

СРЕДНЕЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ

**ФГОС 3+**

О.Е. Саенко, Т.П. Трушина

# **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Учебник

**BOOK.ru**

ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНАЯ СИСТЕМА

КНОРУС • МОСКВА • 2017

УДК 504.062(075.32)

ББК 20.18я723

C12

Рецензент

В.М. Лиходед, доц. геолого-географического факультета ЮФУ, канд. геогр. наук

**Саенко, Ольга Евгеньевна.**

**C12** Экологические основы природопользования : учебник / О.Е. Саенко, Т.П. Трушина. — Москва : КНОРУС, 2017. — 214 с. — (Среднее профессиональное образование).

**ISBN 978-5-406-02355-6**

**DOI 10.15216/978-5-406-02355-6**

Содержит изложение теоретических основ с учетом современных тенденций развития и прикладных аспектов природопользования. Рассмотрены принципы взаимодействия живых организмов и среды обитания; особенности взаимодействия общества и природы; развитие экосистем и причины экологического кризиса; основы рационального природопользования; понятие мониторинга окружающей среды, экологическое регулирование, правовые и социальные вопросы природопользования; охраняемые природные территории; международное сотрудничество в области природопользования и охраны окружающей среды.

Соответствует ФГОС СПО 3+ для специальностей укрупненной группы «Промышленная экология и биотехнология» по дисциплине «Экологические основы природопользования».

*Для студентов и преподавателей образовательных учреждений среднего профессионального образования, а также для всех, кому интересны вопросы охраны окружающей среды и принципы рационального природопользования.*

**УДК 504.062(075.32)**

**ББК 20.18я723**

Саенко Ольга Евгеньевна

Трушина Татьяна Павловна

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Сертификат соответствия № РОСС RU.AГ51.H03820 от 08.09.2015.

Изд. № 4601. Подписано в печать 11.05.2016. Формат 60×90/16.

Гарнитура «Newton». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 13,5. Уч.-изд. л. 11,3. Тираж 500 экз.

ООО «Издательство «КноРус».

117218, г. Москва, ул. Кедрова, д. 14, корп. 2.

Тел.: 8-495-741-46-28.

E-mail: office@knorus.ru <http://www.knorus.ru>

Отпечатано в ПАО «Г8 Издательские Технологии».

109316, г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42, корп. 5.

Тел.: 8-495-221-89-80.

**ISBN 978-5-406-02355-6**

© Саенко О.Е., Трушина Т.П., 2017

© ООО «Издательство «КноРус», 2017

# Содержание

<b>Введение</b> .....	5
<b>Глава 1. Принципы взаимодействия живых организмов и среды обитания</b>	
1.1. Среда обитания. Факторы среды .....	7
Вопросы и задания для самоконтроля.....	10
1.2. Пути приспособления организмов к условиям среды.....	10
Вопросы и задания для самоконтроля.....	16
1.3. Свойства водной среды обитания .....	16
Вопросы и задания для самоконтроля.....	19
1.4. Наземно-воздушная среда обитания.....	20
Вопросы и задания для самоконтроля.....	24
1.5. Почва как среда обитания.....	24
Вопросы и задания для самоконтроля.....	30
1.6. Биосфера.....	31
Вопросы и задания для самоконтроля.....	35
1.7. Экосистемы: типы и составляющие.....	36
Вопросы и задания для самоконтроля.....	41
1.8. Круговорот веществ в экосистемах. Взаимодействие видов в экосистемах .....	41
Вопросы и задания для самоконтроля.....	47
1.9. Взаимодействие видов в экосистемах.....	48
Вопросы и задания для самоконтроля.....	52
<b>Глава 2. Особенности взаимодействия общества и природы</b>	
2.1. Законы взаимодействия общества и природы.....	53
Вопросы и задания для самоконтроля.....	56
2.2. Основные источники техногенного воздействия на окружающую среду. Загрязнения.....	57
Вопросы и задания для самоконтроля.....	60
2.3. Основные группы отходов, их источники и масштабы образования.....	60
Вопросы и задания для самоконтроля.....	65
2.4. Физическое загрязнение окружающей среды.....	65
Вопросы и задания для самоконтроля.....	73
2.5. Химическое загрязнение окружающей среды.....	73
Вопросы и задания для самоконтроля.....	88
2.6. Биологическое загрязнение окружающей среды.....	88
Вопросы и задания для самоконтроля.....	92
<b>Глава 3. Развитие экосистем. Экологический кризис</b>	
3.1. Принципы устойчивости экосистем.....	93
Вопросы и задания для самоконтроля.....	95
3.2. Антропогенные воздействия на гидросферу.....	95
Вопросы и задания для самоконтроля.....	102
3.3. Антропогенные воздействия на атмосферу.....	102
Вопросы и задания для самоконтроля.....	106

3.4. Антропогенные воздействия на литосферу.....	107
Вопросы и задания для самоконтроля.....	113
3.5. Антропогенные воздействия на биотические сообщества.....	114
Вопросы и задания для самоконтроля.....	119
3.6. Возможные причины возникновения экологического кризиса.	
Глобальные экологические проблемы планеты.....	119
Вопросы и задания для самоконтроля.....	124
<b>Глава 4. Принципы и методы рационального природопользования</b>	
4.1. Понятие, виды и формы природопользования.....	125
4.2. Основные положения рационального природопользования.....	126
Вопросы и задания для самоконтроля.....	127
4.3. Методы экологического регулирования.....	128
Вопросы и задания для самоконтроля.....	129
4.4. Природозащитные мероприятия. Роль технического прогресса в защите окружающей среды.....	129
Вопросы и задания для самоконтроля.....	131
4.5. Принципы размещения производств различного типа.....	132
Вопросы и задания для самоконтроля.....	136
4.6. Безотходные технологии и использование альтернативных источников энергии.....	136
Вопросы и задания для самоконтроля.....	144
4.7. Природоресурсный потенциал Российской Федерации.....	145
Вопросы и задания для самоконтроля.....	152
4.8. Охрана животного и растительного мира.....	152
Вопросы и задания для самоконтроля.....	161
<b>Глава 5. Качество окружающей среды и его нормирование</b>	
5.1. Понятие и принципы мониторинга окружающей среды.....	162
Вопросы и задания для самоконтроля.....	172
5.2. Регламенты экологической безопасности.....	172
Вопросы и задания для самоконтроля.....	182
<b>Глава 6. Правовые и социальные вопросы природопользования и экологической безопасности</b>	
6.1. Экологическое законодательство Российской Федерации.....	183
Вопросы и задания для самоконтроля.....	189
6.2. Государственные органы охраны окружающей природной среды. Международное сотрудничество в области природопользования и охраны окружающей среды.....	189
<b>Список литературы</b> .....	195
<b>Словарь терминов и определений</b> .....	196

## Введение

Глобальные экологические проблемы, связанные с изменением климата, потерей биологического разнообразия, опустыниванием и другими негативными для окружающей среды процессами, возрастанием экологического ущерба от стихийных бедствий и техногенных катастроф, загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, а также морской среды, затрагивают интересы Российской Федерации и ее граждан. Экологическая ситуация в Российской Федерации и в мире характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия на природную среду и значительными экологическими последствиями прошлой экономической деятельности. В 40 субъектах Российской Федерации более 54% городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения атмосферного воздуха. Остается высоким объем сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты без очистки или недостаточно очищенных. Практически во всех регионах сохраняется тенденция к ухудшению состояния почв и земель. Интенсивно развиваются процессы, ведущие к потере плодородия сельскохозяйственных угодий и к выводу их из хозяйственного оборота. Опустыниванием в той или иной мере охвачены 27 субъектов Российской Федерации на площади более 100 млн га. Количество отходов, которые не вовлекаются во вторичный хозяйственный оборот, а направляются на размещение, возрастает. При этом условия хранения и захоронения отходов не соответствуют требованиям экологической безопасности.

Поэтому особенности взаимодействия общества и природы, основные источники техногенного воздействия на окружающую среду, защита окружающей природной среды от деградации и загрязнения стали в настоящее время ключевой проблемой как для общества в целом, так и для каждого гражданина. К сожалению, многие факторы в быту и на производстве, представляющие действительно серьезную угрозу для природных экосистем и здоровья людей, остаются вне поля зрения как работников, так и администрации предприятий. В целях формирования экологической компетентности будущих специалистов федеральными государственными образовательными стандартами среднего профессионального образования введена дисциплина «Экологические основы природопользования».

Целью дисциплины «Экологические основы природопользования» является рассмотрение вопросов взаимодействия и взаимосвязи человека, человеческого общества со средой своего обитания. Данная дисциплина является комплексной, поэтому в содержании дисциплины рассматриваются как общие, так и прикладные вопросы экологии

и природопользования. Такая задача, поставленная перед профессиональными образовательными организациями, требует особой структуры учебника.

Основным объектом экологии является экосистема — совокупность живых организмов и среды их обитания. Кроме того, экология изучает и группы организмов одного вида, входящих в экосистемы, — популяции, а также отношение к среде отдельных организмов. Для того чтобы сформировать умение использовать в профессиональной деятельности представления о взаимосвязи организмов и среды обитания, в главе 1 рассмотрены принципы взаимодействия живых организмов и среды обитания, а в главе 2 — особенности взаимодействия общества и природы.

Как уже говорилось, мир стоит перед глобальными экологическими проблемами. Для правильного решения данной проблемы каждый специалист должен четко знать их причины и пути разрешения. Поэтому необходимо рассмотреть во взаимосвязи принципы развития экосистем; возможные причины возникновения экологического кризиса; глобальные экологические проблемы планеты; размещение различных типов производства и проблему отходов; прогнозирование последствий природопользования. Данным вопросам посвящена глава 3.

Обеспечение устойчивого развития общества неразрывно связано с рациональным природопользованием. Рациональное природопользование — это такое использование естественных экосистем или их элементов, при котором не происходит разрушения ресурсов, и не ухудшаются среда обитания и соответственно здоровье человека. Принципы и методы рационального природопользования рассмотрены в главе 4.

Умение соблюдать в профессиональной деятельности регламенты экологической безопасности требует четкого представления об экологическом законодательстве Российской Федерации. Поэтому в структуру учебника введены главы «Качество окружающей среды и его нормирование», «Правовые и социальные вопросы природопользования и экологической безопасности», рассматривающие понятие мониторинга окружающей среды, экологическое регулирование, правовые и социальные вопросы природопользования; охраняемые природные территории; международное сотрудничество в области природопользования и охраны окружающей среды.

# Глава 1. Принципы взаимодействия живых организмов и среды обитания

## 1.1. Среда обитания. Факторы среды

Живые организмы всегда находятся во взаимодействии с окружающими их природными образованиями и явлениями. Об историческом единстве живых организмов и их окружения еще в XIX в. писал выдающийся русский физиолог И.М. Сеченов: «Организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен; поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него».

Совокупность природных условий и явлений, окружающих живые организмы, с которыми эти организмы находятся в постоянном взаимодействии, называется *средой обитания*.

По состоянию на 2014 г. число описанных видов живых организмов составляло примерно 1,7 млн. Общее число видов, существующих на Земле, оценивается по-разному: называется цифра 8,7 млн, в том числе цветковые растения — около 400 тыс. видов (сейчас описано примерно 300 тыс.); другие ученые считают, что одних лишь видов грибов на нашей планете существует более 5 млн (при том, что сейчас описано всего лишь около 100 тыс.). Число вымерших видов, по некоторым оценкам, составляет около 500 млн.

Из среды организмы получают всё необходимое для жизни и в неё же выделяют продукты обмена веществ. Среда каждого организма складывается из множества элементов неорганической и органической природы и элементов, привносимых человеком и его производственной деятельностью. Роль среды двояка. Прежде всего живые организмы получают пищу из среды, в которой обитают. К тому же одни элементы среды могут быть частично или полностью безразличны организму, другие необходимы, а третьи оказывают отрицательное воздействие. Кроме этого, различные среды влияют на распространение организмов по земному шару. Жаркий и сухой климат пустыни препятствует жизни в ней большинства организмов, точно так же как из-за сильного холода в полярных областях обитать в них могут лишь наиболее выносливые виды. Именно среда изменяет организмы тем, что способствует их совершенствованию путем естественного отбора. Организмы не просто приспособляются к среде, но эволюционируют.

В свою очередь, жизнедеятельность организмов оказывает влияние на среду. Средообразующая роль живых организмов велика (см. параграф 1.6). Например, растения выделяют кислород и тем самым поддерживают его баланс в атмосфере планеты, оказывают влияние на структуру и свойства почв; многие животные накапливают

определенные соли, которые аккумулируются в составе скелетных образований (кальций, кремний, магний, фосфор). Отмирая, эти организмы образуют мощные отложения известняков, доломитов, кремнезема, формируют геологическую структуру морского дна.

Различают *естественную* и *искусственную* (созданную человеком) среду обитания. Можно выделить следующие естественные среды обитания:

- 1) водная;
- 2) наземно-воздушная;
- 3) почвенная;
- 4) непосредственно живые организмы, заселенные паразитами, полупаразитами и симбионтами (организмы, существующие совместно и извлекающие пользу от сожительства, например, водоросли или цианобактерии, образующие вместе с грибами единый организм — лишайник).

Первые три разновидности среды обитания составляют абиотическую среду, четвертая — биотическую. В данной главе мы будем рассматривать только абиотические среды. Организмы могут существовать в одной или нескольких средах жизни. Например, рыбы обитают только в воде. Человек, большинство видов птиц, млекопитающих, голосеменные и покрытосеменные растения обитают в наземно-воздушной среде. Многие насекомые и земноводные начинают свой жизненный путь в одной среде, а продолжают в другой (личинки комаров развиваются в воде, взрослые насекомые обитают в наземно-воздушной среде; тритоны, преимущественно водные животные, зимуют на суше). Некоторые насекомые для продолжения рода нуждаются в почвенной и наземно-воздушной средах (майский жук, бронзовка).

- Отдельные свойства и элементы среды, воздействующие на организмы, называют *экологическими факторами*. Все экологические факторы в соответствии с совокупностью условий и явлений можно разделить на:
  - абиотические — это комплекс условий неорганической среды, влияющих на организм (свет, температура, ветер, воздух, давление, влажность и т.д.). Например, осенний листопад — постепенное сокращение светового дня запускает сложный процесс физиологической перестройки растений в преддверии долгого зимнего периода;
  - биотические — это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. Например, рыба-лоцман, живущая возле крупной акулы, имеет одновременно надежного защитника и источник пищи;

- антропогенные — это все формы деятельности человеческого общества, изменяющие природу как среду обитания живых организмов или непосредственно влияющие на их жизнь. Выделение антропогенных факторов в отдельную группу обусловлено тем, что в ходе истории человечества развитие сначала охоты, а затем сельского хозяйства, промышленности, транспорта сильно изменило природу нашей планеты. В современном мире значение антропогенных воздействий на весь живой мир Земли продолжает стремительно возрастать.

Один и тот же фактор среды имеет различное значение в жизни совместно обитающих организмов разных видов. Например, сильный ветер зимой неблагоприятен для крупных, обитающих открыто животных, но не действует на более мелких, которые укрываются в норах или под снегом. Солевой состав почвы важен для питания растений, но безразличен для большинства наземных животных и т.п.

Некоторые свойства среды остаются относительно постоянными на протяжении длительных периодов времени в эволюции видов. Таковы сила тяготения, солнечная постоянная, солевой состав океана, свойства атмосферы. Большинство экологических факторов, таких как температура, влажность, ветер, осадки, наличие укрытий, пищи, хищники, конкуренты и т.д., могут изменяться как в пространстве (в среде), так и во времени. Это изменение определяется особенностями среды обитания. Например, температура сильно варьирует на поверхности суши, но почти постоянна на дне океана или в глубине пещер. Паразиты млекопитающих живут в условиях избытка пищи, тогда как для свободноживущих хищников ее запасы все время меняются вслед за изменением численности жертв.

Изменения факторов среды во времени могут быть:

- 1) регулярно-периодическими, меняющимися силу воздействия в связи со временем суток, или сезоном года, или ритмом приливов и отливов в океане;
- 2) нерегулярными, без четкой периодичности, например, изменения погодных условий в разные годы, явления катастрофического характера — бури, ливни, обвалы и т.п.;
- 3) направленными на протяжении известных, иногда длительных, отрезков времени, например, при похолодании или потеплении климата, зарастании водоемов, постоянном выпасе скота на одном и том же участке и пр.

Среди факторов среды выделяют ресурсы и условия. *Ресурсы* окружающей среды организмы используют, потребляют, тем самым уменьшая их количество. К ресурсам относят пищу, воду при ее

дефиците, убежища, удобные места для размножения и т.п. *Условия* — это такие факторы, к которым организмы вынуждены приспосабливаться, но повлиять на них обычно не могут. Один и тот же фактор среды может быть ресурсом для одних и условием для других видов. Например, свет — жизненно необходимый энергетический ресурс для растений, а для обладающих зрением животных — условие зрительной ориентации. Вода для многих организмов может быть и условием жизни, и ресурсом.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Дайте определение среде обитания.
2. Перечислите примеры естественных сред обитания.
3. Приведите примеры абиотических, биотических и антропогенных факторов.
4. Поясните, в чем отличие ресурсов и условий среды обитания.
5. Какие факторы относятся к регулярно-периодическим, нерегулярным и направленным? Ответ подтвердите примерами.

## 1.2. Пути приспособления организмов к условиям среды

Экологические факторы среды оказывают на живые организмы различные воздействия, т.е. могут влиять как *раздражители*, вызывающие приспособительные изменения физиологических и биохимических функций; как *ограничители*, обуславливающие невозможность существования в данных условиях; как *модификаторы*, вызывающие морфологические и анатомические изменения организмов; как *сигналы*, свидетельствующие об изменениях других факторов среды. Процесс приспособления организмов к среде носит название адаптации. Под *адаптациями* понимаются любые изменения в структуре и функциях организмов, повышающие их шансы на выживание.

Способность к адаптациям — одно из основных свойств жизни вообще, так как обеспечивает непосредственно возможность ее существования, возможность организмов выживать и размножаться. Адаптации проявляются на разных уровнях: от биохимии клеток и поведения отдельных организмов до строения и функционирования сообществ и экологических систем. Адаптации возникают и развиваются в ходе эволюции видов.

Основные механизмы адаптации:

- 1) биохимические — проявляются во внутриклеточных процессах. Этот тип адаптаций связан с образованием определенных веществ, облегчающих защиту от врагов или нападение на другие

организмы. Сюда можно отнести яды змей, скорпионов, пауков и некоторых других животных, облегчающие им охоту; антибиотики грибов и бактерий, защищающие их от конкурентов; токсины растений, предохраняющие их от выедания; пахучие вещества клопов и некоторых других насекомых, отпугивающие врагов, и т.п.;

- 2) физиологические — проявляются на уровне организма. Например, появление теплокровности и терморегуляции у птиц и млекопитающих. В более простых случаях — это приспособление к определенным формам пищи, солевому составу среды, высоким или низким температурам, влажности или сухости почвы и воздуха и т.д.;
- 3) морфо-анатомические — связаны с изменением строения тела. Например, появление перепонки между пальцами ног у водоплавающих животных (амфибий, птиц и др.), длинных ног и длинной шеи у болотных птиц, гибкого тела у норных хищников (например, у ласки) и т.п. У придонных рыб формируется плоское тело (скаты, камбала и др.). У растений в северных широтах и высокогорных районах часты стелющиеся и подушковидные формы, меньше повреждаемые сильными ветрами и лучше согреваемые солнцем в припочвенном слое;
- 4) поведенческие — связаны с изменением в поведении. Например, забота о потомстве приводит к лучшему выживанию молодых животных и повышает устойчивость их популяций. В брачные периоды многие животные образуют отдельные семьи, а зимой объединяются в стаи, чтобы проще было найти пропитание или защиту (волки, многие виды птиц);
- 5) онтогенетические — ускорение или замедление индивидуального развития, способствующие выживанию при изменении условий. Например, экологические особенности конкретных видов растений сформировались в ходе эволюции в результате длительного воздействия соответствующих условий. Поэтому теплолюбивые растения характерны для южных широт, менее требовательные к теплу и свету — для северных широт.

Процесс адаптации является относительным. Все приспособления целесообразны лишь для определенных условий, в которых они выработались. При изменении этих условий адаптации могут потерять свою ценность или даже принести вред имеющим их организмам. Белая окраска зайцев, хорошо защищающая их на снегу, становится опасной при малоснежных зимах или сильных оттепелях.

Несмотря на большое разнообразие экологических факторов, в характере их воздействия на организмы и в ответных реакциях живых существ можно выявить ряд общих закономерностей.

### 1. Закон оптимума

Каждый экологический фактор имеет определенные пределы положительного влияния на организмы (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Схема действия факторов среды на живые организмы

Результат действия переменного фактора зависит прежде всего от силы его проявления. Как недостаточное, так и избыточное действие фактора отрицательно сказывается на жизнедеятельности особей. Благоприятная сила воздействия называется *зоной оптимума экологического фактора*, или просто *оптимумом* для организмов данного вида. Чем сильнее отклонения от оптимума, тем больше выражено угнетающее действие данного фактора на организмы (*зона пессимума*). Максимально и минимально переносимые значения фактора — это *критические точки*, за пределами которых существование уже невозможно, наступает смерть. Пределы выносимости между критическими точками называют *экологической валентностью* живых существ по отношению к конкретному фактору среды.

Виды чрезвычайно разнообразны по способности переносить изменения факторов. В природе выделяются два крайних варианта — узкая специализация и широкая выносливость. У специализированных видов критические точки значения фактора сильно сближены, такие виды могут жить только в относительно постоянных условиях. Так, многие глубоководные обитатели — рыбы, иглокожие, ракообразные, не переносят колебания температуры даже в пределах 2—3 °С. Растения, средой обитания которых являются влажные места (калужница болотная, недотрога и др.), моментально вянут, если воздух вокруг них не насыщен водяными парами. Виды с узким диапазоном выносливости называют *стенобионтами*, а с широким — *эврибионтами*. Если нужно подчеркнуть отношение к какому-либо фактору, то в его названии используют приставки *стено-* и *эври-*, например, стенотермный вид — не переносящий колебания температур, эвригалинный — способный жить при широких колебаниях солености воды, стенобатные — не переносят колебания давления, и т.п. Условия, приближающиеся по одному или сразу нескольким факторам к критическим точкам, называют *экстремальными*.

Положение оптимума и критических точек на градиенте фактора может быть в определенных пределах сдвинуто действием условий среды. Это регулярно происходит у многих видов при смене сезонов года. Зимой, например, воробьи выдерживают сильные морозы, а летом гибнут от охлаждения при температуре чуть ниже нуля. Явление сдвига оптимума по отношению к какому-либо фактору носит название *акклимации*. В отношении температуры это хорошо известный процесс тепловой закалки организма.

## 2. Неоднозначность действия фактора на разные функции

Закон, согласно которому каждый экологический фактор неодинаково влияет на разные функции организма: оптимум для одних процессов может являться пессимумом для других. Так, температура воздуха от +40 до +45 °С у холоднокровных животных сильно увеличивает скорость обменных процессов в организме, но тормозит двигательную активность, и животные впадают в тепловое оцепенение.

Жизненный цикл, в котором в определенные периоды организм осуществляет преимущественно те или иные функции (питание, рост, размножение, расселение и пр.), всегда согласован с сезонными изменениями комплекса факторов среды. Подвижные организмы могут также менять места обитания для успешного осуществления всех своих жизненных функций.

### 3. Разнообразие индивидуальных реакций на факторы среды

Степень выносливости, критические точки, оптимальная и песимальные зоны отдельных индивидуумов не совпадают. Эта изменчивость определяется как наследственными качествами особей, так и половыми, возрастными и физиологическими различиями. Например, для развития головастиков вода жизненно необходима, а для взрослой лягушки она не является жизненно важным условием; критическая минимальная температура для взрослых особей бабочки огневки мельничной равна  $-22^{\circ}\text{C}$ , а для гусениц бабочки этого вида критической является температура  $-7^{\circ}\text{C}$ . Следовательно, экологическая валентность вида всегда шире экологической валентности каждой отдельной особи.

### 4. Относительная независимость приспособления организмов к разным факторам

Степень выносливости к какому-нибудь фактору не означает соответствующей экологической валентности вида по отношению к остальным факторам. Например, виды, переносящие широкие изменения температуры, совсем не обязательно должны также быть приспособленными к широким колебаниям влажности или солевого режима. Например, многие земноводные могут выдерживать значительные колебания температуры, но не переносят даже кратковременного высыхания кожи. Экологические валентности вида по отношению к разным факторам могут быть очень разнообразными. Это создает чрезвычайное многообразие адаптации в природе. Набор экологических валентностей по отношению к разным факторам среды составляет экологический спектр вида.

### 5. Несовпадение экологических спектров отдельных видов

Каждый вид специфичен по своим экологическим возможностям. Даже у близких по способам адаптации к среде видов существуют различия в отношении к каким-либо отдельным факторам.

### 6. Взаимодействие факторов

Оптимальная зона и пределы выносливости организмов по отношению к какому-либо фактору среды могут смещаться в зависимости от того, с какой силой и в каком сочетании действуют одновременно другие факторы. Эта закономерность получила название взаимодействия факторов. Например, жару легче переносить в сухом, а не во влажном воздухе. Угроза замерзания значительно выше при морозе с сильным ветром, чем в безветренную погоду. Таким образом, один и тот же

фактор в сочетании с другими оказывает неодинаковое экологическое воздействие. Наоборот, один и тот же экологический результат может быть получен разными путями. Например, увядание растений можно приостановить путем как увеличения количества влаги в почве, так и снижения температуры воздуха, уменьшающего испарение. Создается эффект частичного взаимозамещения факторов.

### **7. Закон незаменимости фактора**

Вместе с тем взаимная компенсация действия факторов среды имеет определенные пределы, и полностью заменить один из них другим нельзя. Полное отсутствие воды или хотя бы одного из основных элементов минерального питания делает жизнь растения невозможной, несмотря на самые благоприятные сочетания других условий. Свет, необходимый растениям для фотосинтеза, не может быть заменен избытком тепла или углекислого газа. Крайний дефицит тепла в полярных пустынях нельзя восполнить ни обилием влаги, ни круглосуточной освещенностью.

С учетом закономерностей взаимодействия в сельскохозяйственной практике экологических факторов можно умело поддерживать оптимальные условия жизнедеятельности культурных растений и домашних животных.

### **8. Закон ограничивающего (лимитирующего) фактора (закон минимума Либиха)**

Избыток или недостаток любого абиотического фактора может повлечь за собой ограничение или остановку роста популяции видов в экосистеме, даже если все другие факторы близки к оптимальному диапазону толерантности для этих видов живых организмов.

Ограничивающие факторы среды определяют географический ареал вида. Природа этих факторов может быть различной. Так, продвижение вида на север может лимитироваться недостатком тепла, в пустынные районы — недостатком влаги или слишком высокими температурами.

Чтобы определить, сможет ли вид существовать в данном географическом районе, нужно в первую очередь выяснить, не выходят ли какие-либо факторы среды за пределы его экологической валентности, особенно в наиболее уязвимый период развития.

Выявление ограничивающих факторов очень важно в практике сельского хозяйства, так как, направив основные усилия на их устранение, можно быстро и эффективно повысить урожайность растений или производительность животных.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Дайте понятие процесса адаптации.
2. Перечислите основные механизмы адаптации.
3. Сформулируйте закон оптимума. Ответ подтвердите примерами.
4. Приведите примеры неоднозначности действия фактора на разные функции организма.
5. В чем заключается разнообразие индивидуальных реакций на факторы среды?
6. Приведите примеры лимитирующих факторов наземных и водных экосистем.
7. Проведите соответствие между терминами и диапазоном выносливости вида:

а) стенотермный вид	1) не переносящий резкого изменения давления
б) эвритермный вид	2) не способный жить при широких колебаниях солености воды
в) эврибатный вид	3) способный переносить колебания температур в широком диапазоне
г) эврибатный вид	4) не переносящий колебания температур
д) стеногалинный вид	5) способный жить при широких колебаниях солености воды
е) эвригалинный вид	6) способный переносить изменения внешнего давления в широком диапазоне

### 1.3. Свойства водной среды обитания

Вода как среда обитания имеет ряд специфических свойств, таких, как большая плотность, сильные перепады давления, относительно малое содержание кислорода, сильное поглощение солнечных лучей и др. Водоемы и отдельные их участки различаются, кроме того, солевым режимом, скоростью горизонтальных перемещений (течений), содержанием взвешенных частиц. Для жизни придонных организмов имеют значение свойства грунта, режим разложения органических остатков и т.п. Поэтому наряду с адаптациями к общим свойствам водной среды ее обитатели должны быть приспособлены и к разнообразным частным условиям. Обитатели водной среды получили в экологии общее название *гидробионтов*. Они населяют Мировой океан, континентальные водоемы и подземные воды. В любом водоеме можно выделить различные по условиям зоны.

Рассмотрим основные свойства воды как среды обитания.

*Плотность воды* — это фактор, определяющий условия передвижения водных организмов и давление на разных глубинах. Плотность природных вод, содержащих растворенные соли, может быть больше, до  $1,35 \text{ г/см}^3$ . Давление возрастает с глубиной примерно в среднем на  $101,3 \text{ кПа}$  ( $1 \text{ атм}$ ) на каждые  $10 \text{ м}$ .

В связи с резким изменением давления в водоемах гидробионты в целом более легко, чем сухопутные организмы, переносят изменение давления. Некоторые виды, распространенные на разных глубинах, переносят давление от нескольких до сотен атмосфер. Например, голотурии рода *Elpidia* обитают в районе от прибрежной зоны до зоны наибольших океанических глубин,  $6\text{—}11 \text{ км}$ . Однако большинство обитателей морей и океанов обитают на определенной глубине.

Плотность воды обеспечивает возможность опираться на нее, что особенно важно для бесскелетных форм. Плотность среды служит условием парения в воде, и многие гидробионты приспособлены именно к этому образу жизни. Взвешенные, парящие в воде организмы объединяют в особую экологическую группу гидробионтов — *планктон* («планктос» — парящий). В составе планктона — одноклеточные и колониальные водоросли, простейшие, медузы, разнообразные мелкие рачки, личинки донных животных, икра и мальки рыб и многие другие.

Плотность и вязкость воды сильно влияют на возможность активного плавания. Животных, способных к быстрому плаванию и преодолению силы течений, объединяют в экологическую группу *нектона* («нектос» — плавающий). Представители нектона — рыбы, кальмары, дельфины. Быстрое движение в водной толще возможно лишь при наличии обтекаемой формы тела и сильно развитой мускулатуры.

1. *Кислородный режим.* В насыщенной кислородом воде содержание его не превышает  $10 \text{ мл}$  в  $1 \text{ л}$ , это в  $21$  раз ниже, чем в атмосфере. Поэтому условия дыхания гидробионтов значительно усложнены. Кислород поступает в воду в основном за счет фотосинтетической деятельности водорослей и диффузии из воздуха. Поэтому верхние слои водной толщи, как правило, богаче этим газом, чем нижние. С повышением температуры и солености воды концентрация в ней кислорода понижается.

Дыхание гидробионтов осуществляется либо через поверхность тела, либо через специализированные органы — жабры, легкие, трахеи. При этом покровы могут служить дополнительным органом дыхания. Например, рыба вьюн через кожу потребляет в среднем до  $63\%$  кислорода. Многие сидячие и малоподвижные животные обновляют вокруг

себя воду, либо создавая ее направленный ток, либо колебательными движениями способствуя ее перемешиванию. Двустворчатым моллюскам для этой цели служат реснички, выстилающие стенки мантийной полости; ракообразным — работа брюшных или грудных ножек. Пиявки, личинки комаров-звонцов (мотыль) колышут тело, высунувшись из грунта.

Млекопитающие, перешедшие в процессе эволюционного развития от сухопутного к водному образу жизни, например, ластоногие, китообразные, водяные жуки, личинки комаров, сохраняют обычно атмосферный тип дыхания и поэтому нуждаются в контактах с воздушной средой.

Нехватка кислорода в воде приводит иногда к катастрофическим явлениям — заморам, сопровождающимся гибелью множества гидробионтов. Зимние заморы часто вызываются образованием на поверхности водоемов льда и прекращением контакта с воздухом; летние — повышением температуры воды и уменьшением вследствие этого растворимости кислорода.

2. *Солевой режим.* Поддержание водного баланса гидробионтов имеет свою специфику. Если для наземных животных и растений наиболее важно обеспечение организма водой в условиях ее дефицита, то для гидробионтов не менее существенно поддержание определенного количества воды в теле при ее избытке в окружающей среде. Излишнее количество воды в клетках приводит к изменению в них осмотического давления и нарушению важнейших жизненных функций. Поэтому пресноводные формы не могут существовать в морях, морские — не переносят опреснения. Если соленость воды подвержена изменениям, животные перемещаются в поисках благоприятной среды.

3. *Температурный режим* водоемов, как уже было замечено, более устойчив, чем на суше. Амплитуда годовых колебаний температуры в верхних слоях океана не более 10–15 °С, в континентальных водоемах — 30–35 °С. Глубокие слои воды отличаются постоянством температуры. В экваториальных водах среднегодовая температура поверхностных слоев +26–27 °С, в полярных — около 0 °С и ниже. В горячих наземных источниках температура воды может приближаться к +100 °С, а в подводных гейзерах при высоком давлении на дне океана зарегистрирована температура +380 °С. Но по вертикали температурный режим разнообразен, например, в верхних слоях проявляются сезонные колебания температуры, а в нижних тепловой режим постоянен.

4. *Световой режим.* Света в воде гораздо меньше, чем в воздухе. Часть падающих на поверхность водоема лучей отражается в воздуш-

ную среду. Отражение тем сильнее, чем ниже положение Солнца, поэтому день под водой короче, чем на суше. Быстрое убывание количества света с глубиной связано с поглощением его водой. Лучи с разной длиной волны поглощаются неодинаково: красные исчезают уже недалеко от поверхности, тогда как сине-зеленые проникают значительно глубже. Это оказывает влияние на окраску гидробионтов, например, с глубиной происходит смена окраски водорослей: зеленые, бурые и красные водоросли, специализирующиеся на улавливании света с разной длиной волны. Окраска животных меняется с глубиной так же закономерно. Многие глубинные организмы не имеют пигментов.

В темных глубинах океана в качестве источника зрительной информации организмы используют свет, испускаемый живыми существами. Свечение живого организма получило название *биолюминесценции*.

Таким образом, свойства среды во многом определяют пути адаптации ее обитателей, их образ жизни и способы использования ресурсов, создавая цепи причинно-следственных зависимостей. Так, высокая плотность воды делает возможным существование планктона, а наличие парящих в воде организмов — предпосылка для развития фильтрационного типа питания, при котором возможен и сидячий образ жизни животных. В результате формируется мощный механизм самоочищения водоемов биосферного значения. В нем участвует огромное количество гидробионтов, как бентосных (обитающих на грунте и в грунте дна водоёмов), так и пелагиальных (растений или животных, обитающих в толще или на поверхности воды), от одноклеточных простейших до позвоночных животных. Например, только планктонные морские веслоногие раки (*Calanus*) за несколько лет способны профильтровать воды всего Мирового океана, т.е. примерно 1,37 млрд км<sup>3</sup>. Нарушение деятельности фильтраторов различными антропогенными воздействиями создает серьезную угрозу в поддержании чистоты вод.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Перечислите основные свойства водной среды обитания.
2. Поясните, как плотность воды определяет форму животных, способных к быстрому плаванию.
3. Назовите причину заморов.
4. Какое явление называется «биолюминесценция»? Знаете ли вы живые организмы, обладающие подобным свойством?
5. Какую экологическую роль играют фильтраторы?

## Список литературы

1. *Андреева Н.Д.* Теория и методика обучения экологии. М. : Академия, 2009.
2. *Арустамов Э.А., Левакова И.В., Баркалова Н.В.* Экологические основы природопользования. М. : Дашков и К<sup>о</sup>, 2008.
3. Биологический энциклопедический словарь / гл. ред. М.С. Гиляров. М. : Советская энциклопедия, 1986.
4. *Блинов Л.Н., Перфилова И.Л., Юмашева Л.В.* Экологические основы природопользования. М. : Дрофа, 2010.
5. *Блинов Л.А., Перфилова И.Л., Юмашева Л.В.* Экологические основы природопользования : практикум. Ростов н/Д. : Феникс, 2008.
6. *Гальперин М.В.* Экологические основы природопользования. М. : Форум : ИНФА-М, 2007.
7. *Гурова Т.Ф.* Основы экологии и рационального природопользования. М. : Оникс, 2011.
8. *Денисова В.В., Курбатова А.С.* Экология города. М. : МарТ, 2008.
9. *Емельянов А.Г.* Основы природопользования. М. : Академия, 2009.
10. *Константинов В.М., Челобидзе Ю.Б.* Экологические основы природопользования. М. : Академия, 2010.
11. *Козачек А.В.* Экологические основы природопользования. Ростов н/Д. : Феникс, 2008.
12. *Колесников С.И.* Экологические основы природопользования. М. : Дашков и К<sup>о</sup>, 2008.
13. *Константинов В.М.* Экологические основы природопользования. М. : Академия, НМЦ СПО, 2009
14. *Миркин Б.М.* Экология. М. : Вентана-Граф, 2009.
15. Экология и экономика природопользования / под. ред. Э.В. Гирусова, В.Н. Лопатина. М. : ЮНИТИ-ДАНА : Единство, 2003.
16. *Рюмина Е.В.* Экологический анализ ущерба от экономических нарушений. М. : Наука, 2009.
17. *Сазонов Э.В.* Экология городской среды. СПб. : ГИОРД, 2010.
18. *Сухорукова С.М., Сухоруков П.В., Хабарова Е.И.* Экологический менеджмент в условиях глобализации экономики. М. : Колос, 2009.
19. *Трушина Т.П.* Экологические основы природопользования. Ростов н/Д. : Феникс, 2009.
20. *Хаскин В.В.* Экология человека. М. : Экономика, 2008.
21. *Чернова Н.М., Былова А.М.* Общая экология. М. : Дрофа, 2004.