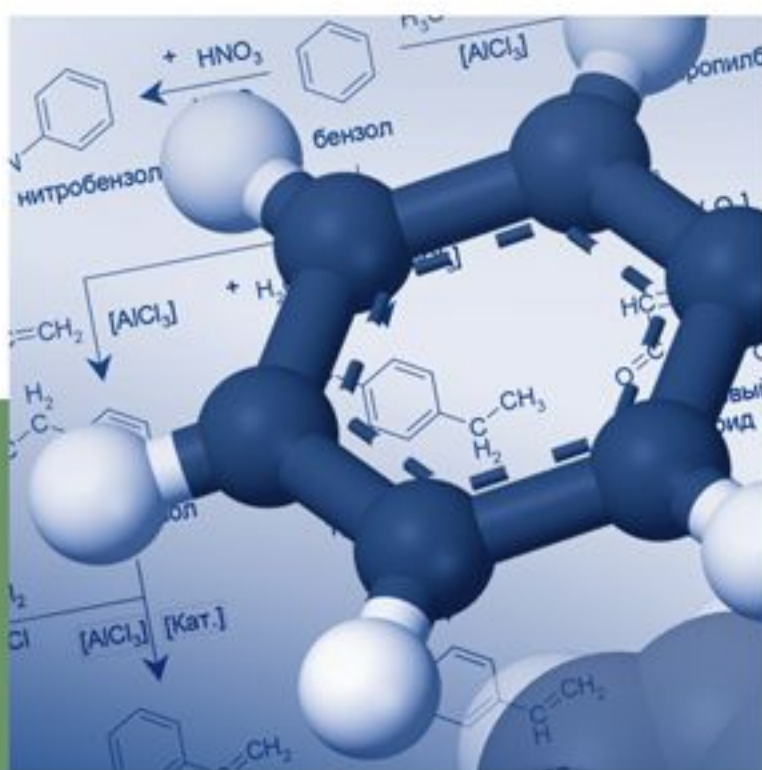


ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРОВ

В. М. Сутягин
А. А. Ляпков



E.LANBOOK.COM

В. М. СУТЯГИН,
А. А. ЛЯПКОВ



ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРОВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Издание седьмое, переработанное и дополненное



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР
2024

УДК 54
ББК 24я73

С 90 Сутягин В. М. Общая химическая технология полимеров : учебное пособие для вузов / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. — 7-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 256 с. : ил. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-507-49174-2

В учебном пособии приводятся сведения о роли полимерных материалов в современном мире, об их свойствах и областях применения, научных основах синтеза полимеров. Большое место отводится типовым промышленным методам полимеризации и поликонденсации, а также способам переработки полимеров современными методами. Затронуты вопросы синтеза мономеров, охраны окружающей среды на предприятиях полимерной химии.

Учебное пособие предназначено для бакалавров направления «Химическая технология». Кроме того, оно может быть полезно магистрам и аспирантам, а также инженерно-техническим работникам[®] отраслей промышленности, связанных с производством и переработкой полимерных материалов.

УДК 54
ББК 24я73



Рецензенты:

А. С. ВАВИЛКИН — кандидат химических наук, директор ООО «Политэн»;
В. И. МАШУКОВ — кандидат технических наук, директор по направлению «Химия и переработка полимеров»
Научно-исследовательской организации «Сибур-Томскнефтехим» (г. Томск).

Обложка

П. И. ПОЛЯКОВА

© Издательство «Лань», 2024

© В. М. Сутягин,
А. А. Ляпков, 2024

© Издательство «Лань», художественное
оформление, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	7
ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ В МИР ПОЛИМЕРОВ.....	9
1.1. Место полимеров в современном мире.....	9
1.2. Краткий обзор развития промышленности полимерных материалов	13
1.3. Современные направления исследований в науке о полимерах	15
1.4. Классификация полимерных материалов.....	19
1.5. Состав полимерных материалов	22
1.6. Заключение	25
ГЛАВА 2. СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ИХ РАЗРАБОТКИ.....	27
2.1. Структура производства полимерных материалов	27
2.2. Пути развития полимерных производств	32
2.3. Задачи в области разработки технологии полимерных материалов	34
2.4. Заключение	39
ГЛАВА 3. ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ И СОЗДАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ПОЛИМЕРОВ.....	40
3.1. Методология разработки технологического процесса синтеза полимерного материала	40
3.2. Виды исследований в разработке технологического процесса производства полимерного материала.....	42
3.3. Технологические исследования.....	45
3.4. Фундаментальные исследования	49
3.5. Создание и освоение опытно-промышленного производства полимерных материалов	56
3.6. Заключение	62
ГЛАВА 4. МОНОМЕРЫ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	63
4.1. Мономеры — исходные продукты для синтеза полимерных материалов.....	63
4.2. Схемы переработки нефти, природных и попутных газов	65
4.3. Заключение	72

ГЛАВА 5. ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ СИНТЕЗА	
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	73
5.1. Термины и определения	73
5.2. Основные технологические узлы химических производств.....	74
5.3. Классификация технологических схем производства полимеров	88
5.4. Основные критерии создания непрерывных производств полимеров.....	93
5.5. Классификация оборудования для синтеза полимеров	98
5.6. Заключение	112
ГЛАВА 6. ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ	
ПОЛИМЕРИЗАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ	113
6.1. Термины и определения	113
6.2. Критерии оценки производственной системы	114
6.3. Иерархическая структура физико-химических явлений в радикальной полимеризации	115
6.4. Иерархическая структура химического производства	118
6.5. Три подхода к описанию полимеризационной системы	120
6.6. Математическое описание полимеризационной системы.....	122
6.7. Моделирование полимеризационных процессов и их оптимизация	124
6.8. Математическое моделирование трубчатого реактора синтеза полиэтилена	129
6.9. Заключение	139
ГЛАВА 7. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЫШЛЕННЫХ	
СПОСОБОВ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ И ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ	140
7.1. Общие положения	140
7.2. Подготовительная стадия процесса получения полимерных материалов	140
7.3. Типовые промышленные способы полимеризации	144
7.4. Технические способы проведения поликонденсации	151
7.5. Примеры аппаратурного оформления производств полимеров	157
7.6. Заключительные операции в синтезе полимеров	173
7.7. Заключение	186

ГЛАВА 8. ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	187
8.1. Классификация методов переработки полимерных материалов.....	187
8.2. Подготовительные методы	189
8.3. Основные методы переработки полимерных материалов.....	189
8.4. Завершающие методы.....	197
8.5. Заключение	198
ГЛАВА 9. СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	200
9.1. Понятие «свойство полимера»	200
9.2. Технологические свойства полимеров.....	204
9.3. Прочность и деформация полимерных материалов	208
9.4. Теплофизические свойства полимерных материалов	212
9.5. Электрические свойства полимерных материалов.....	217
9.6. Оптические свойства полимерных материалов	218
9.7. Химические свойства полимерных материалов	219
9.8. Заключение	220
ГЛАВА 10. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ	221
10.1. Применение полимерных материалов в машиностроении.....	221
10.2. Применение полимерных материалов в строительстве	223
10.3. Применение полимерных материалов в сельском хозяйстве.....	224
10.4. Применение полимерных материалов в быту	224
10.5. Применение полимерных материалов в медицине.....	225
10.6. Заключение	227
ГЛАВА 11. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ БЕЗОТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	228
11.1. Определение безотходной технологии	228
11.2. Критерии экологичности технологических процессов.....	229
11.3. Основные принципы создания безотходных производств.....	230
11.4. Условия создания безотходных производств.....	233

11.5. Некоторые направления технической рационализации технологических процессов химических производств	236
11.6. Заключение	238
ГЛАВА 12. УТИЛИЗАЦИЯ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ	
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	239
12.1. Классификация полимерных отходов	239
12.2. Использование отходов полимерных материалов путем повторной переработки	241
12.3. Композиции, содержащие отходы полимерных материалов.....	241
12.4. Термические методы утилизации и обезвреживания отходов полимерных материалов	243
12.5. Методы очистки газовых выбросов полимерных производств.....	244
12.6. Создание полимерных материалов с регулируемым сроком эксплуатации	247
12.7. Заключение	249
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	250



ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время в мире производится порядка 210 млн тонн полимеров, ассортимент которых весьма широк. При этом, наряду с ростом производства полимеров, происходит все возрастающая типизация их производств, т. е. в различных производствах применяются аналогичные технологические приемы и способы, соответствующее оборудование для осуществления технологических процессов. В этой связи для обучения студентов нет необходимости в изучении всех технологий производства полимерных материалов. Важно, чтобы студент хорошо знал основные закономерности химической технологии синтеза полимерных материалов, типовые процессы и соответствующие им реакторы.

Взаимосвязь процессов синтеза и переработки полимерных материалов и комплектование аппаратов в технологические схемы тех или иных конкретных производств можно изучить на сравнительно небольшом количестве производств, но имеющих наибольшее промышленное значение. Для управления таких производств необходимо готовить специалистов, имеющих хорошие знания в области химической технологии полимерных материалов, знающих типовые полимеризационные процессы. В этой связи сильно возрастает роль дисциплины «Общая химическая технология полимеров» (ОХТП) в подготовке бакалавров техники и технологии по специальности «Химическая технология высокомолекулярных соединений». По своему методическому назначению эта дисциплина закладывает основы знаний, достаточных для общего знакомства студента с технологиями производств полимерных материалов, и ориентировку в этой области.

Отсутствие межвузовского и университетского учебного пособия по ОХТП существенно затрудняет процесс обучения студентов. Это обстоятельство привело авторов к осознанию необходимости написания данного учебного пособия.

При отборе материала для учебного пособия авторы руководствовались требованиями государственного образовательного стандарта и рабочей программы, утвержденной в установленном порядке.

Книга состоит из 12 глав. Наряду с изложением типовых полимеризационных и поликонденсационных процессов синтеза и переработки полимерных материалов, в книге освещены также способы получения мономеров, пути разработки и создания технологических процессов, вопросы их оптимизации, принципы разработки малоотходных технологий. В отдельных главах сообщаются свойства полимерных материалов, их применение в различных областях техники.

Хотелось бы, чтобы данное пособие помогло студентам усвоить систему знаний, умений по химической технологии полимерных материалов и способствовало бы подготовке бакалавров техники и технологии по специальности «Химическая технология высокомолекулярных соединений».



Авторы



из которых используются в сельском хозяйстве для мульчирования почвы. Очень хорошо усваиваются микроорганизмами неразветвленные парафиновые углеводороды. К биоразлагаемым добавкам относятся карбоксилцеллюлоза, лактоза, казеин, дрожжи, мочевины и другие.

12.7. Заключение

Широкое внедрение полимерных материалов в различные области человеческой деятельности поставило перед специалистами-полимерщиками ряд важных задач, включая и проблему охраны окружающей среды.

Задачи по защите окружающей среды от отходов полимерных производств входят в круг профессиональных и служебных обязанностей специалистов разного профиля. Чтобы грамотно решать эти задачи, необходимо знать методы утилизации и обезвреживания полимерных материалов.

Особенно большое значение в плане снижения количества отходов, их рационального использования, создания безотходных технологий имеют процессы переработки вторичных полимерных материалов в связи с дефицитом первичных полимеров. Вторичные полимерные материалы занимают в процессах переработки их такое же место, как сейчас занимает вторичное сырье в металлургии.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Reichert, K.-H.* Polymer Reaction Engineering // In Book: Comprehensive Polymer Science and Supplements / K.-H. Reichert, H.-U. Moritz ; ed. : G. Allen, J. C. Bevington. — Elsevier, 1989. — P. 327–363.
2. *Pladis, P.* Polymerization Reactors // In Book: Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering / P. Pladis, C. Kiparissides ; ed. : J. Reedijk. — Elsevier, 2014. — P. 1–12.
3. *Ilare, J.* From batch to continuous free-radical polymerization: Recent advances and hurdles along the industrial transfer // In Book: Advances in Chemical Engineering / J. Ilare, M. Sponchioni ; ed. : D. Moscatelli, M. Sponchioni. — Elsevier, 2020. — P. 229–257.
4. *Polotti, G.* Perspectives from industry // In Book: Advances in Chemical Engineering / Ed. : D. Moscatelli, M. Sponchioni. — Elsevier, 2020. — P. 259–330.
5. *Tsavalas, J. G.* Perspectives, pillars, and examples of polymer reaction engineering in the 21st century // In Book: Advances in Chemical Engineering / J. G. Tsavalas, A. K. Tripathi ; ed. : D. Moscatelli, M. Sponchioni. — Elsevier, 2020. — P. 1–29.
6. *Леонидов, Р.* Незаменимые заменители. — М. : Госполитиздат, 1958. — 64 с.
7. *Березин, Б. И.* Синтетические полимеры в полиграфии. — М. : Искусство, 1961. — 176 с.
8. *Левин, А. Н.* Пластмассы в машиностроении. — М. : Знание, 1959. — 44 с.
9. *Денисов, А.* Пароль «Синтетика». — М. : Советская Россия, 1968. — 191 с.
10. *Левеншпиль, О.* Инженерное оформление химических процессов. — М. : Химия, 1969. — 622 с.
11. *Гринберг, Я. И.* Проектирование химических производств. — М. : Химия, 1970. — 268 с.
12. *Трилор, Л.* Введение в науку о полимерах. — М. : Мир, 1973. — 245 с.
13. *Дак, Э.* Пластмассы и резины : пер. с англ. М. Д. Френкеля. — М. : Мир, 1976. — 148 с.

14. Кузнецов, Е. В. Альбом технологических схем производства полимеров и пластических масс на их основе / Е. В. Кузнецов, И. П. Прохорова, Д. Л. Файзуллина. — М. : Химия, 1976. — 108 с.
15. Николаев, А. Ф. Технология пластических масс. — Л. : Химия, 1977. — 368 с.
16. Берлин, Ал. Ал. Кинетика полимеризационных процессов / Ал. Ал. Берлин, С. А. Вольфсон, Н. С. Ениколопан. — М. : Химия, 1978. — 320 с.
17. Генкин, А. Э. Оборудование химических заводов : учебник для техникумов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. школа, 1978. — 272 с.
18. Харлампович, Г. Д. Безотходные технологические процессы в химической промышленности / Г. Д. Харлампович, Р. И. Кудряшова. — М. : Химия, 1978. — 280 с.
19. Вольфсон, С. А. Расчеты высокоэффективных полимеризационных процессов / С. А. Вольфсон, Н. С. Ениколопан. — М. : Химия, 1980. — 312 с.
20. Громов, Б. В. Безотходное промышленное производство. Итоги науки и техники / Б. В. Громов, В. А. Зайцев, Б. Н. Ласкорин. — М. : ВИНТИ, 1981. — Т. 9. — 218 с.
21. Шур, А. М. Высокомолекулярные соединения : учеб. для университетов. — М. : Высшая школа, 1981. — 656 с.
22. Вольфсон, С. А. От колбы до реактора. — М. : Химия, 1982. — 224 с.
23. Ермаков, В. И. Инженерные методы расчета процессов получения и переработки эластомеров / В. И. Ермаков, В. С. Шеин, В. О. Рейхсфельд. — Л. : Химия, 1982. — 333 с.
24. Копылов, В. В. В мире полимеров. — М. : Знание, 1983. — 176 с.
25. Липатов, Ю. С. Будущее полимерных композиций. — Киев : Наукова думка, 1984. — 134 с.
26. Мухленов, И. П. Общая химическая технология : учебник для химико-техн. спец. вузов / И. П. Мухленов, А. Я. Авербух, Е. С. Тумаркина [и др.] ; под ред. И. П. Мухленова : в 2-х т. — 4-е изд., перераб. и доп. —

М. : Высшая школа, 1984. — Т. 1. Теоретические основы химической технологии. — 256 с.

27. Вторичное использование полимерных материалов / под ред. Е. Г. Любешкина. — М. : Химия, 1985. — 192 с.

28. Технология пластических масс / под ред. В. В. Коршака. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Химия, 1985. — 560 с.

29. *Звягинцев, Г. П.* Промышленная экология и технология утилизации отходов. — Харьков : Высшая школа, 1986. — 144 с.

30. *Кавецкий, Г. Д.* Оборудование для производства пластмасс. — М. : Химия, 1986. — 224 с.

31. *Вольфсон, С. А.* Основы создания технологического процесса получения полимеров. — М. : Химия, 1987. — 264 с.

32. *Кутянин, Г. И.* Пластические массы и бытовые химические товары. — М. : Экономика, 1988. — 207 с.

33. *Семчиков, Ю. Д.* Введение в химию полимеров : учебное пособие для педагог. вузов / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, В. Н. Кашаева. — М. : Высшая школа, 1988. — 151 с.

34. *Поникаров, И. И.* Машины и аппараты химических производств : учебник для вузов / И. И. Поникаров, О. А. Перельгин, В. Н. Доронин [и др.]. — М. : Машиностроение, 1989. — 368 с.

35. *Тугов, И. И.* Химия и физика полимеров : учебное пособие для вузов / И. И. Тугов, Г. И. Костыркина. — М. : Химия, 1989. — 432 с.

36. *Кутепов, А. М.* Общая химическая технология : учебник для техн. вузов / А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Высшая школа, 1990. — 520 с.

37. *Элиас, Г. Г.* Мегамолекулы : пер с англ. / Под ред. С. Я. Френкеля. — Л. : Химия, 1990. — 272 с.

38. *Кафаров, В. В.* Системный анализ процессов химической технологии. Процессы полимеризации / В. В. Кафаров, И. И. Дорохов, Л. В. Дранишников. — М. : Наука, 1991. — 350 с.

39. *Киреев, В. В.* Высокомолекулярные соединения : учебник для вузов. — М. : Высшая школа, 1992. — 512 с.

40. *Бочкарев, В. В.* Оптимизация процессов химической технологии органических веществ : учебное пособие / В. В. Бочкарев, А. А. Ляпков. — Томск : Изд-во ТПУ, 1995. — 94 с.

41. *Соколов, Р. С.* Химическая технология : учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений : в 2 т. — М. : Гуманит, изд. центр ВЛАДОС, 2000. — Т. 1: Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ. — 368 с. ; Т. 2: Металлургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов. — 448 с.

42. *Крыжановский, В. К.* Прикладная физика полимерных материалов / В. К. Крыжановский, В. В. Бурлов. — СПб. : Изд-во СПбГТИ(ТУ), 2001. — 261 с.

43. *Сутягин, В. М.* Принципы разработки малоотходных и безотходных технологий : учебное пособие / В. М. Сутягин, В. Г. Бондалетов. — Томск : Изд-во ТПУ, 2002. — 131 с.

44. *Крыжановский, В. К.* Технические свойства полимерных материалов : уч.-справ. пос. / В. К. Крыжановский, В. В. Бурлов, А. Д. Паниматченко [и др.]. — СПб. : Профессия, 2003. — 240 с.

45. *Сутягин, В. М.* Химия и физика полимеров : учебное пособие для вузов / В. М. Сутягин, Л. И. Бондалетова. — Томск : Изд-во ТПУ, 2003. — 208 с.

46. *Крыжановский, В. К.* Производство изделий из полимерных материалов : учебное пособие / В. К. Крыжановский, М. Л. Кербер, В. В. Бурлов [и др.]. — СПб. : Профессия, 2004. — 464 с.

47. *Леонтьева, А. И.* Общая химическая технология : учебное пособие / А. И. Леонтьева, К. В. Брянкин : в 2 ч. — Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. — Ч. 1. — 108 с.

48. *Бесков, В. С.* Общая химическая технология : учебник для вузов. — М. : Академкнига, 2005. — 452 с.

49. *Ровкина, Н. М.* Основы химии и технологии клеящих полимерных материалов : учебное пособие / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. — Томск : Изд-во ТПУ, 2005. — 104 с.

50. *Семчиков, Ю. Д.* Высокомолекулярные соединения: учебник для вузов. — М. : Академия, 2005. — 368 с.

51. *Шварц, О.* Переработка пластмасс / О. Шварц, Ф.-В. Эбелинг, Б. Фурт / под общ. ред. А. Д. Паниматченко. — СПб. : Профессия, 2005. — 320 с.

52. *Брянкин, К. В.* Общая химическая технология : учебное пособие / К. В. Брянкин, Н. П. Утробин, В. С. Орехов [и др.] : в 2 ч. — Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. — Ч. 2. — 172 с.

53. *Ровкина, Н. М.* Полимеры на основе целлюлозы и ее производных : учебное пособие / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. — Томск : Изд-во ТПУ, 2006. — 128 с.

54. *Савельянов, В. П.* Общая химическая технология полимеров : учебное пособие / В. П. Савельянов. — М. : Академкнига, 2007. — 333 с.

55. *Закгейм, А. Ю.* Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов. — М. : Университетская книга : Логос, 2009. — 304 с.

56. *Усачева, Т. С.* Общая химическая технология полимеров : учебное пособие / Т. С. Усачева, В. А. Козлов. — Иваново : Изд-во Иван. гос. хим.-технол. ун-та, 2012. — 238 с.

57. *Бочкарев, В. В.* Оптимизация химико-технологических процессов. — М. : Юрайт, 2016. — 263 с.

58. *Софьина, С. Ю.* Технология полимеров : учебно-методическое пособие / С. Ю. Софьина, Н. Е. Темникова, С. Н. Русанова. — Казань : КНИТУ, 2018. — 140 с.

59. *Ровкина, Н. М.* Химия и технология полимеров. Исходные реагенты для получения полимеров и испытание полимерных материалов. Лабораторный практикум : учебное пособие / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. — СПб. : Лань, 2020. — 432 с.

60. *Ровкина, Н. М.* Химия и технология полимеров. Получение полимеров методами поликонденсации и полимераналогичных превращений. Лабораторный практикум : учебное пособие / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. — СПб. : Лань, 2022. — 432 с.

61. *Ровкина, Н. М.* Химия и технология полимеров. Получение полимеров методами полимеризации. Лабораторный практикум : учебное пособие / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. — СПб. : Лань, 2022. — 252 с.

62. *Ровкина, Н. М.* Химия и технология полимеров. Технологические расчеты в синтезе полимеров. Сборник примеров и задач : учебное пособие / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. — СПб. : Лань, 2022. — 168 с.

63. *Сутягин, В. М.* Физико-химические методы исследования полимеров : учебное пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. — 3-е изд., испр. — СПб. : Лань, 2022. — 140 с.

64. *Ляпков, А. А.* Современные химические технологии: производство полиолефинов : учебное пособие / А. А. Ляпков, М. С. Юсубов. — М. : КноРус, 2023. — 194 с.

65. *Осовская, И. И.* Технология полимеров. Методы получения высокомолекулярных соединений : учебное пособие / И. И. Осовская, А. Е. Баранова. — СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД, 2023. — 74 с.

66. *Сутягин, В. М.* Основы проектирования и оборудование производств полимеров : учебное пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков, В. Г. Бондалетов. — 5-е изд., стер. — СПб. : Лань, 2023. — 464 с.

67. *Ляпков, А. А.* Полимерные аддитивные технологии : учебное пособие для СПО / А. А. Ляпков, А. А. Троян. — 2-е изд., стер. — СПб. : Лань, 2024. — 120 с.

68. *Ляпков, А. А.* Современные аддитивные технологии : учебное пособие / А. А. Ляпков. — М. : КноРус, 2024. — 232 с.




*Владимир Михайлович СУТЯГИН,
Алексей Алексеевич ЛЯПКОВ*

ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРОВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Издание седьмое, переработанное и дополненное

Зав. редакцией литературы по химии,
пищевой биотехнологии и технологии продуктов питания *Т. В. Карпенко*
Ответственный редактор *Е. Р. Губарева*
Корректор *Н. Ю. Наумкина*
Выпускающий *В. А. Иутин*

ЛР № 065466 от 21.10.97
Гигиенический сертификат 78.01.10.953.П.1028 от 14.04.2016 г.,
выдан ЦГСЭН в СПб

Издательство «ЛАНЬ»
lan@lanbook.ru; www.lanbook.com
196105, Санкт-Петербург, пр. Ю. Гагарина, д. 1, лит. А.
Тел./факс: (812) 336-25-09, 412-92-72.
Бесплатный звонок по России: 8-800-700-40-71

ГДЕ КУПИТЬ

ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ:

*Для того, чтобы заказать необходимые Вам книги,
достаточно обратиться в любую из торговых компаний Издательского Дома «ЛАНЬ»:*

по России и зарубежью
«ЛАНЬ-ТРЕЙД». 196105, Санкт-Петербург, пр. Ю. Гагарина, д. 1, лит. А.
тел.: (812) 412-85-78, 412-14-45, 412-85-82; тел./факс: (812) 412-54-93
e-mail: trade@lanbook.ru; ICQ: 446-869-967

www.lanbook.com
пункт меню «Где купить»
раздел «Прайс-листы, каталоги»
в Москве и в Московской области
«ЛАНЬ-ПРЕСС». 109387, Москва, ул. Летняя, д. 6
тел.: (499) 722-72-30, (495) 647-40-77; e-mail: lanpress@lanbook.ru

в Краснодаре и в Краснодарском крае
«ЛАНЬ-ЮГ». 350901, Краснодар, ул. Жлобы, д. 1/1
тел.: (861) 274-10-35; e-mail: lankrd98@mail.ru

ДЛЯ РОЗНИЧНЫХ ПОКУПАТЕЛЕЙ:

интернет-магазин
Издательство «Лань»: <http://www.lanbook.com>
магазин электронных книг
Global F5: <http://globalf5.com/>

Подписано в печать 17.04.24.
Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 60×90 1/16.
Печать офсетная/цифровая. Усл. п. л. 16,00. Тираж 30 экз.

Заказ № 455-24.

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета в АО «Т8 Издательские Технологии».
109316, г. Москва, Волгоградский пр., д. 42, к. 5.