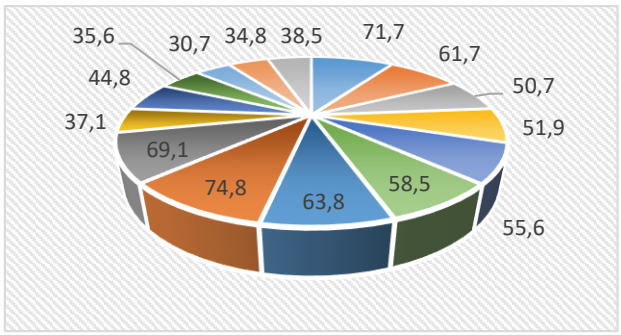
Материалы и методы. В настоящей работе, проведена обработка и анализ количества выброшенного в атмосферу загрязняющих вещества в Бухарской области республике Узбекистан за период наблюдений 2011-2025 годы, как дискретный временный ряд. Изучение динамики выброшенного атмосферу загрязняющих вещества целом в земном шаре, частносте республике Узбекистан, играют важную роль экологии.

В общем случае временной ряд $\{y_t, t \in T\}$ состоит из четырех составляющих: тренд; колебания относительно тренда; эффект сезонности; случайная компонента . В данной работе использована методы обработки и анализа временных рядов, такие, как методы определения тренда, проверки нормальности и случайности, а также проверка автокорреляции, метод скользящей средней, метод конечных разностей, метод наименьших квадратов, критерия Дарбина – Уотсона и другие методы. Используя методы статистического анализа временных рядов оценена и прогнозирована количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области Республике Узбекистан. Изучению и анализу динамических рядов посвящены работы: Андерсона[1], Кендала[2], Тихомирова [3], Сулайманова [4] , Файзиева [5] и другие.

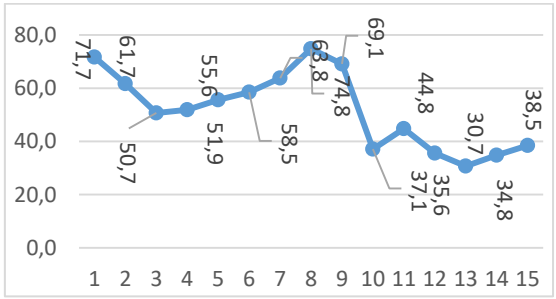
Результаты и их обсуждение. Предположим, что количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан за период наблюдений, 2011-2025 годы образует дискретный временный ряд. Используя выше изложенных методы статистического анализа временных рядов, построим точечные и интервальные оценки для количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан и определим явные вид тренда этого процесса и

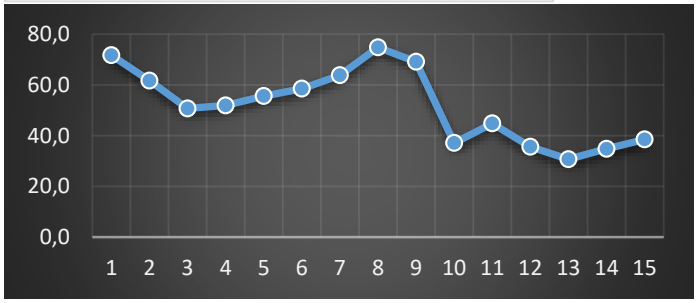
прогнозируем их для последующих лет, проверим различные статистические гипотезы связанные этим процессом. На рисунки-1, с помощи опытных данных (таблица-1, стольба-3) геометрически изображены $\overline{y_t}$ – динамика загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской областе республике Узбекистан а) гистограмма, с) круговая диаграмма, с), d) точечная график :





а) б)





с) Рис.1. d)

Геометрическое изображение опытных данных в система координат дают основание в первом приближении, предполагать гипотезу что, трендовая часть этого процесса (общее направление развития процесса) имеет линейную зависимость вида $y(t) = a_1 t + a_0$ **(1)**

Где неизвестные параметры определяются методом наименьших квадратов т.е. на основании опытных данных, решая следующую система нормальных уравнений:

$$\begin{cases} a_0 T + a_1 \sum t = \sum y_t \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum y_t t \end{cases} \qquad (2)$$

Решая система уравнение (2) и используя, вычисления по таблице 1, имеем:

$$\sum y_t = 779{,}3 \text{ тысяча тонна}, \quad a_0 = \frac{1}{\mathrm{T}} \sum y_t = \frac{779{,}3}{15} = 51{,}9533,$$

$$a_1 = \frac{1}{\sum t^2} \sum y_t t = \frac{-628{,}9}{280} = -2{,}2461.$$

Отсюда, находим уравнение линейного тренда (1) для количества загрязняющих

вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан ([1] − [5]) : $y(t) = -2{,}2461\, t + 51{,}9533$ (3)

К расчету данных для определения тренда временного ряда.

Таблица 1

N п/п	Годы наблюдений	Y_t	t	t^2	$y_t t$	$y_t \cdot t^2$
1	2011	71,7	-7,0	49,0	-501,9	3 513,3
2	2012	61,7	-6,0	36,0	-370,2	2 221,2
3	2013	50,7	-5,0	25,0	-253,5	1 267,5
4	2014	51,9	-4,0	16,0	-207,6	830,4
5	2015	55,6	-3,0	9,0	-166,8	500,4
6	2016	58,5	-2,0	4,0	-117,0	234,0
7	2017	63,8	-1,0	1,0	-63,8	63,8
8	2018	74,8	0,0	0,0	0,0	0,0
9	2019	69,1	1,0	1,0	69,1	69,1
10	2020	37,1	2,0	4,0	74,2	148,4
11	2021	44,8	3,0	9,0	134,4	403,2
12	2022	35,6	4,0	16,0	142,4	569,6
13	2023	30,7	5,0	25,0	153,5	767,5
14	2024	34,8	6,0	36,0	208,8	1 252,8
15	2025	38,5	7,0	49,0	269,5	1 886,5
Итого		**779,3**	**0,0**	**280,0**	**-628,9**	**13 727,7**

В частности, подставляя в уравнение (3) значение t = 1 находим прогноз ожида-емые количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан в 2026 году, будет в среднем 49, 7072 тысяча тонна.

С помощью статистических критериев ([1] − [5]) установлено, что в уравнении (1) $y(t) = a_1 t + a_0$ проверка основная гипотеза $H_0 : a_1 = 0$ отвергается и принимается альтернативная гипотеза $H_1 : a_1 \neq 0$ с уровень значимости $\alpha = 0{,}05$. Следовательно, количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан имеет линейный тренд. Автокорреляцией представляет собой корреляционную зависимость между последующими и предшествующими членами временного ряда. Проверяем наличие автокорреляции средние количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан т.е.

$Y_t=\rho Y_{t-1}+\varepsilon_t$, где $\rho = \mathrm{Cov}(Y_t, Y_{t+1}) = M[(Y_t - \bar{y_t})(Y_{t+1} - \bar{y_t})]$.

Для дальнейшей исследование нам необходима вычислить следующие конечные разности по наблюденным данным.

Обозначим, $\Delta Y_t = Y_{t+1} - Y_t$, $\Delta^2 Y_t = \Delta Y_{t+1} - \Delta Y_t$, $\Delta^3 Y_t = \Delta^2 Y_{t+1} - \Delta^2 Y_t$ $\Delta Y_t = Y_{t+1} - Y_t$, $\Delta^2 Y_t = \Delta Y_{t+1} - \Delta Y_t$, $\Delta^3 Y_t = \Delta^2 Y_{t+1} - \Delta^2 Y_t$ конечные разности (таблица 2).

По таблице- 2 вычисляются

$$V_k = \frac{\sum_{t=k}^{T} (\Delta^k y_t)^2}{(T-k) C_{2k}^{k}} \qquad (4)$$

коэффициенты вариации разностей и установлено, что $V_1 \approx V_2 \approx V_3$. Следовательно, конечные разности первого порядка элиминируют линейную тенденцию (3). Составим таблица для расчету конечные разности.

Таблица 2

N п/п	Годы наблю-дений	Y_t	Y_t^2	ΔY_t	ΔY_t^2	$\Delta^2 Y_t$	$\Delta^2 Y_t^2$	$\Delta^3 Y_t$	$\Delta^3 Y_t^2$
1	2011	71,7	5 140,9						
2	2012	61,7	3 806,9	-10,0	100,0				
3	2013	50,7	2 570,5	-11,0	121,0	-1,0	1,0		
4	2014	51,9	2 693,6	1,2	1,4	12,2	148,8	13,2	174,2
5	2015	55,6	3 091,4	3,7	13,7	2,5	6,3	-9,7	94,1
6	2016	58,5	3 422,3	2,9	8,4	-0,8	0,6	-3,3	10,9
7	2017	63,8	4 070,4	5,3	28,1	2,4	5,8	3,2	10,2
8	2018	74,8	5 595,0	11,0	121,0	5,7	32,5	3,3	10,9
9	2019	69,1	4 774,8	-5,7	32,5	-16,7	278,9	-22,4	501,8
10	2020	37,1	1 376,4	-32,0	1 024,0	-26,3	691,7	-9,6	92,2
11	2021	44,8	2 007,0	7,7	59,3	39,7	1 576,1	66,0	4 356,0
12	2022	35,6	1 267,4	-9,2	84,6	-16,9	285,6	-56,6	3 203,6
13	2023	30,7	942,5	-4,9	24,0	4,3	18,5	21,2	449,4
14	2024	34,8	1 211,0	4,1	16,8	9,0	81,0	4,7	22,1
15	2025	38,5	1 482,3	3,7	13,7	-0,4	0,2	-9,4	88,4

Итого	**779,3**	**43 452,4**	**-33,2**	**1 648,6**	**13,7**	**3 126,9**	**0,6**	**9 013,7**

К расчету данных для определения показателей автокорреляционной связи.

Таблица 3

N п/п	Годы наблюдений	Y_t	$Y_t \cdot Y_{t+1}$	$Y_t \cdot Y_{t+2}$	$Y_t \cdot Y_{t+3}$	$Y_t \cdot Y_{t+4}$	$Y_t \cdot Y_{t+5}$
1	2011	71,7					
2	2012	61,7	4 423,9				
3	2013	50,7	3 128,2	3 635,2			
4	2014	51,9	2 631,3	3 202,2	3 721,2		
5	2015	55,6	2 885,6	2 818,9	3 430,5	3 986,5	
6	2016	58,5	3 252,6	3 036,2	2 966,0	3 609,5	4 194,5
7	2017	63,8	3 732,3	3 547,3	3 311,2	3 234,7	3 936,5
8	2018	74,8	4 772,2	4 375,8	4 158,9	3 882,1	3 792,4
9	2019	69,1	5 168,7	4 408,6	4 042,4	3 842,0	3 586,3
10	2020	37,1	2 563,6	2 775,1	2 367,0	2 170,4	2 062,8
11	2021	44,8	1 662,1	3 095,7	3 351,0	2 858,2	2 620,8
12	2022	35,6	1 594,9	1 320,8	2 460,0	2 662,9	2 271,3
13	2023	30,7	1 092,9	1 375,4	1 139,0	2 121,4	2 296,4
14	2024	34,8	1 068,4	1 238,9	1 559,0	1 291,1	2 404,7
15	2025	38,5	1 339,8	1 182,0	1 370,6	1 724,8	1 428,4
Итого		**779,3**	**39 316,5**	**36 011,9**	**33 876,7**	**31 383,4**	**28 593,8**

Используя таблицу 3, формулы из литературы [1,2,3,4,5] определяются значения коэффициентов автокорреляции R_L при $L = 1,2,3,4,5$ (где: $L_{\text{лаг}}$, временной сдвиг, т.е. промежуток времени отставания одного явления от другого, связанного с ним):

$$R_L = \frac{\sum_{t=1}^{N-L} Y_t Y_{t+L} - \frac{\sum_{t=1}^{N-L} Y_t \sum_{t=L+1}^{N} Y_t}{N-L}}{\sqrt{\left[\sum_{t=1}^{N-L} Y_t^2 - \frac{\left(\sum_{t=1}^{N-L} Y_t\right)^2}{N-L}\right]\left[\sum_{t=L+1}^{N} Y_t^2 - \frac{\left(\sum_{t=L+1}^{N} Y_t\right)^2}{N-L}\right]}} \qquad (5)$$

Отличие значение R_L от нуля, даёт основание полагать, что между средние количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан имеется существенная автокорреляционная зависимость.

С другой стороны проверим гипотезу, существования автокорреляционная зависи-мость между средние количества

загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан с помощью критерия Дарбина – Уотсона :

$$d = \sum_{t=1}^{T-1} (Y_{t+1} - Y_t)^2 / \sum_{t=1}^{T} Y_t^2 \ . \qquad (6)$$

Вычисляется по формуле (6) $d_{\text{наб}} = 0,0379$ сравнивается с $d_{\text{крит}} = 1,08$ табличным значением [1], [2], [5] . Поскольку $d_{\text{наб}}$ =0,0379 < $d_{\text{крит}} = 1,08$. Следовательно, критерия Дарбина – Уотсона 95% тоже гарантией доказывает, что средние количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан имеет автокорреляционную зависимость

$Y_t=\rho Y_{t-1}+\varepsilon_t$, где $\rho = \text{Cov}(Y_t, Y_{t+1}) = M[(Y_t - \overline{y_t})(Y_{t+1} - \overline{y_t})]$.

Следовательно, средние количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан в этом году, зависит от количества загрязняющих вещества прошлых и последующих лет.

Проверка статистическая гипотезы H_0 о нормальности, $\overline{y_t}$ −средний количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан ([1] − [5]):

$$H_0 : P(\overline{y_t} < x) = \Phi_{a,\sigma}(x), \quad H_1 : P(\overline{y_t} < x) \neq \Phi_{a,\sigma}(x)$$

принимается уровень значимости $\alpha = 0,05$ (см. таблица − 4).

Тогда с помощью следующие формулы построим интервальные оценка для средний количества загрязняющих вещества в атмосферу республике Узбекистан :

$$\overline{Y}_{T+i} - t(T-2;\alpha)\overline{\sigma}_y \le a_0 + a_1(T+i) \le \overline{Y}_{T+i} + t(T-2;\alpha)\overline{\sigma}_y \qquad (6)$$

где $$\overline{\sigma}_y = \overline{\sigma}\left[\frac{\frac{1}{T} + \left(\frac{T-1}{2} + i\right)^2}{\sum_{i=1}^{T}(t-\bar{t})^2}\right]^{0.5};$$

Значение $t_{\text{крит.}} = t(T-2;\ \alpha)$ определяется по таблице Стьюдента (см. [5] − стр. 181).

По формула (6) определим интервальная оценка для $\overline{y_t}$ − средный ежигодные количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан с вероятностью 0.95 : (43,8940 ; 60,0126) тысяча тонна.

На основании выборочных данных, используя пакет программу x7.2019 и Excel ЭВМ [4,5,6], вычислим числовые характеристики $\overline{y_t}$ − для средней ежигодные количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан (таблица 4).

Оценка основных параметров динамического ряда.

Таблица 4

Параметр	**Оценка параметра**
Среднее	51,9533
Стандартная ошибка	4,3879

Медиана	51,9
Стандартное отклонение	14,5539
Дисперсия выборки	211,7955
Эксцесс	-1,3492
Асимметричность	0,0664
Интервал (Размах)	44,1
Минимум	30,7
Максимум	74,8
Сумма	779,3
Счет (Кол-во)	15
Уровень надежности (95,0%)	8,0593
Границы интервала (+/-)	51,9533 ± 8,0593 (43,894 ; 60,0126)
Проверка статистической гипотезы $H_0 : P(\bar{y}_t < x) = \Phi_{a,\sigma}(x)$	95% гарантий гипотезы H_0 принимается

Выводы.

На основании выше изложенных статистических анализов, динамики $\bar{y}_t -$ средней ежигодные количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан как дискретный, стационарный временный ряда с надежностью $\gamma = 0{,}95$ можно сделать следующие выводы:

1. построены точечные и интервальные статистические оценки для $\bar{y}_t -$ средней ежигодные количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан. В частности, ежигодно средней количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан 2026 году будет с 95% гарантией $\bar{\boldsymbol{y}}_{\mathrm{T}} = 51{,}9533$ тысяча тонна и интервальные оценки (43,894 ; 60,0126) тысяча тонна ;

2. определены явные виды тренда и установлена её линейность

$y(t) = -2{,}2461\, t + 51{,}9533$;

3. критерием Дарбина – Уотсона установлены, что, средние ежигодные количества загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан имеет автокорреляционную зависимость

$Y_t=\rho Y_{t-1}+\varepsilon_t$, где $\rho = \mathrm{Cov}(Y_t, Y_{t+1}) = \mathrm{M}[(Y_t - \bar{y}_t)(Y_{t+1} - \bar{y}_t)]$ т.е. загрязняющих вещества в атмосферу Бухарской области республике Узбекистан в этом году, зависит от количества загрязняющих вещества прошлых и последующих лет;

4. целом, доказана, что динамика средный количества загрязняющих вещества Бухарской области республике Узбекистан образует нестационарный временный ряд;

5. высокий уровень загрязнения атмосферу в земного шара в частности Бухарской области республике Узбекистан преждупреждает,

человичеству к применение неотложенные меры для уменьшение уровень загрязнения этого процесса, необходима консолидирование действия со стороны местных, национальных и региональных директивных органов в таких секторах, как энергетика, транспорт, удаление отходов, городское планерование и сельское хозяйства.

Литература:

1. Т.Андерсон “Статистический анализ временных рядов”.Москва: “МИР”,1976.759 с.

2. М. Кендал, А. Стьюарт “Многомерный статистический анализ и временные ряды.- Москва: “Наука”, 1976. -736 с.

3. A.A.Fayziyev “Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika”, Darslik. “METODIST NASHRIYOTI”, 217-bet, Toshkent – 2024.

4. Б.А.Сулайманов, А.А.Файзиев, Ж.Н. Файзиев "Тажриба маълумотларининг статистик таҳлили".– Тошкент: ТошДАУ, 2015. – 124 с.

5. A.A.Fayziyev “Matematik statistika”, O‘quv qo‘llanma. “Ilm-ziyo-zakovat”, 218-bet, Toshkent – 2022.

6. А.А.Файзиев “Статистический анализ и прогнозирование динамики инвестиции в республике Узбекистан”. “UNIVERSAL JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY END COMPUTER SCIENCES”. In volume # 3 issue#25, june 2025. Researchbib if 10.2 ojs\ pkp international standart serial number.issn 2992-8818. 13-22 pej.

7. С.Ш.Расулов, А.А.Файзиев, Д.У.Мамадияров “ Статистический анализ и прогнозирование диинамики заготовленного объема плоды и ягоды в Республике Узбекистан”. O‘ZBEKISTON AGRAR FANI XABARNOMASI. Mahsus son. ISSN: 2181-7774 № 3\2 (27) 2026. 15-19 стр.

8. Fayziev J.N., Fayziev A.A., Boytemerov S. “ Statistikal analiysis and forekasting of the dinamics of harvested grapes in the Respublik of Uzbekistan” . OSKAR PUBLISHING. American Journal of Agriculture and Horticulture Innovations. Volume Vol.05 Issue 10 2025. Page no . 21-26. DOI 10.37547\ ajahe Nolume 05Issue10-03. 21-26 pej. (Inglish).

STEAM ELEMENTS IN THE GRADE 7 PHYSICS LESSON: TWO CONSTRUCTION TASKS FOR UZBEK STATE SCHOOLS

Muminova Dilorom Rovshan qizi

Master's student, Westminster International University in Tashkent, MA in Learning and Teaching with TESOL Pathway, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. The paper examines the STEAM potential of the Grade 7 Physics textbook and workbook introduced in Uzbek state schools in 2026. The edition already realises much of what STEAM pedagogy requires, opening with an account of scientific method, treating technology together with its social consequences and supplying over thirty practical works. Construction work, in which a pupil builds a functioning device, is nevertheless thinly represented. Two

tasks are proposed, each tied to a practical work already in the workbook, with the classroom procedure set out in full.

Keywords: STEAM education; Physics; Grade 7; Uzbekistan; state schools; school experiment; construction work.

1. Introduction

The Grade 7 physics textbook [1] and its workbook [2] have been in use in the state schools of Uzbekistan since 2026, and their didactic foundation differs substantially from that of the materials they superseded. STEAM is taken here in the sense established by Yakman [3], as a framework in which science, technology, engineering, the arts and mathematics are structured for integrative teaching rather than taught as separate silos.

The paper pursues two objectives: to establish which of the five STEAM disciplines the 2026 edition supports and which remain insufficiently developed, and to propose two classroom tasks addressing the gap, each occupying hours already allocated and employing materials ordinarily available in a school. The direction is corroborated by research elsewhere. A meta-analysis of twenty studies by Asrizal, Dhanil and Usmeldi [4] reports a moderate positive effect of STEAM instruction on achievement in science, and Putri and Nisa' [5] record gains in conceptual understanding wherever learning culminates in a material outcome.

2. STEAM disciplines in the 2026 Grade 7 physics course

The textbook was written by Ho Peck Leng, adapted by a national working group and published by Novda Edutainment with Marshall Cavendish Education. It is recommended by the Ministry of Preschool and School Education and was reviewed before publication by the Institute of Astronomy and the Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of Uzbekistan [1]. Six chapters cover the nature of physics, measurement, motion, forces, work and energy, and the Solar System; the workbook adds over thirty practical works [2].

Four of the five disciplines are already present. Science runs through the course, and Chapter 1 in particular, which sets out scientific method as a cycle of forming and testing a hypothesis. Technology has a section of its own, 1.6, where it is defined as the application of scientific knowledge. Mathematics underlies Chapter 2, in which instruments are listed with their sensitivity, and the graph work of Chapter 3. Art appears in the requirement that apparatus be drawn in correct proportion [1]. Engineering is the exception: across the practical works the pupil measures, records and compares, while setting a technical problem and testing a solution occurs only marginally [2].

3. Two construction tasks for the Grade 7 lesson

Material was drawn from Arnold [6] and the Space Activity Lab [7] subject to four conditions: inexpensive materials; feasibility within a 45-minute lesson; correspondence to a practical work already in the workbook; and no open flame, power tools or hazardous substances. The existing task requires the pupil to describe a phenomenon; the added one to construct an object in which it may be tested. The distinction matters, since occupying pupils does not of itself constitute

a STEAM lesson: integration obtains only where the second discipline is taught and assessed in its own right [3].

3.1 To Section 2.7, "How do we measure time?"

Section 2.7 lists instruments for measuring time with the precision of each [1], and practical work 2.5 has pupils measure intervals with a stopwatch [2]. The pupil's role is executive. The added task reverses it: the teacher sets the class a problem, namely to build an instrument measuring one minute to within five seconds. Pupils work in pairs on Arnold's water clock [6].

1. A hole is pierced in the cap of a plastic bottle, which is fixed neck downward above a measuring glass.
2. Water is poured in; one pupil times a minute while the other marks the level reached.
3. The trial is repeated three times and the marks compared.
4. Where they disagree, the pair identifies the cause, usually the falling rate of outflow, then narrows the hole or keeps the bottle topped up and measures again.
5. A scale in minutes is drawn on the glass and an interval set by the teacher is measured, the reading being checked against the stopwatch.

How the task answers to STEAM. A device arises out of a physical principle, which is technology as the textbook itself defines it in Section 1.6. The engineering lies in the constraint, since the clock must run at a usable rate. Error ceases to be an abstract notion and becomes a property of an object the pupil has made.

A sundial, adapted from the Space Activity Lab [7], follows the same principle out of doors, the gnomon being set at the latitude of the locality, approximately 41° for Tashkent. Requiring a clear day, it is better set as homework.



Figure 1. Water clock and cardboard sundial: construction and materials.

3.2 To Section 5.4, "Transfer and transformation of energy"

Section 5.4 deals with the passage of energy from one form into another [1]; practical work 5.6 calls for a table of the advantages and disadvantages of five types of generation [2]. The transformation is described but not observed. The lesson opens with the question left over from that table: has anyone seen it take place? Pupils work in groups of four on Arnold's wind-power model [6], the bases

with motors mounted being prepared in advance so that the lesson begins at the second step.

1. A direct-current motor is fixed to a base and a multimeter connected across its terminals.

2. Blades are cut from card or thin plywood and mounted on a hub, the first version having three.

3. The model is fanned by a desk fan at a fixed distance and the reading entered in a table.

4. The group alters one parameter, the number of blades, their length or their angle, and repeats the measurement, all else remaining as before. The rule on controlling variables from Chapter 1 applies directly.

5. Two or three cycles are carried out, after which groups compare results and establish which configuration gave the highest voltage.

How the task answers to STEAM. A design decision is unavoidable, since output depends on blade number, length and angle, so the model is tested, altered and tested again. This is the design cycle in miniature, and the workbook table is not displaced but grounded.



Figure 2. Wind-power model: assembly, testing and materials.

4. Discussion and conclusion

Both tasks occupy hours already allocated and rely upon everyday materials. Only the wind-power model calls for equipment a school may not hold, a small motor or dynamo. Two reservations are in order. The edition prepares the pupil for inquiry yet leaves the design cycle to the teacher, and preparation in interdisciplinary method is what Putri and Nisa' [5] identify as the decisive condition for consistent application. The edition has also been in circulation too briefly for its effect on learning outcomes to have been examined empirically, so the account above describes how the course is constructed rather than how effectively it operates.

Neither qualification diminishes the central point. The tasks rest upon abilities the course already develops and attach where the curriculum approaches construction work of its own accord, allowing measurement error to be met in an instrument of the pupil's own making and energy transformation to be observed rather than described. Where an international model has been incorporated into a

national curriculum with such care, the more productive course lies not in revising what has been accomplished but in extending it by means available to the ordinary school.

References:

1. Leng H.P. Physics. Textbook for Grade 7 of general secondary schools. – Tashkent: Novda Edutainment, 2026. – 160 p.

2. Leng H.P., Turdiev N.Sh., Usmonov Sh.N., Rakhmatov J.A. Physics. Workbook for Grade 7. – Tashkent: Novda Edutainment, 2026. – 92 p.

3. Yakman G. STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. – Virginia Polytechnic Institute and State University, 2008. – 28 p.

4. Asrizal A., Dhanil M., Usmeldi U. The effect of STEAM on science learning on student learning achievement: a meta-analysis // Jurnal Penelitian Pendidikan IPA. – 2023. – Vol. 9, No. 4. – P. 1650–1657.

5. Putri M.A., Nisa' K. Enhancing Creative Thinking in Physics through Project-Based Learning and STEAM // Journal of Current Studies in SDGs. – 2025. – Vol. 1, No. 4. – P. 47–67.

6. Arnold N. Experiment with Engineering Science: 30 Fun Projects. – QEB Publishing, 2022.

7. Space Activity Lab / consultant G. Sparrow. – New York: DK Publishing, 2023.

TIBBIYOT ELEKTRONIKASINI O‘QITISHDA FANLARARO INTEGRATSIYANING STEAM YONDASHUV BILAN METODIK UYG‘UNLIGI

Axmadjonov Mexriddin Faxridinovich
Farg‘ona davlat texnika universiteti
mexriddinaxmadjonov@gmail.com

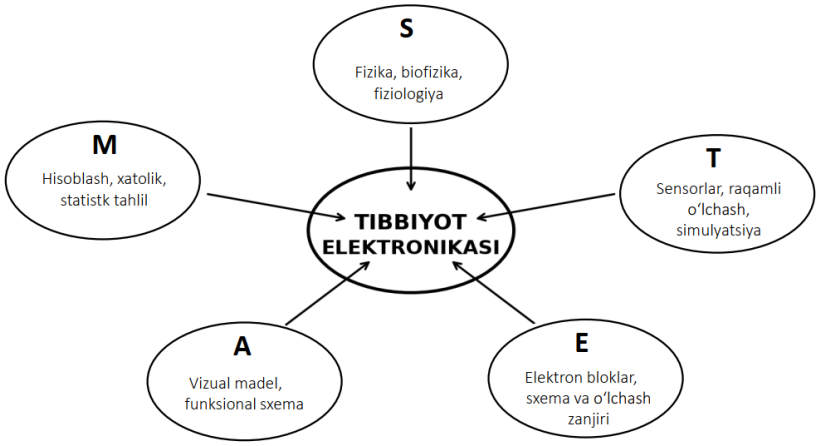
Annotatsiya. Tezisda tibbiyot elektronikasini o‘qitishda fizika, biologiya, elektronika, axborot texnologiyalari va matematikani o‘zaro bog‘lashga asoslangan fanlararo integratsiyaning STEAM yondashuv bilan metodik uyg‘unligi tahlil qilinadi. Muallifning 2021 – 2024-yillardagi pedagogik tajriba-sinov ishlarida qo‘llangan integrativ metodika natijalari STEAM tamoyillari nuqtayi nazaridan qayta talqin qilinadi. Bunda tibbiyot elektronikasining mantiqiy zanjiri, real va virtual tajribalar, amaliy muammolarni yechish hamda raqamli vositalardan foydalanishning didaktik imkoniyatlari ko‘rsatiladi. Tajriba natijalari integrativ o‘qitish talabalarning motivatsion, kognitiv, amaliy va axborot-texnologik ko‘rsatkichlariga ijobiy ta’sir ko‘rsatganini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: tibbiyot elektronikasi, fanlararo integratsiya, STEAM, tibbiy elektron qurilmalar, virtual tajriba, raqamli texnologiya, pedagogik tajriba-sinov.

Tibbiyot elektronikasi tabiatan fanlararo mazmunga ega bo‘lib, unda fizik hodisalar, biologik jarayonlar, elektron o‘lchash tizimlari, raqamli signalni qayta

ishlash va matematik hisoblashlar yagona funksional tizimda birlashadi. Shu sababli mazkur fanni faqat alohida formulalar yoki elektron sxemalarni ketma-ket bayon qilish asosida o‘qitish talabaning tibbiy qurilmaning ishlash prinsipini yaxlit anglashiga yetarli bo‘lmaydi. Masalan, elektrokardiografik signalni o‘rganishda yurak bioelektrik faolligi fiziologiya va biofizika bilan, elektrod–teri interfeysi fizik-kimyoviy jarayonlar bilan, kuchaytirish va filtrlash elektronika bilan, raqamlashtirish va tahlil qilish esa axborot texnologiyalari hamda matematika bilan bog‘lanadi. Demak, tibbiyot elektronikasi fanining mazmuni fanlararo integratsiyani tabiiy ravishda talab qiladi.

Zamonaviy STEM/STEAM tadqiqotlarida ham real muammo yoki amaliy vazifa atrofida bir nechta fan mazmunini maqsadli bog‘lash muhim didaktik tamoyil sifatida qaraladi. Interdisciplinary STEM yondashuvlari fanlar o‘rtasidagi aloqalarni shunchaki yonma-yon keltirish emas, balki muammoni hal qilish jarayonida turli fanlarning bilim va usullarini o‘zaro ishlatishni nazarda tutadi [1–3]. STEAM yondashuvida “A” komponentining mazmuni turlicha talqin qilinishi qayd etilgan bo‘lsa-da, u ko‘pincha dizayn, vizual ifodalash, kreativ yechim va foydalanuvchiga yo‘naltirilgan taqdimot bilan bog‘lanadi [1]. Tibbiyot elektronikasi uchun bunday yondashuv funksional blok-sxemalarni vizuallashtirish, sensor tizimining ergonomik va axborot dizaynini tahlil qilish hamda murakkab jarayonlarni tushunarli model orqali ifodalashda namoyon bo‘lishi mumkin. Muallif tomonidan ishlab chiqilgan integrativ metodikada markaziy didaktik vositalardan biri “fizik hodisa – biologik obyekt – sensor yoki elektrod – analog elektron blok – raqamli qayta ishlash – diagnostik axborot” mantiqiy zanjiridir. Ushbu zanjir o‘quv topshirig‘ini bir nechta fan kesishmasida tashkil etib, talabaning “nima o‘lchanmoqda?”, “qaysi fizik hodisa signalni shakllantiradi?”, “qaysi elektron blok uni o‘zgartiradi?” va “olingan signalning tibbiy mazmuni nimadan iborat?” kabi savollarga tizimli javob izlashini ta’minlaydi. Integrated STEM bo‘yicha zamonaviy didaktik modellar ham fanlar o‘rtasidagi aloqalarni aniq ko‘rsatish, ilmiy izlanish, muhandislik dizayni va hisoblash tafakkurini birlashtirish zarurligini ta’kidlaydi [3].



1-rasm. Tibbiyot elektronikasini o‘qitishda STEAM komponentlarining integrativ modeli.

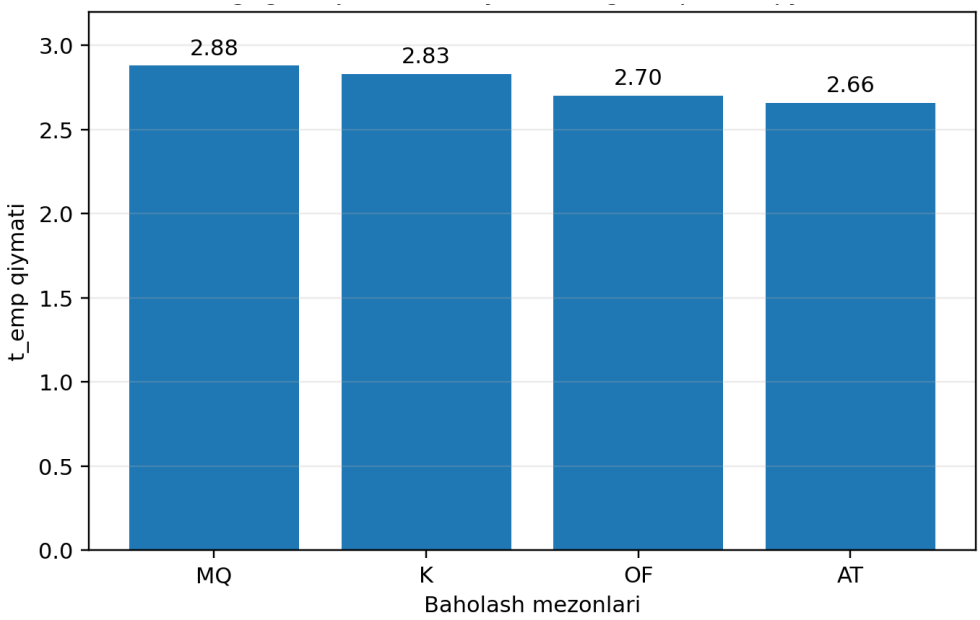
1-rasmda taklif qilinayotgan metodik talqinda S (Science) komponenti fizika, biofizika va fiziologik asoslarni; T (Technology) sensorlar, raqamli o‘lchash vositalari, virtual modellar va signalni qayta ishlashni; E (Engineering) elektron bloklar, o‘lchash zanjiri va qurilma yechimlarini; M (Mathematics) hisoblash, o‘lchash xatoligi va statistik tahlilni qamrab oladi. A (Arts/Design) komponenti esa mazkur tadqiqotda alohida san’at kursi sifatida emas, balki funksional sxemalarni vizual loyihalash, ma’lumotni tushunarli ifodalash va texnik yechimning foydalanuvchi uchun qulay taqdimotini tashkil etish vositasi sifatida qaraladi. Bunday chegaralash STEAM atamasini sun’iy ravishda kengaytirib yubormaslik va tibbiyot elektronikasining real o‘quv mazmuniga mos saqlash uchun muhimdir.

Tajriba-sinov metodikasi 2021–2024-yillarda oliy ta’lim muassasalarida amalga oshirilgan bo‘lib, unda jami 407 nafar talaba ishtirok etgan: 209 nafari tajriba, 198 nafari nazorat guruhlarida. Baholash motivatsion-qadriyatli, kognitiv, operatsion-faoliyatli va axborot-texnologik mezonlar bo‘yicha olib borilgan. Tajriba guruhlarida fanlararo mazmundagi topshiriqlar, “tibbiyot elektronikasining mantiqiy zanjiri”, real va virtual tajribalarni uyg‘unlashtirish, amaliy muammolarni yechish va raqamli vositalardan foydalanish metodik tizimning tarkibiy qismlari sifatida qo‘llangan. Muhim jihat shundaki, mazkur tajriba dasturi dastlab “STEAM dasturi” nomi bilan tashkil etilmagan. Shu bois ushbu tezisda tajriba natijalari STEAMning bevosita samarasi deb da’vo qilinmaydi; aksincha, amalda sinovdan o‘tgan fanlararo metodikaning tarkibiy qismlari STEAM tamoyillari bilan metodik jihatdan qiyoslanadi.

Tajriba va nazorat guruhlari natijalari o‘rtasidagi farq Styudent mezoni yordamida baholangan. Umumiy ko‘rinishda ikki mustaqil tanlanma o‘rtacha qiymatlarini taqqoslash uchun quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$t_{emp} = (\bar{x}_{TG} - \bar{x}_{NG}) / \sqrt{(S_{TG}^2/n_{TG} + S_{NG}^2/n_{NG})}$$

bu yerda $\bar{x}_{TG}$ va $\bar{x}_{NG}$ – tajriba hamda nazorat guruhlarining o‘rtacha qiymatlari; s^2 – d ispersiya; n – tanlanma hajmi. Tajriba-sinov boshida barcha mezonlar bo‘yicha empirik qiymatlar kritik qiymatdan kichik bo‘lib, guruhlarning boshlang‘ich holati statistik jihatdan yaqin deb qaralgan. Yakuniy bosqichda esa tajriba guruhlarida motivatsion-qadriyatli mezon bo‘yicha t_{emp} = 2,88, kognitiv mezonda 2,83, operatsion-faoliyatli mezonda 2,70 va axborot-texnologik mezonda 2,66 qayd etilgan. Ushbu qiymatlar tadqiqotda qabul qilingan kritik qiymatdan yuqori bo‘lib, integrativ metodika qo‘llanganidan keyingi farq statistik jihatdan ahamiyatli ekanini ko‘rsatgan.



MQ – motivatsion-qadriyatli; K – kognitiv; OF – operatsion-faoliyatli; AT – axborot-texnologik

2-rasm. Pedagogik tajriba-sinov yakunidagi t_{emp} qiymatlari.

Natijalarni STEAM nuqtayi nazaridan sharhlaganda ehtiyotkorlik zarur. Tajriba natijalari, avvalo, fanlar integratsiyasiga asoslangan tibbiyot elektronikasi metodikasining samaradorligini tavsiflaydi. Biroq ushbu metodikadagi fizik asoslarni biologik obyekt bilan bog‘lash, elektron qurilmaning funksional tuzilishini tahlil qilish, real va virtual tajribalarni uyg‘unlashtirish, hisoblash va statistik tahlildan foydalanish kabi elementlar integrated STEM/STEAMning muammoga yo‘naltirilgan va fanlararo faoliyat tamoyillari bilan mazmunan uyg‘un keladi. Zamonaviy tadqiqotlar ham integratsiya samarali bo‘lishi uchun fanlar o‘rtasidagi aloqalar aniq loyihalanishi va biror fan boshqalarga shunchaki xizmat qiluvchi vosita darajasiga tushib qolmasligi zarurligini ko‘rsatadi [2, 4].

Tibbiyot elektronikasida STEAM elementlarini rivojlantirish uchun amaliy mashg‘ulotlarni real klinik-texnik vaziyatlarga yaqinlashtirish maqsadga muvofiq. Masalan, puls oksimetri mavzusida talaba yorug‘likning to‘qimada yutilishini fizik nuqtayi nazardan izohlaydi, fotodiod va analog kuchaytirgichning vazifasini tahlil qiladi, virtual modelda signal parametrlarini o‘zgartiradi, hisoblash formulalari yordamida natijani qayta ishlaydi va yakunda qurilmaning funksional sxemasini tushunarli vizual modelda ifodalaydi. Bu ketma-ketlik S–T–E–A–M komponentlarini bitta muammoli topshiriq doirasida bog‘lash imkonini beradi. Mazkur yondashuv fanlararo aloqani deklarativ emas, faoliyatga asoslangan shaklga o‘tkazadi.

Xulosa qilib aytganda, tibbiyot elektronikasi fanining mazmuni fanlararo integratsiya uchun tabiiy didaktik maydon yaratadi. Muallifning pedagogik tajriba-sinov natijalari integrativ metodika qo‘llanganda motivatsion, kognitiv, operatsion-faoliyatli va axborot-texnologik ko‘rsatkichlarda statistik ahamiyatli o‘zgarishlar yuzaga kelganini ko‘rsatadi. STEAM yondashuv ushbu metodikani qayta nomlash vositasi emas, balki uning fanlararo aloqalarini yanada aniq

loyihalash, muhandislik va raqamli faoliyatni kuchaytirish, vizual-dizayn komponentini asosli kiritish hamda kompleks muammolarni yechishga yo‘naltirish uchun metodik ramka sifatida qo‘llanishi mumkin. Kelgusida aynan STEAM komponentlari alohida belgilangan tajriba dizayni asosida sinovdan o‘tkazilishi bu yondashuvning tibbiyot elektronikasi ta’limidagi mustaqil ta’sirini aniqroq baholash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review // Thinking Skills and Creativity. – 2019. – Vol. 31. – P. 31–43. DOI: 10.1016/j.tsc.2018.10.002.

2. Goos M., Carreira S., Namukasa I.K. Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions // ZDM – Mathematics Education. – 2023. – Vol. 55. – P. 1199–1217. DOI: 10.1007/s11858-023-01533-z.

3. Toma R.B., Yánez-Pérez I., Meneses-Villagrá J.A. Towards a Socio-Constructivist Didactic Model for Integrated STEM Education // Interchange. – 2024. – Vol. 55. – P. 75–91. DOI: 10.1007/s10780-024-09513-2.

4. Hiwatig B., Roehrig G., Rouleau M. Unpacking the nuances: an exploratory multilevel analysis on the operationalization of integrated STEM education and student attitudinal change // Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research. – 2024. – Vol. 6. – Art. 18. DOI: 10.1186/s43031-024-00108-6.

EKOLOGIK MAZMUNDAGI FIZIKA LABORATORIYASINI STEAM ASOSIDA LOYIHALASH

Ergashev Jamshid Qo‘ldoshevich
Jizzax davlat pedagogika universiteti katta o‘qituvchisi

Annotatsiya. Issiqlikni saqlash tajribasi asosida fanlararo STEAM laboratoriyasi taklif etiladi. Metodik ishlanmada tajriba shartlari, takroriy o‘lchash, noaniqlikni hisobga olish, qoplama dizayni va baholash rubrikasi birlashtirilgan. Yondashuv muallif qo‘llanmasidagi laboratoriya ishini aniqlashtiradi; uning pedagogik samaradorligi hali tajriba-sinovda baholanmagan.

Kalit so‘zlar: fizika, STEAM, fanlararo integratsiya, issiqlikni saqlash, ekologik ta’lim, dizayn.

Energiya tejamkorligini fizik tajriba bilan bog‘lash barqaror rivojlanish ta’limining mahalliy faoliyatga yo‘nalishi bilan uyg‘unlashadi [1]. Perignat va Katz-Buonincontro STEAM tadqiqotlarida “A” komponenti turlicha talqin qilinishi va san’atga oid o‘quv natijalari yetarlicha yoritilmasligini aniqlagan [2]. Quigley, Herro va Jamil modeli muammoli topshiriq, fanlar integratsiyasi va muammo yechishga tayanadi.

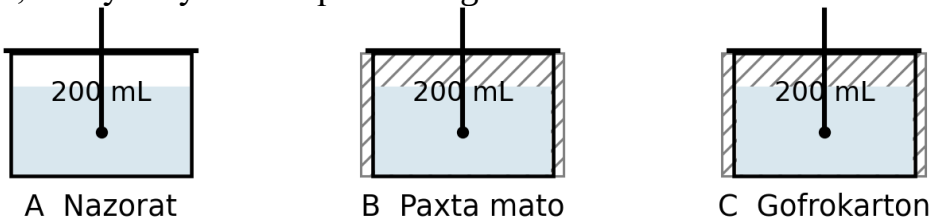
Ushbu maqolada hal qilinadigan metodik masala - shu yondashuvlarni maktabdagi issiqlik tajribasining o‘lchash protokoli va tekshiriladigan o‘quv

mahsulotlariga aylantirish. Ishning hissasi nazoratli tajriba, grafik tahlil, qoplama dizayni va rubrikani bitta topshiriqda birlashtirishdir. Bu mahalliy metodik taklif bo‘lib, universal yangilik da’vosini bildirmaydi.

Ushbu yondashuvni amaliy jihatdan yoritish uchun muallif qo‘llanmasidagi 5-laboratoriya [3] asos qilib olindi. Quyidagi sonlar va materiallar taklif etilayotgan protokol parametrlari hisoblanadi. Tadqiqot savoli: qaysi qoplama belgilangan sharoitda suvning sovishini sekinlashtiradi?

Jihozlar: 3 ta bir xil 250 mL issiqqa chidamli idish; har biriga 200 mL suv (massasi tarozida qayd etiladi); 3 ta termometr, xona termometri, ±1 g yoki yaxshiroq tarozi, sekundomer va chizg‘ich. A idish qoplamasiz; B idish 5 mm gacha buklangan paxta mato; C idish 5 mm gofrokarton bilan yon sirtidan o‘raladi. Qalinlik, material massasi va qoplangan maydon qayd etiladi. Qopqoq, taglik va sensor chuqurligi bir xil bo‘ladi.

O‘qituvchi suvni tayyorlaydi va quyadi. Boshlang‘ich temperatura 45 °C atrofida, idishlar orasidagi farq 0,5 °C dan oshmaydigan qilib tanlanadi. Issiq suv bilan ishlash nazorat ostida bajariladi. Termometrlarning ko‘rsatkichi oldindan bir xil suvda taqqoslanadi; bu tekshiruv kalibrlash o‘rnini bosmaydi. Pasportida aniqligi ±0,5 °C yoki yaxshiroq ko‘rsatilgan asboblar tanlanadi.



1-rasm. Qurilma sxemasi.

Temperatura 0, 2, 4, …, 20 min da o‘lchanadi. Xona temperaturasi boshlanishi va oxirida, imkon bo‘lsa har nuqtada yoziladi. Qurilma quyosh nuri va havo oqimidan chetda turadi. To‘liq tajriba yangi suv bilan 3 marta takrorlanadi; termometrlar va idishlarning stol ustidagi o‘rni almashtiriladi.

1-jadval. Har bir takror uchun qayd shakli (o‘lchovlar bilan to‘ldiriladi).

Vaqt, min	**A, °C**	**B, °C**	**C, °C**	**Xona, °C**
0				
2, 4, …, 18[1]				
20				

Ishchi varaqda har bir vaqt uchun alohida satr ochiladi. “-” o‘lchov hali kiritilmaganini bildiradi. Har takrorning suv massasi va qoplama o‘lchamlari alohida yoziladi.

Belgilar: T_0 - boshlang‘ich, T_t - boshlanishdan t vaqt o‘tgandagi suv temperaturasi; T_a - xona temperaturasi (°C); Δt - kuzatish oralig‘i (s); m - suv massasi (kg); c - suvning solishtirma issiqlik sig‘imi, taxminan 4180 J/(kg·K). Temperatura farqi K da olinadi; uning son qiymati °C dagi farqqa teng.

$$\Delta T = T_0 - T_t; \quad v = \frac{\Delta T}{\Delta t}; \quad Q \approx mc\Delta T.$$

Bu yerda v - o‘rtacha sovish tezligining moduli (K/s), Q - suv soviganda bergan issiqlik miqdorining taxminiy qiymati (J). Bir xil massa va modda uchun Q hamda ΔT bir xil tartibda o‘zgaradi. Q ning didaktik vazifasi temperatura o‘zgarishini energiyaning joul birligidagi ifodasiga bog‘lashdir. Hisob bug‘lanish kichik bo‘lgan holatga tegishli; idish va qoplama energiyasi unga kirmaydi.

Nyuton modelida sovish tezligi suv bilan xona temperaturasi farqiga bog‘liq:

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_a); \quad \theta(t) = \frac{T_t - T_a}{T_0 - T_a}.$$

Modelda k - tizimning samarali sovish koeffitsiyenti (s^{-1}). Xona temperaturasi va k o‘zgarmasa, normallashgan farq $\theta(t)$ eksponensial kamayadi. Shuning uchun v faqat bir xil boshlang‘ich temperatura, xona sharoiti va vaqt oralig‘ida qiyoslanadi. Idishdagi suv temperaturasi bir jinsli deb olinadi; model kichik maktab tajribasiga yaqinlashuv sifatida qo‘llanadi.

Har bir qoplama uchun 3 takrorning ayni vaqtdagi temperaturasi o‘rtachalanadi:

$$T_{o'rt} = \frac{T_1 + T_2 + \square_3}{3}.$$

Bu formulada indekslar vaqtni emas, takror raqamini bildiradi. Har nuqtada eng kichik va eng katta qiymat ham yoziladi. Grafikda gorizontal o‘qda vaqt (min), vertikal o‘qda o‘rtacha temperatura (°C) olinadi; 3 qoplama alohida belgi bilan ko‘rsatiladi. Vertikal kesmalar takrorlar oralig‘ini bildiradi; ular ishonch intervali deb nomlanmaydi. Xona harorati farqlansa, qo‘shimcha $\theta(t)$ grafigi tahlil qilinadi.

±0,5 °C pasport chegarasi standart noaniqlikka teng emas. Ikki temperatura ayirmasi uchun eng ehtiyotkor asbob xatosi chegarasi ±1,0 K bo‘ladi; takrorlar tarqalishi bundan alohida qayd etiladi. Bir xil sensorning siljishi farqda qisman bekor bo‘lishi mumkin, ammo buni kalibrlashsiz taxmin qilib bo‘lmaydi. Takrorlash sistematik xatoni avtomatik yo‘qotmaydi. Natijalar yaqin bo‘lsa, materialni ustun deb belgilashdan oldin sensorlar farqi va qoplama bir xilligi tekshiriladi.

Tajribaning davomi sifatida o‘quvchilarga qayta foydalaniladigan qoplama loyihalash, ikki eskizdan birini asoslab tanlash va tayyor namunani nazorat idishi bilan qayta sinash topshiriladi. “A” komponenti ushbu ishlanmada vizual dizayn hamda ilmiy axborotni ifodalash orqali ochiladi; bu STEAMdagi san’atning mumkin bo‘lgan talqinlaridan biridir [2].

2-jadval. Komponentlar va o‘quvchi tayyorlaydigan mahsulotlar.

Komponent	**Faoliyat va mahsulot**
S - tabiiy fanlar	Issiqlik almashinuvini izohlash; tekshiriladigan gipoteza.
T - texnologiya	Termometr va elektron jadval; tartibli o‘lchov fayli.
E - muhandislik	Qoplama yasash va qayta sinash; takomillashtirilgan namuna.
A - san’at va dizayn	Ikki eskiz, shakl va rang tanlovi; o‘qiladigan axborot yorlig‘i.
M - matematika	O‘rtacha, farq va grafik; hisoblangan taqqoslash.

3-jadval. Loyiha uchun taklif etilgan rubrika (har mezon 0–2 ball).

Mezon	**2 ball uchun kuzatiladigan dalil**
Tajriba nazorati	Teng boshlang‘ich shartlar va 3 to‘liq takror qayd etilgan.
Hisob va grafik	Birliklar, o‘rtacha va tarqalish to‘g‘ri berilgan.
Konstruksiya	Sinov natijasiga ko‘ra o‘zgartirilgan va qayta sinalgan.
Dizayn va ifoda	Ikki eskiz taqqoslangan; yorliq va grafik ravshan.
Ekologik asos	Material sarfi va qayta foydalanish tanlovda asoslangan.

Har mezonda 1 ball - dalil qisman mavjud yoki xato bor; 0 ball - dalil yo‘q. Jami 10 ball. O‘qituvchi ballni o‘quvchi mahsulotidagi aniq dalil bilan izohlaydi. Rubrika metodik taklif bo‘lib, uning ishonchliligi hali tekshirilmagan.

Taklif etilgan modelning natijasi - bajariladigan protokol va kuzatiladigan o‘quv mahsulotlari tizimi. Real o‘lchovlar olinmagani sababli mato yoki kartonning ustunligi haqida xulosa berilmaydi. Sinov butun idish–qoplama tizimini qiyoslaydi; undan materialning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti yoki binoning tejalgan energiyasi bevosita topilmaydi.

Mashg‘ulotni ikki bosqichda tashkil etish tavsiya etiladi: avval 3 takrorli sovish tajribasi, keyin qoplama dizayni va qayta sinov. Vaqt cheklanganda takrorlarni fan to‘garagida davom ettirish mumkin. Termometrlarning boshlang‘ich tekshiruvi va qoplama qalinligini qayd etish guruhlar natijasini solishtirish uchun zarur.

Shunday qilib, metodik ishlanma fizik o‘lchashni matematik tahlil, ekologik tanlov va dizayn bilan bog‘laydi. Keyingi tekshiruvda haqiqiy jadval, grafik va qurilma fotosurati to‘planishi, rubrika bo‘yicha ikki baholovchining fikri solishtirilishi lozim. Pedagogik ta’sirni baholash uchun bir xil mazmundagi boshlang‘ich va yakuniy topshiriqlar hamda taqqoslash guruhi kerak bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. UNESCO. Education for Sustainable Development: A Roadmap. Paris, 2020. DOI: 10.54675/YFRE1448.

2. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review. Thinking Skills and Creativity. 2019. Vol. 31. P. 31–43. DOI: 10.1016/j.tsc.2018.10.002.

4. Ergashev J. Q. Fizikadan fanlararo ekologik mazmundagi nostandart laboratoriya ishlarini bajarish metodikasi. O‘quv qo‘llanma qo‘lyozmasi. Jizzax, 2026.

КОСМОС КАК МЕЖПРЕДМЕТНЫЙ STEAM-КОНТЕКСТ НА УРОКЕ РУССКОГО ЯЗЫКА
(Урок-путешествие «От Мирзо Улугбека до 3D-технологий»)

Ергашева Эльвира Владимировна
Соискатель PhD по специальности 13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания (русский язык), Ташкентский государственный педагогический университет имени Низами, г. Ташкент, Узбекистан.

Аннотация. В статье представлена практическая модель урока русского языка как неродного для учащихся 5-х классов, построенного на принципах межпредметной интеграции русского языка, астрономии, истории и цифровых технологий. Основой занятия выступает тема «Космос», позволяющая расширять словарный запас учащихся и одновременно знакомить их с объектами Солнечной системы, научным наследием Мирзо Улугбека и современными направлениями астрономии в Узбекистане. В образовательном процессе используются видеоматериалы, 3D-визуализация, изображения и интерактивные упражнения сервиса Wordwall. Межпредметный STEAM-контекст создаёт условия для переноса языковых навыков в естественно-научный контекст, развития познавательной активности и формирования коммуникативной компетенции учащихся.

Ключевые слова: русский язык как неродной, 5 класс, STEAM-образование, межпредметная интеграция, Мирзо Улугбек, цифровые технологии, Wordwall, лексика.

Введение

Для учащихся, изучающих русский язык как неродной, важно связывать освоение новой лексики с наглядным и содержательно понятным контекстом. Тема «Космос» обладает значительным дидактическим потенциалом, поскольку позволяет объединить языковой материал с элементами астрономии, истории и цифровых технологий.

Использование космической тематики позволяет реализовать межпредметный подход: учащиеся не только осваивают новые слова, но и получают элементарные сведения о Солнечной системе, знакомятся с научным наследием Мирзо Улугбека, работают с визуальными и интерактивными материалами.

Особое место в структуре урока занимает научное наследие Мирзо Улугбека. Обращение к истории астрономии в Самарканде позволяет связать изучение русского языка с культурно-историческим материалом и показать учащимся связь между историей науки и современными исследованиями.

Цель и задачи урока

Цель урока – расширение активного и пассивного словарного запаса учащихся по теме «Космос», развитие навыков связной устной речи и использование новой лексики в простых коммуникативных ситуациях.

Основные задачи урока:

1. познакомить учащихся с базовой лексикой по теме «Космос»;
2. закрепить правильное произношение и написание новых слов;
3. развивать умение понимать короткий учебный текст;
4. формировать навыки ответов на простые вопросы;
5. установить связь между изучением русского языка, астрономией, историей и цифровыми технологиями.

Осваиваемый лексический минимум: планета, звезда, Солнце, Луна, космос, телескоп, астроном, обсерватория, квадрант, планетарий, наблюдать, изучать.

Для учащихся с начальным уровнем владения русским языком визуальная семантизация с помощью 3D-моделей, иллюстраций и видеоматериалов выступает важной опорой при понимании значения новых слов.

Основная часть. Этапы урока

1. Демонстрация видеоматериала и 3D-моделей «Парад планет».

На вводном этапе учитель демонстрирует короткий видеоматериал и 3D-визуализацию Солнечной системы. После просмотра учащиеся работают с адаптированным текстом:

«В Солнечной системе восемь планет. Они движутся вокруг Солнца: Меркурий – ближайшая к Солнцу планета;

Венера – очень горячая планета; Земля – наша планета;

Марс – Красная планета;

Юпитер – самая большая планета; Сатурн – планета с кольцами;

Уран – холодная планета;

Нептун – самая дальняя от Солнца планета».

Текст используется для первичного знакомства с новой лексикой. Учитель сопровождает чтение изображениями планет, что помогает учащимся соотносить новые слова с конкретными визуальными объектами.

2. Интерактивное закрепление лексики с использованием Wordwall.

Закрепление проводится у интерактивной доски с помощью игровых упражнений.

Кроссворд:

— Планета, на которой мы живём. (Земля)

— Планета с кольцами. (Сатурн)
— Самая большая планета. (Юпитер)
— Ближайшая к Солнцу планета. (Меркурий)
— Учёный, который изучает небесные тела. (Астроном)
— Прибор для наблюдения за небом. (Телескоп)

Анаграммы «Собери слово»:

К О М С О С – КОСМОС; С Н Ц О Л Е – СОЛНЦЕ; Л У Н – ЛУНА;
Р А С М – МАРС; Ю П И Т Е Р – ЮПИТЕР.

После выполнения заданий учащиеся хором и индивидуально произносят новые слова. Такое сочетание зрительной, игровой и речевой работы позволяет одновременно закреплять значение, произношение и написание лексем.

3. Исторический экскурс: Мирзо Улугбек и астрономия в Узбекистане.

Учитель демонстрирует изображение или 3D-реконструкцию Самаркандской обсерватории и её главного измерительного инструмента – квадранта.

Учащиеся читают адаптированный текст:

«Мирзо Улугбек был выдающимся учёным, математиком и астрономом, жившим около 600 лет назад. В Самарканде была построена астрономическая обсерватория. В ней учёные наблюдали за небом и изучали звёзды. Одним из главных приборов обсерватории был большой квадрант. Учёные школы Улугбека составили звёздный каталог, в котором были указаны сведения о 1018 звёздах».

Для установления связи с современностью учитель сообщает:

«Сегодня в Узбекистане работает Астрономический институт имени Мирзо Улугбека Академии наук Республики Узбекистан. В стране также действуют современные научные объекты, связанные с исследованием космоса и Солнца, в том числе Майданакская астрономическая обсерватория и Большая Солнечная печь».

Одновременно информация отображается на экране в виде фотографий и кратких подписей к научным объектам. Это позволяет учащимся видеть то, о чём рассказывает учитель, соотносить новые слова с изображениями и лучше понимать содержание материала.

4. Командная викторина «Что мы знаем о космосе?».

Для закрепления нового материала проводится краткая командная викторина:

— Сколько планет в Солнечной системе? (Восемь)
— Как называется наша планета? (Земля)
— Какая планета самая большая? (Юпитер)
— Какая планета известна своими кольцами? (Сатурн)
— Как называется Красная планета? (Марс)
— Кто такой Мирзо Улугбек? (Выдающийся учёный и астроном)

— Где находилась его обсерватория? (В Самарканде)

— Что изучали учёные в обсерватории? (Звёзды и небо)

— Как называется прибор для наблюдения за звёздами? (Телескоп)

— Куда можно отправиться для визуального изучения космоса? (В планетарий)

5. Подведение итогов и практическое задание.

На заключительном этапе учащиеся создают схематический рисунок Солнечной системы и подписывают названия планет в порядке их удаления от Солнца:

Меркурий → Венера → Земля → Марс → Юпитер → Сатурн → Уран → Нептун.

После выполнения задания учащиеся хором называют планеты по порядку.

Заключение

Космическая тематика может выступать содержательным межпредметным STEAM-контекстом на уроках русского языка как неродного. Последовательное сочетание визуального материала, адаптированного текста, интерактивных упражнений, историко-научной информации и практического задания создаёт условия для освоения новой лексики и её использования в речевой деятельности.

Особое значение имеет визуальная поддержка: 3D-модели, изображения и видеоматериалы помогают сделать значение новых слов более понятным для учащихся с начальным уровнем владения русским языком. Интерактивные задания Wordwall дополняют традиционную работу с лексикой и создают возможность для её повторения в игровой форме.

Межпредметная связь с астрономией и историей позволяет расширить содержательный контекст урока, а обращение к наследию Мирзо Улугбека способствует формированию интереса к истории науки Узбекистана.

В качестве перспективного внеурочного продолжения может быть использована экскурсия в планетарий, где учащиеся смогут применять изученную лексику в новой познавательной ситуации.

Таким образом, предложенная модель может использоваться как один из вариантов организации урока русского языка как неродного с включением элементов STEAM и цифровых образовательных технологий.

Список использованной литературы:

1. NASA Science. About the Planets [Electronic resource]. – URL: https://science.nasa.gov/solar-system/planets/.

2. Академия наук Республики Узбекистан. Научно-исследовательские учреждения Академии наук Республики Узбекистан [Электронный ресурс].

3. Астрономический институт имени Мирзо Улугбека Академии наук Республики Узбекистан [Электронный ресурс]. – URL: https://astrin.uz.

4. Правительственный портал Республики Узбекистан. Историческое наследие: Мирзо Улугбек и Большая Солнечная печь [Электронный ресурс].

5. UNESCO. Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education Policies and Practice [Electronic resource] // UNESCO Digital Library. Paris: UNESCO, 2023.

6. Wordwall. Interactive Activity Maker for Teachers [Electronic resource]. – URL: https://wordwall.net.

FIZIKA TA’LIMIDA AI–FIZIKA PEDAGOGIK G‘ILDIRAGI» MODELINING DIDAKTIK IMKONIYATLARI

Sangirova Zamira Bozorboyevna
Ta’limni rivojlantirish Respublika ilmiy-metodik markazi bo‘lim boshlig‘i, p.f.f.d. (PhD)

Annotatsiya. Tezisda «AI–Fizika pedagogik g‘ildiragi» ishchi konseptual modelining fizik savodxonlik, mustaqil fikrlash va sun’iy intellektdan mas’uliyatli foydalanishga yo‘naltirilgan tuzilmasi tahlil qilinadi. Bloom darajalari fizik tadqiqot faoliyatlari hamda sun’iy intellektning yordamchi funksiyalari bilan bog‘lab yoritiladi. UDL tamoyillari, har bir topshiriqqa alohida qo‘llanadigan SAMR yondashuvi, fizik tekshiruv, maxfiylik va akademik halollikning o‘rni ochib beriladi. Baholash, fikr-mulohaza va individual trayektoriya o‘rtasidagi bog‘lanish asosida modeldan foydalanishning metodik shartlari talqin etiladi.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, sun’iy intellekt, pedagogik g‘ildirak, Bloom darajalari, fizik tadqiqot, UDL, SAMR, fizik savodxonlik, akademik halollik.

Kirish. Fizika ta’limida sun’iy intellekt (AI) vositalaridan foydalanishni tayyor javob olish bilan cheklamasdan, ta’lim oluvchining fizik hodisani izohlashi, qonunni qo‘llashi, dalilni tekshirishi va tajribani loyihalashi bilan bog‘lash muhim. «AI–Fizika pedagogik g‘ildiragi» modelida aynan ta’lim oluvchi markaziy o‘ringa qo‘yilgan: fizik savodxonlik, mustaqil fikrlash va mas’uliyatli AI uning asosiy yo‘nalishlari sifatida ko‘rsatiladi. Shuning uchun modelning didaktik mazmunini raqamli vositalar ro‘yxati emas, balki bilish faoliyati, fizik tadqiqot va yordamchi texnologiya o‘rtasidagi bog‘lanish tashkil etadi [1].

Maqsad va tahlil yondashuvi. Ishning maqsadi – taqdim etilgan konseptual model tarkibiy qismlarining vazifalarini ochib berish va ularni fizikadan topshiriqlarni tashkil etishga tatbiq qilish shartlarini talqin etish. Mazmuniy asos sifatida «Mustaqil metodik adaptatsiya. Ishchi konseptual model 1.0» deb belgilangan elektron poster olindi. Posterda A. Carrington (2024), R. Puentedura (2012) va CAST (2024) metodik asoslar sifatida ko‘rsatilgan [1]. Undagi sektorlar va umumiy tamoyillar o‘zaro bog‘liq holda tahlil qilindi. SAMR

va UDL atamalarining izohi tegishli birlamchi manbalarga tayandi [2; 3]. Quyidagi amaliy tavsiyalar esa modelning metodik talqini sifatida beriladi.

Modelning mazmuniy tuzilishi. G‘ildirakning ichki halqasida Bloom darajalari, keyingi halqasida fizik faoliyat mazmuni, tashqi halqasida esa AI yordami joylashgan. Bunday joylashuv har bir kognitiv maqsadni aniq fizik faoliyat va unga mos yordam turi bilan birgalikda ko‘rishga imkon beradi. Modeldagi «Bloom × fizik tadqiqot × mas’uliyatli AI» ifodasi ham shu uyg‘unlikni bildiradi. Sektorlar mazmuni 1-jadvalda manbadagi bog‘lanishlar saqlangan holda umumlashtirildi [1].

1-jadval

Bloom darajalari, fizik faoliyat va AI yordami

Bloom darajasi	Fizik faoliyat mazmuni	AI yordami
Eslab qolish	SI birliklar va belgilar	Savol va eslatmalar
Tushunish	Hodisani izohlash	Savolli muloqot
Qo‘llash	Qonunni qo‘llash	Bosqichli yordam
Tahlil qilish	Grafik va noaniqlik	Kod va tahlil taklifi
Baholash	Dalil va modelni tekshirish	Muqobil izohlar
Yaratish	Tajriba loyihalash	Variant va prototip

Jadvaldagi bog‘lanishlarning metodik talqiniga ko‘ra, eslab qolishda AI savol va eslatmalar orqali birlik hamda belgilarni qayta faollashtirishga xizmat qilishi, tushunishda esa tayyor izohni berishdan ko‘ra savolli muloqot orqali talabaning o‘z izohini shakllantirishiga yordam berishi mumkin. Qo‘llash darajasida bosqichli yordam qonunni tanlash va qo‘llash jarayonini qo‘llab-quvvatlaydi, biroq talabaning yechimni asoslash vazifasini almashtirmasligi lozim. Tahlil qilishda grafik va noaniqlik bilan ishlash, baholashda dalil hamda modelni tekshirish markaziy faoliyatga aylanadi. AI taklif qilgan kod, tahlil yoki muqobil izoh tekshirish uchun material sifatida olinadi. Yaratish darajasida tajriba variantlari va prototiplar taklif etilishi mumkin, ammo ulardan birini tanlash hamda uning fizik mazmunini asoslash ta’lim oluvchining vazifasi bo‘lib qoladi. Shu tariqa, yordamning shakli o‘zgarsa ham, mustaqil fikrlash talabi barcha sektorlarda saqlanadi.

Modeldagi muhim izoh shuki, olti sektor majburiy ketma-ket dars bosqichlari emas [1]. Demak, ularni har bir mashg‘ulotda bir xil tartibda takrorlash shart emas. Topshiriq maqsadiga qarab ayrim sektorlar birgalikda tanlanishi, tekshirish jarayonida tushunish yoki tahlil qilishga qaytilishi mumkin. STEM esa alohida kognitiv daraja sifatida emas, topshiriqlarning konteksti sifatida qaraladi.

UDL va SAMRning vazifalari. Posterda ta’lim uchun universal dizayn (UDL) uch yo‘nalishda ifodalangan: jalb etish, axborotni taqdim etish va javobni ifodalash. CAST tavsiyalarida ham ta’lim jarayonini ushbu yo‘nalishlarda turli

imkoniyatlar bilan loyihalash nazarda tutiladi [3]. Fizika topshiriqlari uchun bundan kelib chiqadigan metodik tavsiya – o‘quv maqsadini saqlagan holda talabaning material bilan ishlashi va javobini ifodalashiga mos imkoniyatlarni ko‘zda tutishdir. Bunda taqdimot shaklining o‘zgarishi fizik mazmunni tekshirish talabini bekor qilmaydi. SAMR texnologiyadan foydalanishni almashtirish, funksional yaxshilash, topshiriqni sezilarli o‘zgartirish va ilgari amalga oshirish imkoni bo‘lmagan yangi topshiriqlarni yaratish darajalarida tavsiflaydi [2]. Tahlil qilinayotgan modelda SAMR har bir topshiriqqa alohida qo‘llanadi [1]. Shunga ko‘ra, Bloom darajasini avtomatik ravishda SAMR darajasiga tenglashtirish to‘g‘ri emas: «yaratish» faoliyati borligining o‘zi texnologik qayta belgilash yuz berganini bildirmaydi. O‘qituvchi AI qo‘llanishi topshiriqning bajarilish usuli va imkoniyatlarini aynan qanday o‘zgartirganini alohida ko‘rib chiqishi tavsiya etiladi.

Mas’uliyatli AI va fizik tekshiruv. G‘ildirakda fizik tekshiruv, maxfiylik va akademik halollik barcha faoliyatlarni birlashtiruvchi talablar sifatida berilgan. Ularning o‘zaro bog‘liqligi «AI taklif qiladi – talaba tekshiradi – o‘qituvchi baholaydi» tamoyilida ifodalanadi [1]. Mazkur qoida asosida AI javobini yakuniy ilmiy xulosa deb qabul qilish o‘rniga, tekshirilishi zarur bo‘lgan taklif sifatida ko‘rish maqsadga muvofiq. O‘qituvchining vazifasi faqat tayyor mahsulotni emas, talabaning uni qanday tekshirganini ham baholashdan iborat deb talqin qilinadi. Amaliy qo‘llash uchun fizik tekshiruvni qonunning tanlangan vaziyatga mosligi, birliklarning muvofiqligi, grafik talqini, noaniqlikning hisobga olinishi va xulosaning dalil bilan bog‘liqligi orqali tashkil etish tavsiya etiladi. Maxfiylikni ta’minlash uchun topshiriqqa daxldor bo‘lmagan shaxsiy ma’lumotlarni AI bilan muloqotga kiritmaslik ko‘zda tutiladi. Akademik halollik nuqtayi nazaridan esa talaba AI yordamidan qaysi vazifada foydalanganini va qaysi xulosani mustaqil tekshirganini ochiq ko‘rsatishi lozim. Bular posterda nomlangan umumiy talablarning metodik aniqlashtirishlaridir.

Baholash va individual trayektoriya. Modelning «baholash – fikr-mulohaza – individual trayektoriya» bog‘lanishi topshiriq natijasini keyingi o‘quv faoliyati bilan tutashtiradi [1]. Uni amaliyotga tatbiq etishda o‘qituvchi talaba aynan qaysi faoliyatda qiynalganini ajratishi tavsiya etiladi: birlikni eslashdami, hodisani tushuntirishdami, qonunni qo‘llashdami yoki dalilni baholashdami? Fikr-mulohaza shu qiyinchilikka qaratiladi; keyingi topshiriq esa aniqlangan ehtiyojga mos tanlanadi. Bu talqinda individual trayektoriya AI tomonidan nazoratsiz belgilanadigan yo‘l emas, baholash va pedagogik fikr-mulohaza bilan asoslanadigan o‘quv yo‘nalishidir. Har bir topshiriqni rejalashtirishda uchta savolni aniqlashtirish taklif etiladi: talaba qanday fizik faoliyatni mustaqil bajaradi; AI bu jarayonda qaysi yordamchi vazifani bajaradi; o‘qituvchi mustaqil tekshirishni qanday dalil asosida baholaydi? Ushbu savollar model markazidagi fizik savodxonlik, mustaqil fikrlash va mas’uliyatli AI yo‘nalishlarini topshiriq darajasida saqlashga xizmat qiluvchi metodik mezonlar sifatida qaralishi mumkin.

Xulosa. «AI–Fizika pedagogik g‘ildiragi» modeli Bloom darajalarini fizik tadqiqot faoliyati va mas’uliyatli AI yordami bilan birlashtiruvchi konseptual vosita sifatida talqin etiladi. Uning didaktik imkoniyati ta’lim oluvchini markazda saqlash, yordam turini topshiriq maqsadiga mos tanlash, dalilni mustaqil tekshirtirish va fikr-mulohazani individual trayektoriyaga bog‘lashda namoyon bo‘ladi. Model rasmiy V7.0 tarjimasi emas; taqdim etilgan materialda empirik natijalar berilmagan. Shu sababli bayon qilingan imkoniyatlar tasdiqlangan samaradorlik ko‘rsatkichi emas, keyingi tajriba-sinov uchun nazariy-metodik asos sifatida qaraladi [1].

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. AI–Fizika pedagogik g‘ildiragi: Bloom × fizik tadqiqot × mas’uliyatli AI. Mustaqil metodik adaptatsiya. Ishchi konseptual model 1.0 [elektron poster].

2. Puentedura R. R. The SAMR Model: Background and Exemplars. – 2012. – 23-avgust. – 69 slayd.

3. CAST. CAST Universal Design for Learning Guidelines. Version 3.0. – 2024.

KIMYO TEXNOLOGIYASI TA’LIMIDA FIZIKANI FANLARARO INTEGRATSIYA ASOSIDA O‘QITISH

Xudayberdieva Arofat Isroilovna
Toshkent kimyo-texnologiya instituti

Annotatsiya. Kimyo texnologiyasi yo‘nalishida fizikani fanlararo integratsiya asosida o‘qitishning metodik yechimi taklif etiladi. Kasbiy vaziyat, fizik model, raqamli hisoblash va baholash o‘rtasidagi bog‘lanish issiqlik almashinuvi misolida ochib beriladi. Topshiriqni bajarish ketma-ketligi hamda talabaning model tanlash, farazlarni asoslash va natijani tekshirish faoliyatini baholash mezonlari aniqlashtiriladi. Taklif nazariy tahlil va didaktik modellashtirishga asoslanadi.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, kimyo texnologiyasi, fanlararo integratsiya, fizik model, raqamli hisoblash, kasbiy topshiriq, mezonli baholash.

Kimyo texnologiyasi yo‘nalishida fizikani o‘qitish talabaning energiya almashinuvi, suyuqliklar harakati va modda xossalarini texnologik jarayon bilan bog‘lab tushuntirishiga xizmat qiladi. Bunda asosiy didaktik vazifa fizik qonunni o‘rganishdan uni muayyan kasbiy vaziyatga tatbiq etishga izchil o‘tishni tashkil etishdir. Topshiriq mazmunida qaysi hodisa o‘rganilishi, qanday model tanlanishi va yechimning qaysi belgilari baholanishi oldindan aniqlashtirilsa, fanlararo bog‘lanish talaba bajaradigan aniq faoliyatda namoyon bo‘ladi.

Tadqiqotning maqsadi kimyo texnologiyasiga oid vaziyatlarni fizik modelga aylantirishga yo‘naltirilgan fanlararo topshiriqlarni loyihalash va baholash tartibini asoslashdan iborat. Ishda kasbiy yo‘naltirilgan fizika ta’limiga oid ilmiy-metodik manbalarni qiyosiy tahlil qilish, o‘quv mazmunini tanlash va didaktik modellashtirish usullaridan foydalanildi. Natija sifatida issiqlik

almashinuvi mavzusi uchun topshiriq mazmuni, talaba harakatlari va baholash dalillarini birlashtiruvchi metodik ketma-ketlik ishlab chiqildi.

Mazkur yechimning nazariy tayanchi J. Biggsning konstruktiv muvofiqlashtirish tamoyilidir. Unga koʻra, kutiladigan oʻquv natijalari, mashgʻulotda bajariladigan faoliyat va baholash vazifalari oʻzaro mos boʻlishi kerak [1]. Shu asosda “talaba energiya balansini tuzadi va model farazlarini asoslaydi” natijasi belgilansa, mashgʻulotda tizim chegarasini ajratish va faraz tanlash imkoniyati yaratiladi; baholashda esa talabaning shu qarorlari tekshiriladi. D. Hestenesning modellashtirish yondashuvi obyektni tavsiflash, oʻzgaruvchilarni ajratish, tenglama tuzish va fizik talqinni bogʻlash uchun asos beradi [2]. Fanlararo topshiriq umumiy kasbiy savol atrofida tuziladi. Fizika jarayonni izohlovchi qonunni, matematika kattaliklar orasidagi miqdoriy munosabatni, kimyo texnologiyasi esa masala sharoiti va natijaning sohaviy ma’nosini belgilaydi. Raqamli vosita ushbu modelning hisoblash natijalarini taqqoslashga xizmat qiladi. T. R. Kelley va J. G. Knowles taklif etgan STEM integratsiyasi konsepsiyasidagi haqiqiy vaziyat orqali fanlarni bogʻlash gʻoyasi mazkur tanlovga mos keladi [3]. Maktab ta’limi uchun ishlab chiqilgan ushbu gʻoya bu ishda oliy ta’limning kimyo texnologiyasi yoʻnalishiga metodik jihatdan moslashtiriladi.

Topshiriqni loyihalashda fizik mavzuning kursdagi oʻrni, talabaning matematik tayyorgarligi va zarur texnologik ma’lumotlar birgalikda hisobga olinadi. Fizika hamda mutaxassislik fanlari oʻqituvchilari vaziyatning murakkabligi va undagi soddalashtirishlarni kelishib oladi. Talabaga kirish ma’lumotlari, bajariladigan ish va baholash mezonlari beriladi. Yakuniy oʻquv mahsuloti sifatida tizim chizmasi, farazlar, hisoblash va fizik xulosani oʻz ichiga olgan qisqa yozma yechim olinadi. Masalan, issiqlik almashgichda issiq oqim hisobiga sovuq texnologik oqimni isitish vaziyati tanlanadi. Talaba qaysi oqimning chiqish harorati yoki massa sarfi aniqlanishini belgilaydi va tizim chegarasini chizadi. Modelda barqaror rejim, oqimlarning aralashmasligi, tashqi mexanik ishning bajarilmasligi hamda tashqi muhitga issiqlik yoʻqotishlarining e’tiborsizligi qabul qilinadi. Kinetik va potensial energiya oʻzgarishlari hamda bosim oʻzgarishining entalpiyaga ta’siri e’tiborsiz olinadi. Faza oʻzgarishi kuzatilmaganda va solishtirma issiqlik sigʻimlari oʻzgarmas deb qaralganda energiya balansi quyidagicha yoziladi:

$$G_1\, c_{\mathrm{p1}}\left(T_{1,\mathrm{k}} - T_{1,\mathrm{ch}}\right) \;=\; G_2\, c_{\mathrm{p2}}\left(T_{2,\mathrm{ch}} - T_{2,\mathrm{k}}\right)$$

bu yerda G_1 va G_2 - issiq va sovuq oqimlarning massa sarflari; c_{p1} va c_{p2} - ularning solishtirma izobarik issiqlik sigʻimlari; T - harorat; k va ch indekslari kirish va chiqish holatlarini bildiradi. Massa sarfi $\mathrm{kg/s}$, issiqlik sigʻimi $\mathrm{J/(kg \cdot K)}$, harorat esa K birliklarida ifodalansa, tenglamaning har bir tomoni W birlikdagi issiqlik uzatish quvvatini beradi. Topshiriqni bajarish dastlabki bashoratdan boshlanadi: talaba sovuq oqim sarfi oʻzgarganda chiqish harorati qanday oʻzgarishini izohlaydi. Soʻng qabul qilingan farazlarni tenglamadagi hadlar bilan bogʻlaydi va bitta holat uchun hisoblashni mustaqil bajaradi. Keyingi bosqichda

Python yoki elektron jadval yordamida parametrlar ta’siri tekshiriladi. Dasturga kiritilgan kattaliklarning ma’nosi, birliklari va ruxsat etilgan o‘zgarish oralig‘i yoziladi; natija qo‘lda bajarilgan hisob bilan solishtiriladi. Chegaraviy tekshiruvda sovuq oqimning chiqish harorati issiq oqimning kirish haroratidan past bo‘lishi talab etiladi. Sovuq oqimning chiqish haroratini aniqlash uchun balans tenglamasi quyidagi ko‘rinishga keltiriladi:

$$T_{2,\mathrm{ch}} = T_{2,\mathrm{k}} + \frac{G_1\, c_{\mathrm{p1}}\left(T_{1,\mathrm{k}} - T_{1,\mathrm{ch}}\right)}{G_2\, c_{\mathrm{p2}}}$$

Issiq oqimning massa sarfi, issiqlik sig‘imi va kirish-chiqish haroratlari, shuningdek sovuq oqimning kirish harorati hamda issiqlik sig‘imi o‘zgarmas deb olinganda, G_2 ortishi sovuq oqim haroratining ko‘tarilish miqdorini kamaytiradi. Talaba ushbu bog‘lanishni grafik orqali tushuntiradi. Mazkur xulosa belgilangan shartlarga tegishli ekanini ko‘rsatish topshiriqning muhim qismidir. Haqiqiy qurilmada issiqlik almashinish yuzasi va issiqlik uzatish sharoitlari ham natijaga ta’sir qiladi; ularni aniqlash uchun qo‘shimcha model zarur. Modelning qo‘llanish chegarasi alohida savol bilan ochiladi: “Tashqi muhitga issiqlik yo‘qotilishi yoki oqimda faza o‘zgarishi yuz bersa, balans qanday aniqlashtiriladi?” Talaba yo‘qotilgan energiyani hisobga olish yoki oqim entalpiyasining o‘zgarishidan foydalanish zaruratini tushuntiradi. Real laboratoriya mavjud bo‘lsa, kirish-chiqish haroratlari va sarflar o‘lchanib, balansning ikki tomoni taqqoslanadi. Farq o‘lchash noaniqligi, barqaror rejimga erishilganligi va model farazlari bilan bog‘lab talqin qilinadi.

Baholash talabaning yozma yechimidagi kuzatiladigan belgilarga tayanadi. J. L. Docktor va hammualliflarning rubrikasida vaziyatni tavsiflash, fizik yondashuvni tanlash, uni masala shartiga qo‘llash, matematik amallar va mantiqiy izchillik ajratilgan [4]. Biz ushbu asosni kasbiy topshiriqqa moslashtirib, tizim chegarasining to‘g‘ri belgilanishi, model farazlarining asoslanishi, birliklar va hisoblashning mosligi, natijaning fizik-texnologik talqini hamda mustaqil tekshiruvni baholashni taklif etamiz. Har bir mezon bo‘yicha to‘liq asoslangan, qisman asoslangan va asoslanmagan bajarish tavsiflari ishlab chiqiladi. Guruhdagi muhokamadan keyin har bir talabaga boshlang‘ich sharti o‘zgartirilgan yangi vaziyat beriladi. Bu topshiriq fizik prinsipni mustaqil qo‘llashni kuzatishga xizmat qiladi. O‘qituvchi izohi aniqlangan qiyinchilikka qaratiladi: model tanlashdagi xato uchun tizim va farazlar qayta ko‘riladi, hisobdagi xato uchun birliklar hamda amallar tekshiriladi. Talaba tuzatilgan yechimida qaysi qarorini o‘zgartirganini izohlaydi. Dastlabki va qayta ishlangan javoblar teskari aloqadan foydalanish dalili sifatida saqlanadi.

Taklifning metodik natijasi fizik mazmun, uni o‘zlashtirish faoliyati va baholashni bitta kasbiy vazifa doirasida muvofiqlashtirishdan iborat. Uning o‘quv samaradorligini tekshirishda mazmuni va murakkabligi taqqoslanuvchan dastlabki hamda yakuniy topshiriqlar, yagona baholash mezonlari va talabaning boshlang‘ich tayyorgarligi hisobga olinishi lozim. Baholovchilar bir xil talaba ishlarini mustaqil tekshirib, mezonlar talqinidagi muvofiqlikni aniqlashi kerak.

Metodika ta’siri haqidagi xulosa tegishli taqqoslash guruhlari va to‘plangan empirik dalillar asosida chiqariladi. Kimyo texnologiyasi ta’limida fanlararo integratsiyani fizik model yaratish va tekshirish faoliyati orqali tashkil etish maqsadga muvofiq. Issiqlik almashinuvi misolida kasbiy savolni ajratish, modelni asoslash, raqamli hisoblash, qo‘llanish chegarasini tekshirish va yechimni qayta ishlash ketma-ketligi taklif etildi. Ushbu tartib fizik bilimning kasbiy vaziyatdagi mazmunini hamda talabaning uni qo‘llash faoliyatini baholash imkonini ochib beradi. Yondashuvning samaradorligi keyingi pedagogik tajriba-sinovda tekshirilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Худайбердиева А.И. Физика фанини ўқитишда мустақил ишлаш фаолиятларини ривожлантиришга қаратилган машғулотларни ташкил этиш. Academic Research in Educational Sciences. – Chirchiq. 2022. Vol. 3, № 12. – B. 409–414.
2. Biggs J. Enhancing teaching through constructive alignment // Higher Education. – 1996. – Vol. 32. – P. 347–364. – DOI: 10.1007/BF00138871.
3. Xudayberdiyeva A.I. O‘zbekiston umumta’lim maktablarida STEM ta’limini rivojlantirishda fizika fanining roli. Pedagogik mahorat ilmiy-nazariy va metodik jurnali. – Buxoro. 2026. № 6, 3-qism. – B. 80–84. (13.00.00. № 23).
4. Hestenes D. Toward a modeling theory of physics instruction // American Journal of Physics. – 1987. – Vol. 55, No. 5. – P. 440–454. – DOI: 10.1119/1.15129.

MUNDARIJA

1-SHO‘BA: FIZIKA VA ASTRONOMIYADA RAQAMLI TRANSFORMATSIYA: DOLZARB ILMIY MUAMMOLAR VA INNOVATSION YECHIMLAR	
Oltin nanostrukturalarning 1030 nm va 515 nm femtosekund lazer nurlanishidagi nochiziqli yutilish xususiyatlari – *Ahmedov Sherzodjon To‘lqin o‘g‘li, Eshchanov Baxodir Xudoyberganovich, Ganeyev Rashid Ashirovich*	6
Planar artificial atom in a graphene interacting with fast ions – *S. Rakhmanov, R. Egger, D. Jumanazarov, D. Matrasulov*	9
A digital reliability-audited pipeline for detecting outer velocity-dispersion profile flattening in Galactic globular clusters – *Sobir Turaev*	10
Математическое моделирование кинетики образования осадка на внешних поверхностях тупиковых половолоконных фильтров – *Сайдуллаев Усмонали, Жураев Нурали Жумабой угли*	14
Математическое моделирование процесса фильтрования суспензий в плоском фильтре при пульсационном режиме давления – *Сайдуллаев Усмонали, Жураев Нурали Жумабой угли*	18
Astronomik kuzatuvlarni raqamli texnologiyalar yordamida tashkil etish usullari – *Tillaboyev Azlarxon Magbarxonovich, Jumageldiyeva Munira Aliakbar qizi*	22
Physical properties and scaling relations of galaxies in the A3556 galaxy cluster – *Otojanova Nilufar, Tadjibaev Ikram*	27
Structural–kinematic dissociation in young Galactic open clusters: a Gaia DR3 study – *Akram Ruziyev, Sobir Turaev*	29
Sirt ravshanligining radial pasayish tempi – sharsimon to‘dalarni sinflashtirish mezoni sifatida – *D.A. Rashidov, S.J. Turaev*	34
Magnitooptikada qutblangan yorug‘likni tadqiq qilish jihatlari – *Rustamov Umid Raxmatovich*	38
Galakatikalar guruhlari morfologiyasi: guruhlarda galaktikalar taqsimoti – *Abduraxmonova Shoxsanam Rustam qizi*	41
Galakatikalar guruhlari morfologiyasi: guruhlarning sinflashtirish muammolari – *Kutlimuratov Sardor Sharipbayevich, Abduraxmonova Shoxsanam Rustam qizi*	45
Raman spektrlari yordamida 3-etilpiridin molekulasining tebranma harakatlarini tadqiq qilish – *Xudoyberdiyeva Dilafruz Boykulovna, Usmonjonov Asadbek*	49
Kondensirlangan muhit tuzilishini o‘rganishda molekulalararo ta’sirlashuvlarning tebranish spektrlariga ta’siri va past chastotali Raman chiziqlarining tahlili – *Xudoyberdiyeva Dilafruz Boykulovna, Abdumalikova Gulbahor*	51

Sirtda kuchaytirilgan Raman sochilishi va zamonaviy tadqiqotlar tahlili – *Xudoyberdiyeva Dilafruz Boykulovna, Normurodova Sevinch Jabbor qizi*	54
Kondensirlangan muhitlarda molekulalararo ta’sirlashuv qonuniyatlarining Raman spektrlarida namoyon bo‘lishi – *Xudoyberdiyeva Dilafruz Boykulovna*	57
Интеллектуальные методы в физике: современные подходы и перспективы – *Рустамов Умид Рахматович, Расулов Азиз Алишерович*	59
Survey-dependent systematics in red-giant ages: a comparison of the APOGEE and GALAH age scales – *H.A.Arslonova*	63
3-metilpiridin va 3-etilpiridin suyuqliklarida moleklalararo ta'sirlashuv kuchlarining spektral namoyon bo‘lishi – *Asadbek Usmonjonov*	66
Vodorod molekulasi ionining to‘lqin funksiyasi – *Axtamova Dildora, Raxmanov Saparboy*	68
Vodorod molekulasi ionining asosiy holat energiyasi – *Axtamova Dildora, Raxmanov Saparboy*	72
Elektrodinamika bo‘limida Maksvell tenglamalarining tizimli tahlili – *Azzamova Nilufar Buronovna*	76
Sun’iy intellekt asosida fizik hodisalarni prognozlash va tahlil qilish – *Ibragimov Berdimurat*	80
Scaling relations between the central supermassive black hole mass and host galaxy properties in a sample of 119 elliptical galaxies – *Ismatova L. I., Botirov F. U.*	84
S va S0 galaktikalar diskidagi warp deformatsiyasini miqdoriy baholash – *Xudayberganov Sh.R., Botirov F.O‘.*	89
Astronomik katta ma’lumotlarni tahlil qilishda mashinaviy o‘qitish: ekzosayyoralar, galaktikalar va gravitatsion to‘lqinlar misolida – *Meliyeva Zulayho Botirjon qizi*	92
Fraksional reaksiya-diffuziya tenglamasi yechimining fraksional tartibga bog‘liqligini tadqiq etish – *Narzullayeva Niluzar Raxmatullo qizi*	96
Formation mechanisms of lopsided structures in disk galaxies – *A.U. Omonov and K.T. Mirtadjieva*	99
Organik suyuqliklarda nochiziqli optik hodisalar va ularning fizik asoslari – *Xudoyberdiyeva Dilafruz Boykulovna, To‘rayeva Dilnoza Maxmudjonovna*	104
Meditsinada fotonlar qo‘llanilishi – *Qurbonov Anvar Razzaqovich*	107
S0 va SB tipdagi galaktikalarda balj shakllanishining statistik tahlili – *Abdusattarov Ma’rufjon, Xudayberganov Shoxrux*	112

Uch elementli neodim-silikat qotishmasi sirtida hosil qilingan plazmaning temperaturasini aniqlash – *A.I Japaqov, M.E Vapayev, I.Y. Davletov, M.Q.Sotimova*	115
Testing the Holmberg effect in galaxy pairs using the Monte Carlo method – *Polatova Madina Ulugbek qizi*	118
Spinning test particle dynamics and innermost stable circular orbits around a charged black hole in bumblebee gravity – *Abdujalil Gulomov, Dilafruz Yusupova, Shakhlo Jabbarova*	121
“Normal Zeeman effekti va uning sodir bo‘lishi mexanizmi” mavzusi nazariy asoslari va zamonaviy tahlili – *Odilov Shoxzodjon Adxam o‘g‘li*	126
Рентгеновская микротомография для неразрушающей оценки морфологии и дефектов TiO_2-фотоанодов DSSC – *Шарипбаев Собитхон, Эргашов Абдурасул, Турсунбоев Раҳимжон*	128
TiO_2 fotoanod morfologiyasi, elektron transporti va DSSC samaradorligi o‘rtasidagi yarim empirik bog‘lanish – *Sharipbayev Sobitxon, Ergashov Abdurasul, Tursunboyev Rahimjon*	131
Statistical analysis of physical properties and scaling relations in dwarf elliptical galaxies – *Tillaboev Komiljon, Tadjibaev Ikram*	134
TOI-5964.01 nomzod ekzosayyoraning TESS va Maydanak fotometriyasi tahlili – *Ergashev Salohiddin Shavkat o‘g‘li, Burxonov Otabek Anvarjonovich, Nurmamatov Sheroz Eraliyevich*	138
Estimating the spin parameter of supermassive black holes in active galactic nuclei from X-ray reflection spectroscopy – *Y. Turaev*	141
AZO yupqa plyonkalarida optik o‘tishlar va defektli fotolyuminessensiyaning fizik tabiati – *Xidirov Dadaxon Sherqo‘ziyevich*	146
Исследование парникового эффекта с использованием солнечных коллекторов. – *Хайдаров. Б. А., Сайдахметова Ясмина*	150
Уточнение критерия сильной локализации электронов на поверхности полупроводника – *Муратов Темур Ташкабаевич*	157
Стабилизация времени жизни носителей заряда в полупроводниках в магнитном поле – *Муратов Темур Ташкабаевич*	160
Fizika va astronomiya tadqiqotlarida sun’iy intellekt va raqamli modellashtirishning zamonaviy imkoniyatlari – *Nasirov Mardonbek Xaldarbekovich, Xomidjonov Jakhongir Isroiljonovich, Xalilov Muxammadmuso Muxammadyunusovich, Rahmonov Tohirbek Imomaliyevich*	162
Abu Rayhon Beruniy buyuk astronom – *M.R.Jumaniyazova, Z.A.Avezmuratova, G‘.A.Ibadullayev, L.S.Erkayeva*	167
Effective potential in the Einstein–nonlinear Maxwell–Yukawa black hole – *Mirjavokhir Mirov*	172

Rotating black holes sourced by exponentially localized anisotropic matter fields – *Pakhlavon Yovkochev, Khilola Khudarganova, Dilafruz Yusupova*	173
Relyativistik qora tuynuklar geometriyasidagi regularlik shartini high-frequency QPO ma’lumotlari orqali statistik baholash – *Safarov Omadjon Juraboyevich*	176
Ergosphere of rotating black holes surrounded by exponentially localized anisotropic matter – *Pakhlavon Yovkochev, Shakhlo Jabbarova, Dilafruz Yusupova*	179
Brombenzol, orto-dibrombenzol va 1,2,4-tribrombenzol: benzol hosilalarining IQ spektriga ta’sirini o‘rganish – *Gulbahor Abdumalikova*	182
Bir o‘qli bosim ta’sirida legirlangan kremniydagilokal holatlar zichligining energetik spektrini aniqlash – *I.G. Tursunov, M.A. Raxmonov*	183
Legirlangan kremniyda bosim va haroratning birgalikdagi ta’sirida Fermi sathi siljishini analitik modellashtirish – *M.A. Raxmonov, Z.X. Abduxolisov*	185
Tranzit va radial tezlik metodlari asosida ekzosayyoralarni aniqlash usullarining qiyosiy tadqiqi – *Nurmamatov Sheroz Eraliyevich*	190
Ekzosayyoralar tranzit yorug‘lik egri chizig‘ini shakllantiruvchi asosiy fizik-geometrik parametrlar tahlili – *Rustamova Muxlisa Sherzod qizi, Saitov Mirhayot Muzaffar o‘g‘li*	194
Kosmik va yerusti fotometrik kuzatuvlarni birgalikda tahlil qilishning o‘ziga xos xususiyatlari va afzalliklari – *Rustamova Muxlisa Sherzod qizi*	197
CCD tasvirlarini dastlabki kalibrlashning differensial fotometriya aniqligiga ta’siri – *Saitov Mirhayot Muzaffar o‘g‘li*	201
Ekzosayyora tranziti va soxta signallarni (false positives) farqlashning asosiy fotometrik mezonlari – *Xabibullayeva Zulfizar Bahriddin qizi, Azizova Asalxon Azizovna*	204
Ko‘p filtrli fotometriyada tranzit chuqurligi o‘zgarishlari va yulduz sirti qorayishi (limb darkening) effektining o‘zaro bog‘liqligi – *Xabibullayeva Zulfizar Bahriddin qizi*	208
Ekzosayyoralar tranzit geometriyasining asosiy fizik parametrlari: radiuslar nisbati va orbita qiyaligi tahlili – *Azizova Asalxon Azizovna*	211
3D grafen nanostrukturalari sinteziga lazer va material parametrlarining ta’sirini sonli modellashtirish – *Sotimova M.K.*	215
Al:ZnO nanostrukturali yupqa plyonkalarni hosil qilishning texnologik muammolari va ularning fizik xossalari – *Nigmatova Gulruza Alijon qizi*	218
Neutrino and its experimental confirmation – *Hanif Mohammed Alom*	221
Neutrino oscillations – *Hanif Mohammed Alom*	223

Law of conservation of lepton numbers (charges) – *Hanif Mohammed Alom*	224
Yarimo‘tkazgich–dielektrik chegarasidagi sirt holatlarining tabiati va ularning sig‘imga ta’sirini o‘rganish – *Raxmonov Mufazzalshoh Alisher o‘g‘li, Abdullojonova Bashorat Olim qizi*	226
Effective potential of massive particles in black hole and wormhole spacetimes – *Rashidov Diyor Gayrat ugli, Hamidov Voxid Sobirovich*	229
GaP(100) taglikda o‘stirilgan Si–GaP–ZnSe–ZnTe asosidagi n–n$^+$ strukturaning 300 K dagi volt-amper xarakteristikasi va tok o‘tish mexanizmlari – *Saidov A.S., Usmonov Sh.N., Saparov D.V., Abdullayev H.Sh.*	232
Mozeli qonuni va uning ahamiyati – *Latifova Husnida Asilbek qizi*	237
Kompton effekti va uning sodir bo‘lish mexanizmi – *Olimnazarova Aziza Shavkatjon qizi*	238
Kremniy asosidagi quyosh elementlarining ishlash mexanizmi va energiya samaradorligini belgilovchi fizik omillar – *Sapardurdiyeva Gulnur*	240
Альтернативные источники энергии – *Заурбекова Н.Д., Заурбекова Н.С.*	244
Nurlanish ta’sirida CdTe yupqa plyonkasining nochiziqli yutilishini boshqarish – *Isroilov Adizjon Alijonovich, Eshchanov Baxodir Xudoyberganovich*	248
How strongly do spectral and imaging observables constrain black-hole spin? – *Ochiltosheva Durdonagul Zamon qizi*	251
Horizon structure of the Einstein–Nonlinear Maxwell–Yukawa black hole – *Mirjavokhir Mirov, Abduqodir Bakhodirov*	255
Rentgen nurlari tibbiy diagnostikada qo‘llanilishining fizik asoslari – *Xomidjonov Jaxongir Isroiljonovich, Ko‘klanova Sevinch Yo‘ldoshboy qizi*	257
2-sho‘ba. FIZIKA VA ASTRONOMIYANI O‘QITISHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA INNOVATSION YONDASHUVLAR	
Fizika darslarida kompyuter texnologiyalaridan foydalanish – *Abdullayev Jalil Malikevich, Samadov Javlon Jamshid o‘g‘li*	264
Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika fanini o‘qitishda grafikli masalalar yechish orqali o‘quvchilarning mantiqiy tafakkurini rivojlantirish metodikasi – *Abdullayeva Iroda*	266
Zamonaviy fizika ta’limi paradigmasi: metodologik yondashuvlar va amalga oshirish mexanizmi – *Abdusalomov Zuhriddin Mengali o‘g‘li, Soatova Hanifa Suyunovna*	270
The interrelationship between creative and critical thinking in physics education – *Abdusaminova Gulhayo Karimovna, Ismatullayeva Muxlisaxon Akmaljanovna*	275

Opportunities for developing creative thinking in the teaching of physics – *Abdusaminova Gulhayo Karimovna, Ismatullayeva Muxlisaxon Akmaljanovna*	278
Новые образовательные технологии и платформы в Узбекистане на примере STEM в преподавании физики – *Артикова Хуснора Алишер кизи*	282
Развитие технического творчества учащихсяв общеобразовательных школах на основе STEAM-подхода – *Артикова Хуснора Алишер кизи*	286
Tibbiyot elektronikasini o‘qitishda fanlararo integratsiyaning STEAM yondashuv bilan metodik uyg‘unligi – *Axmadjonov Mexriddin Faxridinovich*	289
Oliy ta’lim muassasalarida “Molekulyar fizika” fanini o‘qitishda fanlaaro integrasiydan foydalanish metodikasi – *Axmedov Axat Axrorovich, Izbasarov Baxriddin Faxriddinovich, Kamolov Ixtiyor Ramozonovich.*	293
Umumiy fizika kursining “Molekulyar fizika va termodinamika” fanidan talabalarning kasbiy kompetentligini rivojlantirishda suniiy intelekt imkoniyatlaridan foydalanish metodikasi. – *AxmedovAxat Axrorovich, Qutbeddinov Axmad Kejaevich.*	295
Talabalarning kreativligini rivojlantirishda elektrodinamikaga oid masalalarni grafik usulda yechishning ahamiyati – *Babahodjaev Umar Samsakxodjaevich, Shamsiddinova Sarvinoz Madaminjon qizi*	299
Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanishning pedagogik imkoniyatlari – *Jalelov Moyatdin Asanovich, Babaniyazova Dilnaz Allaniyazovna*	303
Loyihaviy ta’lim texnologiyasining talabalarda tadqiqotchilik ko‘nikmalarini shakllantirishdagi o‘rni – *Babaxodjayev Umarxon Samsakxo‘jayevich, Ismanova Odinaxon To‘lqinboyevna*	306
The role of epistemic practices in developing students’ research skills in physics education – *Togzhan Bakhtina*	311
5E modeli asosida tadqiqotga yo‘naltirilgan ta'limni tashkil etishning pedagogik imkoniyatlari – *Baxtiyorova Kamola Erali qizi*	314
Tinkercad muhitida elektr zanjirlarini modellashtirish orqali o‘quvchilarning amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirish metodikasi – *Borankulova Fatima Marat qizi*	317
Использование искусственного интеллекта и виртуальной реальности в обучении физике: инновационные подходы и практические результаты – *Ботиралиев Абдуллох Гайратович*	320
Elementar zarralar fizikasini o‘qitishda kompyuter modellashtirish asosida virtual tajribalarni yaratish – *Davletniyazov Salamat Paluaniyazovich*	324

Fizik jarayonlarni kompyuter modellashtirish asosida virtual tajribalar yaratish texnologiyasi – *Davletniyazov Salamat Paluaniyazovich, Matqurbanova Gulchexra Yakubovna*	328
Fizika ta’limida o‘quvchilarning amaliy kompetentligini rivojlantirishning raqamli-didaktik modeli – *Davronov Oybek Bozorovich*	331
Blum taksonomiyasining paydo bo‘lishi, undan kredit-modul ta‘lim sharoitida fizika o‘qitishda foydalanishning ahamiyati va metodologiyasi. – *Dusmuratov Mansur Baysoatovich*	335
Kredit-modul ta‘lim sharoitida mexanika bo‘limini o‘qitishda Blum taksonomiyasidan foydalanish yo‘llari – *Dusmuratov Mansur Baysoatovich*	339
Kredit-modul ta‘lim sharoitida molekulyar fizika bo‘limini o‘qitishda Blum taksonomiyasidan foydalanish imkoniyatlari – *Dusmuratov Mansur Baysoatovich*	347
Kredit-modul ta‘lim sharoitida elektromagnetizm bo‘limini o‘qitishda Blum taksonomiyasidan foydalanish yo‘llari – *Dusmuratov Mansur Baysoatovich*	353
Dinamika bo‘limini o‘rganishda smartfon sensorlari yordamida eksperimental tadqiqotlar metodikasi – *Begzatova Shaxnoza Paxriddinovna, Ermatova Durdona Ikromjon qizi*	360
Mexanik energiyaning saqlanish qonuni mavzusini o‘qitishda mental xarita metodidan foydalanish metodikasi – *Eshmurodova Shaxzoda Tuxliboy qizi*	363
Fizikani innovatsion ta'lim muhitida o‘qitish texnologiyalari (raqamli va interfaol vositalar, PhET simulyatsiyalari, LearningApps platformasi) – *O‘.M. Farmonov*	365
Atom fizikasida mustaqil ta’limni tashkil etishda zamonaviy elektron vositalarni qo‘llash metodikasi – *G‘afforova Shaxnoza Fattoyevna*	371
“Ag‘darilgan sinf” (Flipped Classroom) ta’lim texnologiyasi orqali o‘quvchilarning fizika fanidan mustaqil ta’lim faoliyatini rivojlantirish – *Kutlimurotov Sardor Sharipbayevich, Hamroyeva Madina Murotboy qizi*	377
Fizika ta’limida raqamli texnologiyalar va an’anaviy pedagogik yondashuvlarning integratsiyasi – *Ibragimov Berdimurat*	379
Rentgen spektrlarini o‘rganishda Mozli qonunining qo‘llanilishi – *Dusmuratov Mansur Baysoatovich, Ilyasova Shoira*	383
Sleyter qoidasi va uning atom tuzilishi hamda rentgen spektrlarini o‘rganishdagi qo‘llanilishi – *Dusmuratov Mansur Baysoatovich, Ilyasova Shoira*	388
Fizika fanidan olimpiada masalalarini yechish asosida akademik litsey o‘quvchilarining muhandislik kompetensiyalarini rivojlantirish – *F. I. Jo‘rayev*	394

Astronomiyani virtual laboratoriyalar, simulyatorlar va mobil ilovalar asosida o‘qitish imkoniyatlari – *Jumageldiyeva Munira Aliakbar qizi*	399
Molekulyar fizikani o‘qitishda kontekstli masalalar asosida bilim transferini rivojlantirish metodikasi – *Jumayeva Lobar Shokir qizi*	403
Pedagogika oliy ta’lim muassasalarida qattiq jismlar fizikasini o‘qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish – *Kalandarov Ergash Kilichovich*	406
Развитие методики преподавания физики в Узбекистане: исторический путь и современное состояние – *Каландаров Эргаш Киличович, Файзуллаева Одинабону Бахромовна, Абдухалилова Олтиной Шовқиддин қизи*	410
Fizika va astronomiyani raqamli transformatsiya davrida rivojlantirish: muammoli masalalar va ularning innovatsion yechimlari – *Kalandarov Ergash Kilichovich, Yoqubova Himoyatxon Ботирали qizi*	415
“Elektromagnit induksiya hodisasi” mavzusini o‘qitish muammolari haqida – *Kojakulova Dilyara Turganaliyevna*	419
Bor nazariyasiga yadro harakatini hisobga olish bo‘yicha tuzatma. Isotopik siljish – *Dusmuratov Mansur Baysoatovich, Kurbanova Fotima*	421
Dirakning relyativistik tenglamasi va uning qo‘llanilish sohasini o‘rganish – *Dusmuratov Mansur Baysoatovich, Kurbanova Fotima*	426
Elementar zarralar fizikasini o‘qitishning raqamli texnologiyalarga asoslangan metodologik konsepsiyasini ishlab chiqishning zaruriy shartlari – *Madaliyev Akmaljon Maxammadjonovich*	431
Sun’iy intellekt asosida moslashuvchan (adaptiv) test tizimini loyihalashtirish: fizika ta’limida qo‘llanilishi – *Xudaybergan Madraimov Atabek o‘g‘li*	434
Fizika ta’limida sun’iy intellekt va raqamli diagnostika asosida natijaga yo‘naltirilgan darslarni loyihalash – *Maxmanov Ergash Binoqulovich*	436
Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida yarim o‘tkazgichlarga doir mavzularni innovatsion texnologiyalar vositasida o‘qitishni takomillashtirish – *N.Maxmudov*	440
Fizika darslarida muammoli STEAM topshiriqlari orqali o‘quvchilarning mantiqiy fikrlashini rivojlantirish – *Sh.Usmanova, Ch.Alixujayeva*	443
Molekulyar fizika bo‘yicha virtual laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishda sun’iy intellektdan foydalanish metodikasi – *Begzatova Shaxnoza Paxriddinovna, Mirjamilova Feruza Otabek qizi*	446
Kognitiv va raqamli yondashuvlar asosida o‘quvchilarining ilmiy-fizik ko‘nikmalarini rivojlantirish – *Najimatdinova Nazlimxan Jamalatdin qizi*	449

Fizikaning atom hamda yadro va elementar zarralar fizikasi bo‘limlarining o‘qitilishi holati to‘g‘risida – *Nasriddinov Komiljon Raxmatovich*	452
Возможности использования виртуальных лабораторий при преподавании физики – *Нишанова Сарвиноз Бахтиёр кизи*	456
Kvant fizikasini o‘qitishda gibrid metodikadan foydalanish: “Fotoelektrik fotoeffekt” mavzusi misolida – *Niyozxo‘jayeva Dilsoraxon G‘ofur qizi*	459
Elektr sig‘imi. Kondensatorlar mavzusini o‘qitishda interfaol metodlardan foydalanish metodikasi – *Numonova Dilnoza Hamza qizi*	462
Biofizikani o‘qitishda geymifikatsiya va interaktiv baholashning innovatsion imkoniyatlari – *Nurmatova Feruza Baxtiyarovna*	465
Искусственный интеллект как инструмент эффективного обучения на уроках астрономии учащимися в 11 классе – *Орлова Т. А., Файзуллаева О. Б., Абдухалилова О. Ш.*	468
Real va virtual eksperimentlarni integratsiyalashning yagona metodik tizimi va uning samaradorligini eksperimental-statistik asoslash – *Palvanova Gulnoza Satimboyevna*	472
Fizika darslarini o‘qitishda interaktiv simulyatsiyalardan foydalanish – *Pardayeva Kibriyo Zafar qizi*	476
Tibbiyot oliy ta’limida “Nurlanishlarning moddalar bilan o‘zaro ta’siri” fanini VR/AR texnologiyalari asosida o‘qitish – *Polvonov-Baxtiyor Zaylobidinovich*	479
Yadro fizikasi bo‘limining o‘qitish samaradorligini raqamli texnologiyalar asosida oshirish metodikasi – *Qosimjonov Ro‘zali Voxidovich*	484
Smartfon datchiklari yordamida mexanik harakatlarni eksperimental tadqiq etish metodikasi – *Begzatova Shaxnoza Paxriddinovna, Abdusattorova Ruxshona Abdukarim qizi*	488
Astronomik hodisalarni kuzatishlarni tashkil etish – *Rajapova Aziza Ibragimovna*	490
Raqamli refraktometriya va innovatsion pedagogik texnologiyalar asosida optika tajribalarini o‘qitish metodikasi – *Raxmanov Valijon Turdaliyevich, O‘razaliyev Alijon Xasan o‘g‘li*	495
Generativ sun’iy intellekt va interfaol virtual laboratoriyalar asosida fizika ta’limini modernizatsiya qilish – *Raxmanov Valijon Turdaliyevich, O‘razaliyev Alijon Xasan o‘g‘li*	499
Fizika fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalar va innovatsiyalar – *Safarov Abdimurot Shakarovich*	503
Inklyuziv fizika ta’limida kognitiv kompetensiyalarni shakllantirish modelining tuzilmasi va mazmuni – *Sattorov Komronbek Samadjon o‘g‘li*	507

Fizika ta’limida sun’iy intellekt asosida virtual laboratoriya, baholash va individual ta’lim trayektoriyasini tashkil etish – *Shermatova Sadoqatxon Abdulhakim qizi*	511
Методические возможности учебной инфографики при изучении силы трения в курсе физики – *Талипов Фархад Магруфович, Чинибеков Рахматилла Равшан углы*	515
Sun’iy intellekt texnologiyalari asosida talabalarning astronomik tadqiqotchilik kompetensiyasini rivojlantirish – *Tillaboyev Azlarxon Magbarxonovich*	518
Astronomiya kursini o‘qitishda raqamli ta’lim resurslaridan foydalanish samaradorligi – *Tillaboyev Azlarxon Magbarxonovich*	519
Astronomiya ta’limining raqamli transformatsiyasi: zamonaviy tendensiyalar va pedagogik imkoniyatlar – *Tillaboyev Azlarxon Magbarxonovich*	524
Ta’lim klasteri sharoitida fizika ta’limida kasbiy kompetentlikni rivojlantirishning raqamli-didaktik modeli – *Kurbonov Mizaaxmad, To‘raxonov Fozil Bobonazarovich*	527
Fizika fanini o`qitishda zamonaviy pedagogik texnologiya va raqamli texnologiyalardan foydalanish – *To‘xtayev G‘aybulla Mangliyevich*	531
Fizikaning zamonaviy tadqiqot usullari fanini raqamli transformatsiya asosida o‘qitish metodikasi – *Turayev Ergash Yuldashevich*	535
Kimyo yo‘nalishi talabalariga fizika o‘qitishda loyihaviy ta’lim va fanlararo yondashuvdan foydalanish – *Tursunboyeva Nigoraxon*	539
Эффективность использования инструментов искусственного интеллекта в обучении физике – *Хайдаров. Б. А., Курбоналиев. К.М., Байшаева Айгерім, Аликул Улжан, Алишер Нурай, Бакытжан Аружан*	543
Фотоэффект в образовательной практике: сравнительный опыт в трех стран – *Хайдаров Б. А., Батырбай А.Ж.*	549
Fizika va astronomiyani o‘qitishda sun’iy intellekt va virtual laboratoriyalardan foydalanishning pedagogik imkoniyatlari – *Xaydarov. B. A., Joraev. B.B., Sa’dullayev. M. Q., Abdullayev. Z. R*	557
Nanotexnologiya fanini o‘qitishda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning metodik asoslari – *Xaydarov. B. A., Ibodullayeva. U. B., Sa’dullayev. M. Q., Xudayqulov. S. A.*	560
Fizika va astronomiyani o‘qitishda virtual laboratoriya va simulyatsiyalar asosida tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirish – *Xoliqov Qurbonboy To‘ychiyevich, Eshaliyev Hojiakbar Ne’mat o‘g‘li*	564
Fizika va astronomiya ta’limining raqamli transformatsiyasida virtual o‘quv muhitini tizimli loyihalash modeli – *Xoliqov Qurbonboy To‘ychiyevich*	569

Xonadonlardagi elektr zanjirlari va ularni ulash mavzusini o‘qitishda raqamli texnologiyalar va innovatsion yondashuvlar – *Xoliqulov Jahongir*	573
Fundamental fizik doimiyliklarning olamni fizik bilishdagi metodologik ahamiyati – *E.N. Xudayberdiyev, B.X. Xamidov*	577
Fizika ta’limida o‘quvchilarning tabiiy-ilmiy savodxonligini rivojlantirish – *Xujanov Erkin Berdiyevich*	581
Kvant fizikasi bo‘limi mavzularini mikromodellar yordamida o‘qitish metodikasi – *Madaliyev Akmaljon Maxammadjonovich, Yoqubova Ruhshonabonu Ilhomjon qizi*	585
Kinematikaga oid murakkab masalalarni raqamli videotahlil hamda real tajribalar asosida yechish metodikasi – *Abduxamitova Mushtariy Saydulla qizi*	590
Elektromagnit induksiya hodisasini o‘qitishda namoyish tajribalari va qo‘l generatori modelidan foydalanish metodikasi – *Doniyorov Yodgorjon Doniyor o‘g‘li*	593
OTM lardan kredit-modul tizimida molekulyar fizika kursida mustaqil ish topshiriqlari va ularni baholash – *Jo‘rayev Baxtiyor Bahodir o‘g‘li*	596
Elektr zanjirlariga doir laboratoriya mashg‘ulotlarini real va virtual tajribalar integratsiyasi asosida tashkil etish metodikasi – *O‘ktamov Shaxzod Ubaydulla o‘g‘li*	600
O‘zgarmas tok qonunlarini o‘rganish jarayonida o‘quvchilarning elektromagnitizmga oid amaliy kompetensiyalarini rivojlantirish metodikasi – *Xomidjonov Jaxongir Isroiljonovich, Abdukarimova Aqmaral Yerlan qizi*	603
Umumta’lim maktablarida «Optika» bo‘limini o‘qitishda innovatsion ta’lim texnologiyalaridan foydalanish metodikasi – *Xomidjonov Jaxongir Isroiljonovich, Tajibayeva Jadira Timurxan qizi*	606
Sinfdan tashqari mashg‘ulotlarda o‘quvchilarning energiya samaradorligiga oid tushunchalarini rivojlantirish metodikasi – *Xomidjonov Jaxongir Isroiljonovich, Sobirova Maxfuza Olimjon qizi*	609
Elektromagnetizm bo‘limini o‘qitishda individual ta’lim trayektoriyasining raqamli-didaktik ta’minoti va uning pedagogik imkoniyatlari – *Tursunov ikromjon Gulamjonovich, Umbarov Abduvohid Uktam o‘g‘li*	613
O‘quvchilarda yarimo‘tkazgichlar fizikasiga oid masalalarni yechish ko‘nikmalarini shakllantirish metodikasi – *Valiyeva Aziza Xusniddin qizi*	616
Issiqlik hodisalarini “Energiya tejamkor aqlli uy” amaliy loyihasi va fizik modellashtirish asosida o‘qitish metodikasi – *Bahodirov Shohijahon Ixtiyor o‘g‘li*	618

Talabalarning texnik va texnologik tayyorgarligini shaklandirishda sun’iy intellektning ahamiyati – *Biysenov Temirbek, Alimbaeva Uljan Janibek qizi*	621
Повышение профессиональной компетентности студентов с использованием интерактивных технологий в обучении физике – *Турсынбаев Абай Закирович, Розакулова Мафтуна Абдимажитовна*	624
Optika bo‘limini uzviylik va izchillik tamoyillari asosida o‘qitish – *Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi, Avulova Zamira Tursunmurodovna, Soatov Hasan Parda o‘g‘li, Muratazayev Zohid Murtazayevich, Toshev Salimjon Nurboboyevich*	629
Fizika va kimyo fanlarini bir-biriga bog‘lab o‘qitish – *Soatov Hasan Parda o‘g‘li, Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi, Avulova Zamira Tursunmurodovna, Muratazayev Zohid Murtazayevich, Toshev Salimjon Nurboboyevich*	633
Fizika ta’limida generativ sun’iy intellekt vositalaridan foydalanib o‘quvchilarning fizik modellashtirish ko‘nikmalarini rivojlantirish – *Eshboboyeva Muxlisa Zavqiy qizi*	637
Fizika va biologiya fanlarini o‘zaro integratsiyalab o‘qitishning metodik asoslar – *Toshev Salimjon Nurboboyevich, Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi, Avulova Zamira Tursunmurodovna, Muratazayev Zohid Murtazayevich, Soatov Hasan Parda o‘g‘li*	640
Gamifikatsiya ta’lim texnologiyasi orqali fizika darslarida o‘quvchilarning mantiqiy va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalarini shakllantirish – *Hamroyeva Madina Murotboy qizi*	644
Fizika ta’limida virtual laboratoriyalardan foydalanishning pedagogik imkoniyatlari – *Raxmonov Mufazzalshoh Alisher o‘g‘li, Ishqidinova Odina Umid qizi*	647
Hamkorlikda o‘qitish texnologiyalari asosida talabalarning tanqidiy fikrlashini rivojlantirish metodikasi – *Yuldosheva Dildora Unarboy qizi*	651
Qayta tiklanuvchi energiya va iqlim savodxonligini fizika darslariga integratsiya qilish metodikasi – *Nomozova Mohinur Lutfullo qizi*	655
Fizika laboratoriya mashg‘ulotlarida real va virtual tajribalarni integratsiyalash orqali o‘quvchilarning eksperimental kompetensiyalarini shakllantirish – *Nurboboyeva Ruxshona Norqo‘zi qizi*	658
Использование современных педагогических технологий при обучении физике – *Парманов Джамшид Тагаймуродович*	660
Mexanika bo‘limiga oid masalalarni yechishda kompetensiyaviy yondashuvdan foydalanish metodikasi. – *Jo‘rayeva Shamsqamar Botirxo‘ja qizi*	664

Elektromagnit hodisalarni o‘qitishda 3D modellashtirish va vizual muhandislik yondashuvlaridan foydalanish metodikasi – *Turaqulova Shaxlo Uchqun qizi*	668
Fizika fanini o‘qitishda sun’iy intellekt vositalaridan pedagogik maqsadlarda foydalanish – *Baxtiyorova Shaxzoda Rustamovna, Shodiyeva Moxira Sobirjon qizi*	671
Fizika ta’limida STEAM yondashuvi asosida fanlararo integratsiyani amalga oshirish metodikasi – *Avulova Zamira Tursunmurodovna, Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi, Soatov Hasan Parda o‘g‘li, Muratazayev Zohid Murtazayevich, Toshev Salimjon Nurboboyevich*	673
Raqamli ta’lim muhitida namoyishli fizik tajribalarni STEAM yondashuvi bilan integratsiyalashning didaktik imkoniyatlari – *Shodiyeva Mohira Sobirjon qizi*	677
Fizika ta’limida STEAM loyihalari orqali o‘quvchilarning ijodkorlik, muhandislik fikrlash va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirish – *Shodiyeva Mohira Sobirjon qizi*	680
Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan o‘quvchilarga fizikani o‘qitish metodikasini takomillashtirish – *Xomidjonov Jaxongir Isroiljonovich, Yulchiyeva Go‘zal Mexriddin qizi*	683
Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida 5E modeli asosida “Elektr va magnetizm” bo‘limini o‘qitish metodikasini takomillashtirish – *Xursanova Zuhra Orifjonovna*	690
Fizika o‘qitishda tabiiy fanlar integratsiyasi – *Qurbonov Qahramon Qilichovich*	693
Bo‘lajak fizika va astronomiya o‘qituvchilari uchun integratsiyalashgan elektron o‘quv modullarini loyihalash – *Berdiyev Shokir Xudoynazarovich*	696
Raqamli ta’lim muhitida kasbiy fanlar integratsiyasi asosida bo‘lajak fizika va astronomiya o‘qituvchilarining metodik kompetentligini rivojlantirish – *Berdiyev Shokir Xudoynazarovich*	699
Kimyo texnologiyasi yo‘nalishida fizikani kasbiy vazifalar va raqamli resurslar asosida o‘qitish – *Xudayberdiyeva Arofat Isroilovna*	702
Akademik litseyda fizika fanini integratsiyalashgan o‘qitish orqali o‘quvchilar ijodiy faoliyatini ta’minlash metodikasi – *Mamajonov Xoshimjon Abdumalikovich*	706
Umumta’lim maktablarida “Mexanika” bo‘limini o‘qitishda sun’iy intellekt asosidagi didaktik ishlanmalardan foydalanish metodikasi – *M.A. Raxmonov, M.Z. Nurmahmatova*	712
3-sho‘ba. ANIQ VA TABIIY FANLARNI O‘QITISHDA FANLARARO INTEGRATSIYA VA STEAM YONDASHUVLARI	
Raqamli ta’lim muhitida talabalarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishning siklik modeli – *Usarov Jabbor Eshbekovich*	717

Maktab o‘quvchilarida tabiiy-ilmiy savodxonlikni rivojlantirish modeli – *Suyarov Kusharbay Tashbayevich*	720
“Texnologik ta’lim” yo‘nalishi mutaxassislik fanlarini o‘qitishda fanlararo integratsiyani qo‘llash usullari – *K.E.Onarkulov, F.K.Yusupova*	724
Fizika va astronomiya ta’limida STEAM asosidagi fanlararo raqamli loyihalarni tashkil etish metodikasi – *Xoliqov Qurbonboy To‘ychiyevich, Raxmonova Ozoda Ravshan qizi, Mamatova Shakatoy Anvar qizi*	728
Maxsus ehtiyojli o‘quvchilar uchun moslashtirilgan fizika darslari, topshiriqlari va laboratoriya ishlari tizimi – *Ernazarov Abdurazzoq Nizamiddinovich*	732
Kontekstli yondashuv asosida fizika darslarini loyihalash va tashkil etish metodikasi – *Aliboyev Akmaljon G‘ulom o‘g‘li*	735
Ixtisoslashtirilgan maktablarda fizikani o‘qitishda STEAM yondashuvi asosida o‘quvchilarning tadqiqotchilik kompetentligini rivojlantirish metodikasi – *Xolmirzayev Begimqul Sulaymonovich*	739
Fizikani fanlararo integratsiya va STEAM yondashuvlari vositasida o‘qitish – *Tajiboyeva Xolidaxon Xakimovna*	743
Fizika fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishda “InnoLAB” texnologiyasining real laboratoriya faoliyatidagi ahamiyati – *Erkin VOXIDOV*	748
Barqaror rivojlanish kompetensiyalarining pedagogik mohiyati, tarkibiy tuzilishi va shakllanish xususiyatlari – *Tohirova Go‘zal Sadullayevna*	751
Fizika ta’limida metapredmet ko‘nikmalar: diagnostika va pedagogik shart-sharoitlar – *Raxmatov Jamshid Akbarovich*	755
OTMlarda “Elektr va magnetizm” bo‘limini o‘qitishda raqamli texnologiyalar va innovatsion ta’lim muhitlarini integratsiyalash metodikasi – *Bazarbaeva Zinatdin Bisen o‘g‘li*	758
Fizika ta’limida STEAM yondashuvi asosida loyihaviy faoliyat: pyezoelektrik energiya yig‘uvchi “aqlli poyabzal” namunasida fanlararo integratsiya – *Ruvojiddinov Shavkatjon Faxriddino o‘g‘li, Zaxidov Ibroximjon Obidjonovich*	762
Tabiiy fanlar ta’limida “ekologik ustaxona” va multimodal topshiriqlar asosida ekologik madaniyatni rivojlantirish – *Alimuxamedova Umida Erkinovna*	766
Individual ta’lim trayektoriyalari, UDL, STEAM va virtual laboratoriyalar asosida inklyuziv fizika darslarini loyihalash modeli – *Ernazarov Abdurazzoq Nizamiddinovich*	770
Sun’iy intellekt muhitida fizika ta’limini individuallashtirishning mavjud holati va metodik imkoniyatlari – *Tohirova Go‘zal Sadullayevna*	773

STEAM topshiriqlarini loyihalash orqali talabalarning 4K kompetensiyalarini rivojlantirish metodikasi – *Saydayev Obid Bahodir o‘g‘li*	776
Adaptiv matematik ta’limda matematika va tabiatshunoslikni integratsiyalash – *Tohirova Zahrooy O‘ktam qizi*	781
Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida qattiq jismlar fizikasini o‘qitishda STEAM yondashuvining o‘rni – *Kalandarov Ergash Kilichovich, Raxmatullayeva Manzura Nurilla qizi*	783
Raqamli ta’lim va zamonaviy boshqaruv – *Dildora Bozarova*	788
Bo‘lajak maxsus pedagoglarni inklyuziv STEAM loyihalarini adaptiv loyihalashga tayyorlash – *Tohirova Zahrooy O‘ktam qizi*	791
Biofizika fanini stomatologiya yo‘nalishida o‘qitishda fanlararo integratsiya va STEAM yondashuvlari – *Nurmatova Feruza Baxtiyarovna*	793
O‘quvchilarda muammoni hal qilish kompetensiyasini rivojlantirishning pedagogik asoslari – *Daminova Sayyora Xursandovna*	801
Tok qonunlarini interfaol o‘qitish – *Umarov Abdusattor Ortiqovich, Zaxidov Ibroximjon Obidjonovich*	803
O‘quvchilarda tadqiqotchilik kompetensiyasini loyihaviy ta’lim asosida shakllantirish (fizika fani misolida) – *Tolibayeva Nasiba Turap qizi*	805
Статистический анализ и прогнозирование динамики среднего объема улов рыбы в Андижанской области республике Узбекистан – *С.А.Адилов, А.А.Файзиев*	809
Ta’limda integrativ yondashuvning ahamiyati – *Orınbetov Nurilla Turdimuratovich, Qurbanova Muhaye Saburovna*	816
Optik-tolali aloqa asoslarini o‘qitishda STEAM integratsiyasi va raqamli simulyatsiya: nazariy asoslash va 5E metodik modeli – *Xudaybergan Madraimov Atabek o‘g‘li*	820
Boshlang‘ich sinflarda texnologiya fanini o‘qitishda integratsion yondashuv: pedagogik imkoniyatlar va metodik yechimlar – *Rustamova Manzura Mirkamalovna, Andaqulova Farzona Xayrulla qizi*	822
Umumta’lim maktablari uchun virtual fizik laboratoriya platformasining didaktik modeli – *Davletniyazov Salamat Paluaniyazovich, Abduraxmanova Fotima Mubarakovna*	825
Elektrostatik maydondagi ekvipotensial chiziqlarni Apollonius doiralari orqali o‘rganish: fanlararo integratsiya yondashuvi – *Otaxonova Sevinchoy Ruslanbek qizi, Saidqulov Doston Rustam o‘g‘li*	828
Bo‘lajak muhandislarning kasbiy kompetentligini rivojlantirishda fizika va muhandislik fanlari masalalari uyg‘unligini ta’minlashning ahamiyati – *S.S.Xudayberdiyev, A.M.Nortojiyev, N.B.Nosirov*	832

Termodinamika qonunlarini issiqlik energetikasi masalalari bilan integratsiyalashgan holda o‘qitish metodikasi – *Abriyev Nematillo To‘ychi o‘g‘li*	834
Ta’lim jarayonida STEAM yondashuvini joriy etishning amaliy tadbiqlari va istiqbollari – *Dadaboyeva Feruzaxon Olimjonovna, Fayzulloyeva Shaxnoza Komalitdinovna*	839
Akademik litseylarda fizika fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini o‘qitishda “InnoLAB” texnologiyasining pedagogik va akademik samaradorligi – *Erkin VOXIDOV*	845
Tabiiy fanlar integratsiyasi – *Tugalov Farxod Qarshiboyevich*	849
Akademik litseyda fizika fanini o‘qitishning ta’limiy metodlari – *Quybakov Xurshid Raxmatullayevich*	852
Fizika ta’limida STEM loyihalari asosida o‘quvchilarning barqaror rivojlanish kompetensiyalarini rivojlantirish metodikasi – *Sunnatova Lola Muxiddin qizi*	855
O‘zbekiston tabiatini muhofaza qilishda Ugom–Chotqol davlat milliy tabiat bog‘ining ahamiyatini maktab geografiyasida STEAM va raqamli texnologiyalar asosida o‘qitish – *Ibroimov Sherzod Ibroim o‘g‘li, G‘oziyeva Fayoza Baxtiyor qizi*	859
Fizikadan sinfdan tashqari mashg‘ulot shakllari va ularning differensial yondashuv nuqtai nazaridan afzalliklari – *Davlatbayeva Madina Raxim qizi*	863
Fanlararo integratsiya va STEAM yondashuvi – *Qayumova Kumush Abdurazzoq qizi, Xudoyberdiyeva Yulduz Xayrullo qizi, Ajabov Abdurazzoq Qayumovich, Bobilov Nodirbek Xolto‘rayevich*	866
Sinfdan tashqari mashg‘ulotlarda differensial yondashuvni qo‘llash metodikasi – *Davlatbayeva Madina Raxim qizi*	868
Fizikadan masalalar yechishda PISA va TIMSS tajribasidan foydalanish – *Eshkuziyeva Xusnora*	870
Fizika ta’limida muhandislik loyihalari asosida o‘quvchilarning amaliy kompetensiyalarini rivojlantirish – *Muxammadiyeva Dilnavoz Dilshod qizi*	874
STEM loyihalari orqali o‘quvchilarning muhandislik fikrlashini rivojlantirish (energiya mavzusi misolida) – *Mukarramxon Boltaboyeva*	879
O‘quv topshiriqlarini moslashtirishda sun’iy intellektdan foydalanishning pedagogik imkoniyatlari va cheklovlari – *Zuhriddinov Farrux Faxriddin o‘g‘li*	882
Tabiiy-ilmiy savodxonlikning mazmuni, tuzilmasi va fizika ta’limidagi o‘rni – *Xalikov Zarifjon Muxtarali o‘g‘li*	885

O‘zbekiston relyefini shakllantiruvchi tabiiy jarayonlarni maktab geografiyasida raqamli texnologiyalar va STEAM yondashuvi asosida o‘qitish – *Ibroimov Sherzod Ibroim o‘g‘li, Misirova Madina Norboy qizi*	888
Tabiiy-ilmiy savodxonlik konsepsiyasining evolyutsiyasi va fizika ta’limidagi strukturaviy ahamiyati – *Xalikov Zarifjon Muxtarali o‘g‘li*	892
Fizikada “elektromobillarni rivojlanishi va atrof muhit himoyasi” mavzusini o‘qitilishi – *To‘xtayev G‘aybulla Mangliyevich*	895
Fizika ta’limida muammoli o‘qitish texnologiyasining didaktik ahmiyati va uning tasnifiy xususiyatlari – *Ibadullaev Aydos Abdullaevich, Bazarbaev Zinatdin Bisen o‘g‘li*	899
“Issiqlik dvigatellari” mavzusini o‘qitishda muammoli ta’lim texnologiyalari vositasida o‘quvchilarga ekologik tarbiya berish usullari – *Karlibaeva Guljaxan Ermekbaevna, Paluaniyazova Juldiz Maratovna*	901
Fizika fanini talabalarga o‘qitishda fanlararo integratsiya va STEAM yondashuvlari (Toshkent davlat transport universiteti misolida) – *Mannapova Kamola Alimdjanovna, Maxmudov Anvar Abdulla o‘g‘li*	904
Fizika o‘qitishda innovatsion texnologiyalarning o‘rni va bo‘lajak o‘qituvchilarning metodik tayyorgarligini shakllantirish – *Matjanov Nurjan Sultamuratovich, Bazarbaev Zinatdin Bisen o‘g‘li*	907
Статистический анализ и прогнозирование динамика выброшенного атмосферу загрязняющих веществ в Бухарской области республике Узбекистан – *Н.Б.Алиева, А.А.Файзиев*	910
STEAM elements in the Grade 7 physics lesson: two construction tasks for Uzbek state schools – *Muminova Dilorom Rovshan qizi*	918
Tibbiyot elektronikasini o‘qitishda fanlararo integratsiyaning STEAM yondashuv bilan metodik uyg‘unligi – *Axmadjonov Mexriddin Faxridinovich*	922
Ekologik mazmundagi fizika laboratoriyasini STEAM asosida loyihalash – *Ergashev Jamshid Qo‘ldoshevich*	926
Космос как межпредметный STEAM-контекст на уроке русского языка (Урок-путешествие «От Мирзо Улугбека до 3D-технологий») – *Ергашева Эльвира Владимировна*	930
Fizika ta’limida «AI–Fizika pedagogik g‘ildiragi» modelining didaktik imkoniyatlari – *Sangirova Zamira Bozorboyevna*	934
Kimyo texnologiyasi ta’limida fizikani fanlararo integratsiya asosida o‘qitish – *Xudayberdieva Arofat Isroilovna*	937

“FIZIKA VA ASTRONOMIYA TADQIQOTLARIDA RAQAMLI TRANSFORMATSIYA: SUN’IY INTELLEKT, MODELLASHTIRISH VA TA’LIMNING YANGI PARADIGMALARI”

Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari to‘plami

2026-yil 8-9-oktabr

Nashr. lits № 2244. 25.08.2020 y.
Bichimi 60x84 1/16. Ofset qog‘ozi. “Times New Roman” garniturasi. Hisob-nashr tabog‘i. 8,4.
Adadi 100 dona. Buyurtma № 54.
«ZEBO PRINTS» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent sh., Yashnobod tumani, 22-harbiy shaharcha.
+998 (94) 673-66-56, +998 (97) 017-01-01