

# ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

---

Учебное пособие

2-е издание, электронное



Москва  
Лаборатория знаний  
2022

УДК 574  
ББК 28.080.1я73  
Х46

*Серия основана в 2009 г.*

Авторский коллектив:

В. Ю. Орлов, А. Д. Котов, А. И. Русаков, И. В. Волкова

**Химические** основы экологии : учебное пособие / В. Ю. Орлов, А. Д. Котов, А. И. Русаков, И. В. Волкова. — 2-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2022. — 353 с. — (Учебник для высшей школы). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-00101-983-1

В учебном пособии обобщены сведения о химических процессах, происходящих при взаимодействии организмов и окружающей среды, в том числе о воздействии человека на биосферу. Рассмотрены методы организации систем мониторинга загрязнений.

Для студентов и аспирантов химических факультетов, а также для студентов, обучающихся по направлениям «Экология» и «Биология».

УДК 574

ББК 28.080.1я73

**Деривативное издание на основе печатного аналога:** Химические основы экологии : учебное пособие / В. Ю. Орлов, А. Д. Котов, А. И. Русаков, И. В. Волкова. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 350 с. : ил. — (Учебник для высшей школы). — ISBN 978-5-906828-22-4.

**В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации**

ISBN 978-5-00101-983-1

© Лаборатория знаний, 2018

# Содержание

<b>Предисловие</b>	3
<b>Введение</b>	5
<b>1 Химические основы взаимодействий в биосфере</b>	7
1.1. Факторы окружающей среды и их воздействие на живые организмы	7
1.2. Химический состав биосферы	9
1.3. Биогеохимические циклы элементов	23
1.3.1. Общая схема биогеохимических циклов	23
1.3.2. Биогеохимические циклы основных компонентов биосферы	25
1.4. Химический аспект антропогенного воздействия на окружающую среду	32
1.5. Химические аспекты взаимодействия живых организмов с окружающей средой	37
1.6. Принципы транспорта и превращения химических соединений в живых клетках	40
1.6.1. Механизмы действия химических соединений на внутриклеточные процессы	40
1.6.2. Воздействие химических соединений на живой организм с учетом биотрансформации	46
1.6.3. Влияние структуры химических соединений на их биологическую активность	53
1.7. Химические экорегуляторы	58
<b>2 Химические соединения антропогенного происхождения в окружающей среде и их воздействие на биосферу</b>	67
2.1. Загрязнение окружающей среды	67
2.2. Кислотные дожди и проблема повышения кислотности вод как последствия нарушения биогеохимических циклов	69
2.3. Наиболее опасные ксенобиотики в окружающей среде	74
2.3.1. Общие закономерности поведения металлов в окружающей среде	74
2.3.1.1. Ртуть в окружающей среде	81
2.3.1.2. Свинец в окружающей среде	84
2.3.1.3. Кадмий в окружающей среде	86
2.3.1.4. Прочие металлы и металлоиды в окружающей среде	87
Соединения бериллия	87
Соединения ванадия	88
Соединения хрома	88
Соединения марганца	88
Соединения железа	88
Соединения кобальта	89
Соединения никеля	89
Соединения меди	89
Соединения цинка	90
Соединения мышьяка	90
Соединения селена	91
Соединения серебра	91
Соединения олова	91
Соединения сурьмы	91
Соединения таллия	92

2.3.2.	Органические соединения антропогенного происхождения . . . . .	92
2.3.2.1.	Нефть и продукты ее переработки . . . . .	92
2.3.2.2.	Синтетические высокомолекулярные соединения . . . . .	98
	<i>Линейные полимеры с углеродной цепью . . . . .</i>	98
	<i>Поликонденсационные материалы . . . . .</i>	100
	<i>Синтетические каучуки . . . . .</i>	100
	<i>Синтетические смолы . . . . .</i>	100
	<i>Полимеры с цепью —C—O— и —Si—O— . . . . .</i>	101
2.3.2.3.	Синтетические красители и пигменты . . . . .	101
2.3.2.4.	Синтетические детергенты . . . . .	103
2.3.2.5.	Синтетические органические вещества, применяемые в сельском хозяйстве . . . . .	104
2.3.2.6.	Органические вещества в пищевой промышленности . . . . .	107
2.3.2.7.	Высокотоксичные примеси и отходы производств . . . . .	108
2.4.	Превращения искусственных химических соединений в окружающей среде . . . . .	125
2.4.1.	Превращения неорганических токсикантов в окружающей среде . . . . .	125
2.4.2.	Превращения органических соединений в окружающей среде . . . . .	127
2.4.2.1.	Абиотические превращения органических соединений . . . . .	127
2.4.2.2.	Биотические превращения органических ксенобиотиков . . . . .	136
<b>3</b>	<b>Химия основных компонентов окружающей среды . . . . .</b>	<b>145</b>
3.1.	Атмосфера . . . . .	145
3.1.1	Строение и состав атмосферы . . . . .	145
	<i>Роль различных компонентов атмосферы . . . . .</i>	148
3.1.2.	Химические процессы в атмосфере . . . . .	150
3.1.3.	Загрязнение атмосферы . . . . .	156
3.1.4.	Радиационное загрязнение атмосферы . . . . .	165
3.2.	Гидросфера . . . . .	168
3.2.1.	Структура и свойства воды . . . . .	168
3.2.2.	Состав и классификация природных вод . . . . .	170
3.2.3.	Основные загрязнители гидросферы . . . . .	179
3.2.4.	Основные показатели качества воды . . . . .	182
3.3.	Литосфера . . . . .	192
3.3.1.	Состав и строение литосферы . . . . .	192
3.3.2.	Круговорот вещества и энергии в литосфере . . . . .	197
3.3.3.	Процесс выветривания . . . . .	199
3.3.4.	Почвы. Химический состав, свойства . . . . .	202
3.3.5.	Техногенное воздействие на литосферу . . . . .	216
3.3.5.1.	Литосфера как объект природопользования . . . . .	216
3.3.5.2.	Загрязнение литосферы бытовыми и промышленными отходами . . . . .	218
3.3.5.3.	Антропогенное воздействие на почву . . . . .	220
3.3.5.4.	Химическое и радиационное загрязнение почв . . . . .	223
3.3.5.5.	Нормирование содержания вредных веществ в почве . . . . .	243
3.4.	Химическое взаимодействие между природными средами . . . . .	245

<b>4</b>	<b>Методы контроля состояния и защиты окружающей среды</b>	<b>247</b>
4.1.	Мониторинг и оценка состояния окружающей среды	247
4.1.1.	Определение экологического мониторинга	247
4.1.2.	Классификация типов экологического мониторинга	250
4.1.3.	Разработка программ мониторинга	253
4.1.4.	Методы химического экологического мониторинга	254
4.1.4.1.	Роль пробоотбора и пробоподготовки в анализе объектов окружающей среды	256
	<i>Особенности отбора проб воды</i>	256
	<i>Особенности пробоотбора для твердых форм</i>	257
	<i>Особенности отбора проб воздуха</i>	258
4.1.4.2.	Хроматографические методы в аналитическом контроле состояния окружающей среды	261
4.1.4.3.	Спектральные методы в аналитическом контроле состояния окружающей среды	278
4.1.4.4.	Электрохимические методы в аналитическом контроле состояния окружающей среды	292
4.1.4.5.	Гибридные методы в аналитическом контроле состояния окружающей среды	298
4.1.4.6.	Тест-методы анализа состояния окружающей среды	300
4.2.	Методы защиты окружающей среды	302
4.2.1.	Защита от выбросов в атмосферу	302
	<i>Очистка выбросов от механических примесей (пыль и капли жидкости)</i>	305
	<i>Очистка выбросов от газовых загрязнений</i>	306
4.2.2.	Методы очистки сточных вод	309
4.2.3.	Защита литосферы и утилизация отходов	319
4.2.4.	Современные подходы к охране окружающей среды и «зеленая химия»	327
<b>Приложение 1</b>		<b>332</b>
<b>Приложение 2</b>		<b>334</b>
Государственный экологический мониторинг		334
<b>Приложение 3</b>		<b>338</b>
Нормирование качества окружающей среды		338
<b>Список использованной и рекомендуемой литературы</b>		<b>341</b>
<b>Предметный указатель</b>		<b>344</b>