

А.А. Челноков
К.Ф. Саевич
Л.Ф. Ющенко

Общая и прикладная ЭКОЛОГИЯ

*Допущено
Министерством образования
Республики Беларусь
в качестве учебного пособия
для студентов учреждений
высшего образования по специальностям
«Медико-биологическое дело»,
«Медицинская экология»*

Под общей редакцией К.Ф. Саевича



Минск
«Вышэйшая школа»
2014

УДК 574(075.8)
ББК 20.1я73
Ч-41

Рецензенты: кафедра биологии человека и экологии УО «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» (заведующий кафедрой доцент *Е.Ю. Жук*); заведующий кафедрой общей биологии УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» кандидат биологических наук, доцент *В.В. Маврищев*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

ISBN 978-985-06-2400-0

© Челноков А.А., Саевич К.Ф.,
Ющенко Л.Ф., 2014
© Оформление. УП «Издательство
“Вышэйшая школа”», 2014

ОТ АВТОРОВ

В начале третьего тысячелетия нашей эры человечество переживает самый сложный этап своей биографии. Никогда прежде наш земной дом не подвергался таким политическим, физическим и духовным перегрузкам, так как никогда прежде человек не собирал такую тяжкую дань с природы и не оказывался таким уязвимым перед той технической мощью, которую сам же и создал. Изменения в биосфере, являющиеся результатом активной человеческой деятельности за последние столетия (флуктуации погодных условий и климата, глобальное загрязнение окружающей природной среды, опустынивание планеты, разрушение озонового слоя и др.), известны сейчас каждому человеку. Сегодня уже нет необходимости доказывать, что условия природно-материальной жизни общества, послужившие основанием его развития, по существу уже исчерпаны.

Нависла реальная угроза существования человека как биологического вида на нашей планете. Сохранить человечество — главная задача и проблема всего общества. Для ее решения необходимо объединить все имеющиеся интеллектуальные и экономические усилия, забыть религиозные, национальные и политические распри.

Научным и методологическим инструментом для решения проблемы выживания и сохранения оптимальной природной среды является *экология* — наука, призванная выявлять закономерности взаимосвязи природы и человека, природы и общества, оценивать состояние природной среды, прогнозировать ее изменения, вырабатывать конкретные механизмы регулирования и оптимизации взаимодействия между техногенной деятельностью и природой, определять стратегию дальнейшего движения прогресса земной цивилизации.

За последнее столетие неизмеримо выросли не только масштабы человеческой деятельности, но и масштабы экологических исследований, их теоретический и методический уровень. При этом характерно внедрение в экологию энергетической оценки анализируемых процессов, системного анализа, математического моделирования, использование прецизионной аппаратуры не только в лабораторных условиях, но и не-

посредственно в полевых наблюдениях, непрерывного мониторинга состояния окружающей среды с одновременной математической обработкой полученных данных и т.д. В связи с этим неизбежно произошли концептуальные изменения в самой экологии.

В настоящее время специалист в любой сфере деятельности должен обладать экологическими знаниями, понимать сущность современных проблем взаимодействия общества и природы, разбираться в причинной обусловленности возможных негативных воздействий хозяйственной деятельности на окружающую природную среду. Он обязан уметь квалифицированно оценивать характер, направленность и последствия влияния конкретной деятельности человека на природу, решать производственные задачи с соблюдением соответствующих природоохранных требований, вырабатывать и осуществлять научно обоснованные решения экологических проблем.

Отсюда особенно велика роль подготовки экологических кадров, и в целом экологического образования и воспитания населения страны.

Имеющиеся немногочисленные учебные пособия по экологии носят, как правило, либо узкоутилитарный характер, либо, наоборот, совершенно не соотносятся с потребностями и интересами специалистов, не способны удовлетворять запросы их практической деятельности. Последнее, к сожалению, характерно для содержания экологического образования, осуществляемого в стенах учреждений образования различных уровней.

Между тем в складывающихся условиях именно система образования должна взять на себя основную ответственность за решение важнейшей задачи экологического воспитания и образования широких слоев населения. Она призвана, с одной стороны, обеспечить трансляцию достоверных, научно обоснованных сведений экологического характера широким массам населения, а с другой – максимально содействовать переводу знаний и представлений людей об окружающей среде и своих связях с ней в план их практической деятельности. Поэтому особую актуальность приобретает задача подготовки специалистов, способных в полной мере осуществлять упомянутые функции.

Настоящее учебное пособие составлено на основе курсов лекций различных экологических дисциплин, читаемых авторами в разное время в Белорусском национальном техниче-

ском университете, Белорусском государственном технологическом университете (Белорусском технологическом институте имени С.М. Кирова), Международном государственном экологическом университете имени А.Д. Сахарова, ГУО «Институт повышения квалификации и переподготовки руководителей и специалистов промышленности “Кадры индустрии”» Министерства промышленности Республики Беларусь, ГУО «Республиканский учебный центр подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров в области охраны окружающей среды» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и других, а также практической деятельности авторов в области экологической безопасности.

Учебное пособие определяет современную экологию как междисциплинарный комплекс знаний, связывающий воедино основные положения общей и прикладной экологии, природопользования и науки об окружающей человека среде. Материал построен на системной основе, дающей цельное представление об экологических закономерностях взаимодействия общества, техники и природы.

Материал учебного пособия составлен на основе действующих правовых актов по охране окружающей среды и рациональному природопользованию. Поскольку некоторые главы пособия по существу отражают материал самостоятельных дисциплин, которым посвящена обширная специальная литература, в них приводятся лишь сведения, необходимые для усвоения общих закономерностей, относящихся к предмету изучения. Более полную информацию по рассматриваемым вопросам читатель может получить из оригинальных документов по соответствующим ссылкам в тексте пособия, а также литературе, которая использовалась при подготовке пособия и приведена в библиографическом списке.

В книге анализируются существующие в настоящее время в экологической науке различные концепции, подходы, взгляды отечественных и зарубежных ученых на проблемы, составляющие предмет современной экологии. Дается историография изучения основополагающих вопросов экологической науки, показываются различные подходы при разработке основ понятийно-категориального аппарата. Читателю предоставляется тем самым возможность самостоятельно анализировать, сравнивать, вырабатывать собственную точку зрения по каждому из освещаемых вопросов.

Излагаются основные глобальные экологические проблемы XXI в., классические свойства, законы и принципы функционирования экологических систем, биосферы и техносферы, важнейшие положения современной экологии, строение биосферы, роль живого вещества на планете и т.д. Рассматриваются основные среды жизни и адаптации к ним организмов, экологии популяций, сообществ и экосистем, дается концепция ноосферы, освещаются вопросы антропогенного воздействия на природу в целом и на отдельные ее компоненты.

Значительное внимание уделено вопросам техногенного воздействия на природу и окружающую человека среду, экологической безопасности, экологизации экономической деятельности. Сопоставлены современные концепции выхода из экологического кризиса, стратегии и условия экологически ориентированного развития общества.

В учебном пособии содержатся материалы по информационным ресурсам, информационному загрязнению и информационным войнам, которые, по мнению авторов, особенно актуальны для XXI в.

К сожалению, ограниченный объем пособия не позволил авторам детально рассмотреть многие важные и проблемные аспекты теоретической экологии, такие как динамическая теория биологических популяций, математическое и пространственное моделирование, биосферо-, техносферо- и ноосферогенез. В связи с этим авторами был использован принцип проблемности в изложении материала, который позволит заинтересованным лицам самостоятельно более углубленно изучить любой вопрос.

При подготовке учебника широко использованы материалы научных исследований, учебников и учебных пособий по теоретической и прикладной экологии, охране окружающей среды, природопользованию отечественных и зарубежных авторов. Всем им выражается глубокая признательность и благодарность.

В связи с неоднозначностью трактовок терминов и определений разными авторами терминология в учебном пособии приведена по И.И. Дедю (1989), Н.Ф. Реймерсу (1990, 1992) или первоисточникам.

Предназначено для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по естественнонаучным, техническим, экономическим, юридическим и другим гуманитарным на-

правлениям и специальностям, а также для преподавателей образовательных учреждений, специалистов предприятий и природоохранных органов.

Признательность за доброжелательное и критическое отношение к рукописи авторы выражают рецензентам: доктору биологических наук, профессору кафедры биологии человека и экологии УО «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» А.П. Голубеву, заведующему этой кафедры кандидату биологических наук, доценту Е.Ю. Жук, заведующему кафедрой общей экологии УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» кандидату биологических наук, доценту В.В. Маврищеву, а также коллективам преподавателей этих кафедр, принявших участие в рассмотрении данной работы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	3
От авторов	8
ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ В ПРЕДМЕТ.	13
1.1. Краткая история становления экологии как науки	13
1.2. Предмет, задачи и методы современной экологии.	20
1.3. Структура экологии и ее связь с другими научными дисциплинами	28
1.3.1. Аутэкология	32
1.3.1.1. Вид, особь, организм	33
1.3.1.2. Среда обитания видов, особей и организмов. . .	39
1.3.2. Демэкология, или популяционная экология	45
1.3.2.1. Популяция	46
1.4. Эволюция популяции	69
1.4.1. Внутривидовые отношения в популяции	69
1.4.2. Межвидовые отношения популяций	80
1.4.3. Экологические стратегии популяций.	89
1.5. Синэкология сообществ	91
1.5.1. Структура и видовой состав биотического сообщества . .	94
1.5.1.1. Структура сообщества	94
1.5.1.2. Видовой состав сообщества.	97
1.6. Принципы теории систем в экологии	108
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	<i>112</i>
ГЛАВА 2. ЭКОСИСТЕМЫ	113
2.1. Понятие экосистемы и биогеоценоза	113
2.2. Классификация экосистем	116
2.3. Структурно-функциональная организация экосистемы . . .	117
2.3.1. Трофическая структура и поток энергии в экосистеме. . .	118
2.3.2. Продуктивность экосистем	132
2.3.3. Динамика и эволюция экосистем	136
2.4. Средообразующие факторы экосистемы	144
2.4.1. Абиотические факторы	149
2.4.1.1. Климатические (физические) факторы.	151
2.4.1.2. Эдафические факторы	173
2.4.2. Биотические факторы	183
2.4.2.1. Зоогенные факторы	183
2.4.2.2. Фитогенные факторы	185

2.5. Совместное действие экологических факторов на организмы ...	192
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	195

ГЛАВА 3. БИОСФЕРА 196

3.1. Основные черты и структура биосферы	196
3.2. Живое вещество биосферы и его планетарная роль	202
3.3. Эволюция биосферы	207
3.4. Движение вещества и энергии в биосфере	217
3.4.1. Круговорот веществ в биосфере	217
3.4.2. Основные закономерности движения энергии в биосфере	227
3.4.3. Энергетика биосферы	229
3.5. Антропогенные факторы	238
3.5.1. Классификация антропогенных факторов	241
3.5.2. Агроэкосистемы	244
3.5.3. Урбоэкосистемы	251
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	259

ГЛАВА 4. ТЕХНОСФЕРА И НООСФЕРА 260

4.1. Техносфера и техновещество	260
4.2. Эволюция техносферы и техносферогенез	264
4.3. Ноосфера и ноосферогенез	277
4.3.1. Ноосферогенез	288
4.3.2. Козволюция человек – биосфера	294
4.3.3. Концепция Геи и ноосферогенез	299
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	309

ГЛАВА 5. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ 310

5.1. Основные виды антропогенных воздействий и их влияние на биоту	310
5.2. Информация и информационное загрязнение	331
5.3. Источники загрязнения окружающей среды	337
5.4. Характеристика и показатели опасности вредных веществ. ...	339
5.5. Загрязнение природной среды и его влияние на биосферу ...	346
5.5.1. Атмосфера	346
5.5.1.1. Влияние метеорологических факторов на уровень загрязнения атмосферы	346
5.5.1.2. Трансформация загрязняющих веществ в атмосфере	356
5.5.1.3. Загрязнение атмосферы	363
5.5.2. Литосфера	365

5.5.2.1. Экологическая химия почв	365
5.5.2.2. Деградация почв	372
5.5.3. Гидросфера	379
5.5.3.1. Водопотребление и водоотведение	379
5.5.3.2. Трансформация загрязняющих веществ в гидросфере	381
5.5.4. Состояние биологических ресурсов	387
5.6. Окружающая среда и состояние здоровья населения	394
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	<i>400</i>

ГЛАВА 6. ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 401

6.1. Экологические кризисы и катастрофы	401
6.2. Глобальное и региональное изменение климата	406
6.3. Истощение озонового слоя	413
6.4. Демографический кризис	416
6.5. Кислотные дожди	423
6.6. Последствия экстремальных воздействий на биосферу	425
6.6.1. Основные понятия и определения	425
6.6.2. Катастрофы природного характера	427
6.6.3. Техногенные катастрофы	429
6.6.4. Вооруженные конфликты	431
6.6.4.1. Общие сведения	431
6.6.4.2. Оружие массового поражения	434
6.6.4.3. Экологические войны	441
6.6.5. Информационные войны	443
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	<i>450</i>

ГЛАВА 7. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 451

7.1. Природопользование и его виды	451
7.2. Классификация природных ресурсов	455
7.3. Основные принципы экологической безопасности	458
7.4. Ресурсный цикл как техногенный круговорот веществ	461
7.5. Оценка жизненного цикла продукции	464
7.6. Экологизация производства и ее оценка	468
7.7. Энергосбережение и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов в промышленности	473
7.8. Рациональное потребление	478
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	<i>483</i>

ГЛАВА 8. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... 484

8.1. Нормирование качества окружающей природной среды ...	484
8.1.1. Общие сведения	484
8.1.2. Атмосферный воздух	486
8.1.3. Физические воздействия	489
8.1.4. Воды водоемов	490
8.1.5. Почвы	494
8.2. Нормирование поступления загрязняющих веществ в окружающую среду	496
8.2.1. Нормативы допустимых выбросов в атмосферу и категорирование объектов воздействия на атмосферный воздух ...	496
8.2.2. Нормативы сбросов в водоемы	499
8.2.3. Нормативы образования отходов	500
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	<i>503</i>

ГЛАВА 9. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 504

9.1. Защита атмосферного воздуха	504
9.1.1. Общие сведения	504
9.1.2. Обработка газовоздушных выбросов	506
9.1.2.1. Общие положения	506
9.1.2.2. Пылеулавливание	508
9.1.2.3. Обработка выбросов от газообразных и парообразных примесей	512
9.1.3. Биотехнологические методы защиты атмосферного воздуха	515
9.2. Защита водных объектов	520
9.2.1. Общие сведения	520
9.2.2. Зонирование территории водных объектов	522
9.2.3. Обработка и очистка сточных вод	526
9.3. Защита литосферы и обращение с отходами	534
9.3.1. Охрана земель	534
9.3.2. Обращение с отходами производства и потребления ...	537
9.3.2.1. Общие сведения	537
9.3.2.2. Использование отходов производства	540
9.3.2.3. Обращение с отходами потребления	551
9.3.3. Охрана недр	554
9.3.4. Рекультивация использованных земель	556
9.4. Защита окружающей среды от физических воздействий ...	559
9.4.1. Основные методы и средства защиты от шума и вибрации	559

9.4.2. Средства и методы защиты от воздействия электромагнитных полей	563
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	<i>567</i>

ГЛАВА 10. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ. 569

10.1. Основные направления и принципы государственной политики в области охраны окружающей среды	569
10.2. Национальная стратегия устойчивого развития страны	572
10.3. Государственное управление и контроль в области охраны окружающей среды	581
10.4. Правовые акты по природопользованию и охране окружающей среды	584
10.4.1. Основные положения законодательства	584
10.4.2. Технические нормативные правовые акты	588
10.5. Права и обязанности природопользователей по охране окружающей среды	590
10.6. Ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды и природопользования	593
10.7. Организация экологического мониторинга	597
10.8. Экономика управления природопользованием и охраной окружающей среды	603
10.8.1. Экономический механизм природопользования	603
10.8.2. Возмещение вреда, причиненного окружающей среде	609
10.9. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды	613
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	<i>618</i>

ГЛАВА 11. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ. 620

11.1. Система управления окружающей средой на производстве	620
11.2. Экологическая служба организации	623
11.3. Организация производственного контроля в области охраны окружающей среды	625
11.4. Экологическая сертификация	628
11.5. Экологическая паспортизация	631
11.6. Экологический аудит	632
11.7. Оценка воздействия на окружающую среду и управление риском	634
11.8. Экологическая экспертиза	639
11.9. Экологическое страхование	642
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	<i>645</i>
<i>Литература</i>	<i>646</i>

Челноков, А. А.

Ч-41 **Общая и прикладная экология : учеб. пособие /**
А. А. Челноков, К. Ф. Саевич, Л. Ф. Ющенко ; под общ.
ред. К. Ф. Саевича. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. –
654 с. : ил.

ISBN 978-985-06-2400-0.

Изложены основные глобальные экологические проблемы XXI в., свойства, законы и принципы функционирования экологических систем, биосферы и техносферы, важнейшие положения современной экологии, строение биосферы, роль живого вещества на планете и т.д. Рассматриваются основные среды жизни и адаптации к ним организмов, экологии популяций, сообществ и экосистем, дается концепция ноосферы, освещаются вопросы антропогенного воздействия на природу в целом и на отдельные ее компоненты.

Для студентов учреждений высшего образования, магистрантов, слушателей системы последиplomного образования, а также руководителей, специалистов, проектировщиков, работников служб охраны окружающей среды предприятий и организаций различных отраслей.

УДК 574(075.8)

ББК 20.1я73

Учебное издание

Челноков Александр Антонович
Саевич Константин Федорович
Ющенко Людмила Федоровна

ОБЩАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Редактор *Ю.А. Мисюль*
Художественный редактор *Т.В. Шабунько*
Технический редактор *Н.А. Лебедевич*
Корректоры *Т.В. Кульнис, Т.К. Хваль, Н.Г. Баранова*
Компьютерная верстка *Ю.Н. Трусевич*

Подписано в печать 23.10.2014. Формат 84×108/32. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman». Офсетная печать. Усл. печ. л. 34,44.
Уч.-изд. л. 35,85. Тираж 400 экз. Заказ 1809.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/3 от 08.07.2013.
Пр. Победителей, 11, 220048, Минск.
e-mail: market@vshph.com <http://vshph.com>

Открытое акционерное общество «Красная звезда».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, производителя
и распространителя печатных изданий № 2/7 от 28.10.2013.
Юридический адрес: пер. 1-й Загородный, 3, 220073, Минск.
Почтовый адрес: ул. Советская, 80, 225409, Барановичи.