

Т. А. Хван, М. В. Шинкина

# ЭКОЛОГИЯ

## ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ БАКАЛАВРОВ

5-е издание, переработанное и дополненное

*Рекомендовано Министерством образования и науки  
Российской Федерации в качестве учебного пособия  
для студентов высших учебных заведений*

Москва • Юрайт • 2015

УДК 338.4(075.8)

ББК 65.28я73

X30

**Авторы:**

**Хван Татьяна Александровна** — кандидат медицинских наук, доцент кафедры региональной экономики и природопользования Ростовского государственного экономического университета (РИНХ);

**Шинкина Мария Владимировна** — федеральный судья Кировского районного суда г. Ростов-на-Дону.

**Рецензент:**

*Чапек В. Н.* — доктор экономических наук, профессор.

**Хван, Т. А.**

X30

Экология. Основы рационального природопользования : учеб. пособие для бакалавров / Т. А. Хван, М. В. Шинкина. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2015. — 319 с. — Серия : Бакалавр. Базовый курс.

ISBN 978-5-9916-2795-5

Учебное пособие написано в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования третьего поколения.

Рассмотрены основные вопросы экологии и охраны окружающей среды; особенности взаимодействия общества и природы; принципы и методы рационального природопользования; экологическое регулирование и прогнозирование последствий природопользования; современное состояние окружающей среды России; основные загрязняющие вещества атмосферы, гидросферы и литосферы и их источники; теоретические и практические вопросы мониторинга окружающей среды; глобальные проблемы экологии (рациональное природопользование, избытие отходов, сохранение видового разнообразия планеты, особо охраняемые природные территории и др.); государственные, правовые и социальные аспекты охраны окружающей среды.

*Для студентов высших и средних специальных учебных заведений.*

УДК 338.4(075.8)

ББК 65.28я73

ISBN 978-5-9916-2795-5

© Хван Т. А., Шинкина М. В., 2011

© ООО «Издательство Юрайт», 2015

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	<b>5</b>
<b>Глава 1. Экологические основы природопользования</b> .....	<b>7</b>
1.1. Экология как наука. Цели и задачи экологии.....	7
1.2. Основные методы экологии.....	9
1.3. Понятие о среде обитания.....	15
1.4. Концепция биогеоценоза.....	23
1.5. Биосфера.....	34
1.6. Основные экологические законы, регулирующие взаимодействия в системе «общество – природа».....	45
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	49
<b>Глава 2. Особенности взаимодействия общества и природы</b> ... ..	<b>51</b>
2.1. Понятие о природно-ресурсном потенциале.....	51
2.1.1. Классификация природных ресурсов.....	53
2.1.2. Принципы рационального природопользования.....	54
2.2. Антропоэкологические системы. Признаки экстремальности.....	56
2.2.1. Влияние предприятий энергетики на окружающую среду.....	61
2.2.2. Эволюция человека под влиянием экологических факторов.....	74
2.2.3. Особенности экологии городов и крупных сельскохозяйственных районов.....	75
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	80
<b>Глава 3. Современное состояние окружающей среды России</b> ... ..	<b>81</b>
3.1. Понятие о загрязнениях окружающей среды, их классификация и характеристика.....	83
3.2. Источники и основные группы загрязняющих веществ атмосферы России.....	89
3.3. Источники и основные группы загрязняющих веществ гидросферы России.....	97
3.4. Источники и основные группы загрязняющих веществ литосферы России.....	105
3.5. Чрезвычайные ситуации – источник мощного воздействия на окружающую среду.....	115
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	132
<b>Глава 4. Глобальные проблемы экологии</b> .....	<b>134</b>
4.1. Сущность концепции экологического риска.....	134
4.2. Экологический кризис. Понятие, причины, признаки.....	137
4.3. Концепция устойчивого экологического развития ... ..	141
4.3.1. Пути перехода к рациональному природопользованию.....	144
4.3.2. Охрана атмосферы.....	147

4.3.3. Принципы предупреждения вторичных изменений в атмосфере.....	149
4.3.4. Охрана водных ресурсов.....	158
4.3.5. Охрана земель.....	164
4.4. Сохранение видового разнообразия планеты.....	167
4.4.1. Естественная регуляция численности популяций в биоценозах .....	168
4.4.2. Изменение структуры и численности популяций в результате деятельности человека .....	170
4.4.3. Исчезновение видов.....	174
4.4.4. Особо охраняемые природные территории .....	176
4.4.5. Демографические проблемы и экологическая ситуация.....	180
4.5. Размещение производства и проблема отходов.....	187
4.5.1. Отходы как источник загрязнения окружающей среды.....	188
4.5.2. Классификация отходов по степени опасности для окружающей среды.....	189
4.5.3. Способы обезвреживания токсичных отходов... ..	192
4.5.4. Проблема использования отходов производства .....	196
4.5.5. Принципы нормирования опасных веществ, поступающих в биосферу в результате деятельности человека .....	203
4.6. Мониторинг окружающей среды .....	208
4.6.1. Понятие о мониторинге. Цели и задачи. Объект исследования.....	209
4.6.2. Виды мониторинга .....	212
4.6.3. Организация мониторинга окружающей среды .....	215
<i>Вопросы и задания для самоконтроля .....</i>	<i>216</i>
<b>Глава 5. Государственные, правовые и социальные аспекты охраны окружающей среды .....</b>	<b>219</b>
5.1. Законодательство в области экологической безопасности. Государственная экологическая политика .....	219
5.2. Экологические правонарушения .....	264
5.3. Механизм обеспечения устойчивого экологического развития.....	274
5.4. Международное сотрудничество в области экологии ...	288
5.5. Стратегия устойчивого экологического развития .....	296
<i>Вопросы и задания для самоконтроля .....</i>	<i>299</i>
<b>Примерные тесты для контроля знаний .....</b>	<b>300</b>
<b>Нормативные акты .....</b>	<b>315</b>
<b>Литература .....</b>	<b>317</b>

## Введение

Одним из множества аспектов взаимоотношений человека и окружающей среды на современном этапе наряду с природоведением, природообустройством является **природопользование**, которое подразумевает извлечение из природных территорий вещества, энергии и информации, необходимых в общественном производстве; получение услуг от природных объектов (рекреационных, оздоровительных, воспитательных, научных и т.п.); использование окружающей природы как пространственного базиса для размещения антропогенных объектов (населенных пунктов, объектов промышленности, транспорта, связи, природообустройства, обороны); использование природных территорий для размещения отходов антропогенной деятельности (газообразных, жидких, твердых, органических и неорганических). Грамотное природопользование, способность определить допустимый объем изъятия вещества и энергии, допустимую антропогенную нагрузку на окружающую среду, обеспечивающую ее сохранение, экологическую безопасность для природы и человека, возможно только при постижении основных закономерностей взаимодействия между обществом и природой, законов развития и существования экосистем и биосферы в целом, эволюции биосферы на современном этапе. Именно это дает нам **экология**.

Термин «экология» (от греч. *oikos* — жилище, дом и *logos* — наука) был предложен немецким биологом Эрнстом Геккелем в 1868 г. для обозначения нового научного направления в биологии по изучению законов взаимодействия биологических систем и окружающей среды.

Развитие общества, научно-техническая революция, нарастающее загрязнение и антропогенное изменение окружающей среды обусловили появление множества неоднозначных исследований, отнесенных к экологии. В частности, термин «экология» был применен для названия новой категории исследований, нового научного направления в социологии, заключающегося в изучении законов

и социальных механизмов взаимодействия человеческого общества и окружающей среды.

В настоящее время значение экологии как биологической науки и спектр изучаемых ею проблем очень велики. Экология изучает взаимоотношение организмов (особей, популяций особей) между собой и окружающей средой — биоэкология; положение человека и общества в биосфере и его связи с экологическими системами; экология способствует нахождению рациональных решений в ведении хозяйственной деятельности человека; глобальная экология изучает биосферу Земли; по подходам к предмету исследования выделяют аналитическую и динамическую экологию; инженерная экология изучает взаимные влияния промышленных и природных комплексов и т.д.

Таким образом, экология является многоплановой дисциплиной, поэтому будущим специалистам различного профиля необходимо знание основ экологии.

Любой современный специалист должен обладать не только комплексом специальных знаний, но и определенным уровнем экологического мышления, которое позволит анализировать и оценивать собственную производственную деятельность относительно ее воздействия на природную среду, обеспечить понимание глубинных процессов этого взаимодействия и позволит принимать рациональные и обоснованные решения. Основой для формирования экологического мышления может служить только знание и понимание сущности экологии как науки, осознание единства живой и неживой природы, законов их взаимодействия между собой. Четкие представления о биосфере и ее эволюции, факторах, обусловивших ее превращение в ноосферу и техносферу, и последствиях этого превращения.

Устойчивое экологическое развитие или устойчивое состояние биосферы в условиях все возрастающего антропогенного давления является центральной проблемой человеческого общества. Нравственное и общекультурное развитие общества, к сожалению, отстает от темпов научно-технического прогресса. В результате создается реальная угроза самому существованию человечества как части биосферы.

Именно поэтому в Законе РФ от 19 декабря 1991 г. № 2060-1 «Об охране окружающей природной среды» сказано: «Овладение минимумом экологических знаний, необходимых для формирования экологической культуры граждан, во всех дошкольных, средних и высших учебных заведениях независимо от их профиля, обеспечивается обязательным преподаванием основ экологических знаний».

## Глава 1

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

### 1.1. Экология как наука. Цели и задачи экологии

**Экология** — это наука, изучающая закономерности взаимодействия организмов и среды их обитания, законы развития и существования биогеоценозов как комплексов взаимодействующих живых и неживых компонентов в различных участках биосферы.

Слово «экология» как уже говорилось в предисловии, впервые употребил немецкий биолог Эрнст Геккель, обозначив им биологическую науку, изучающую взаимоотношения организмов с окружающей средой. В настоящее время это понятие стало употребляемым и привычным во всем мире, породило «экологизацию» современных научных дисциплин, определило способ мышления и поведения для наиболее образованной и прогрессивной части человечества. Экология по праву стала одной из сторон гуманизма, духовности, понимания единства человека и природы, высокой культуры.

Основу всей жизнедеятельности человека, источник ресурсов его хозяйства составляет окружающая нас природа. Однако человечество очень долго обходило и замалчивало проблемы воздействия цивилизации на окружающую среду.

Впервые эти вопросы были подняты В. И. Вернадским, который доказал, что по мощности воздействия на биосферу антропогенные процессы к началу XX в. стали сопоставимы с геологическими и другими естественными процессами. Понадобились десятилетия для того, чтобы научная мысль пришла к выводу о том, что развитие цивилизации

настоящими темпами и в существующей форме неизбежно ведет к разрушению природы и несовместимо с возможностями выживания человека как биологического вида.

Экологические закономерности проявляются на уровне особи, популяции особей, биоценоза, биогеоценоза и биосферы в целом. Понимание этого является основополагающим в развитии экологии как науки, изучающей природу как человеческий дом и доказывающей, что он незаменим, уникален, неповторим, но при этом хрупок, уязвим и нуждается в защите от разрушительных последствий развития цивилизации. Таким образом, наука, ранее ориентированная на изучение отдельных видов, популяций и элементарных сообществ, перенесла центр внимания на всю биосферу как совокупность живых организмов на Земле. Возникла экология человека как всякого живого существа; человеческого общества как особой совокупности живых организмов.

Если проследить последовательность этапов развития экологии, то вначале это были два частных раздела ботаники и зоологии, изучающие взаимодействие организмов с окружающей средой. К середине XX в. экология как наука, превратилась в отрасль биологии, изучающую еще и надорганизменные системы, совокупность организмов вместе с окружающей средой, называемую *общей экологией*. В настоящее время экология приобрела междисциплинарное, общенаучное значение и получила статус всеобщей экологии.

*Всеобщая экология* — наука методологическая, создающая научные методы познания действительности, ее выводы находят применение в различных областях человеческой деятельности.

В соответствии с этим основными задачами экологии являются:

- постижение законов функционирования и развития биосферы как целостной системы;
- изучение реакций компонентов окружающей среды на возмущающие воздействия естественного и антропогенного происхождения;
- определение допустимых пределов воздействия человеческой цивилизации на окружающую среду;
- разработка концептуальных представлений и рекомендаций относительно путей развития общества, которые гарантировали бы соблюдение пределов воздействия на окружающую среду, существование и развитие последней.



В науке экологии осуществляется синтез многих научных дисциплин — биологии, геологии, физики, химии, географии, экономики, социологии, математического моделирования, правоведения и др.

Экологические проблемы требуют широкого философского осмысления, создания новых этических концепций. В экологии сложнейшие научные построения соседствуют с прикладными вопросами, которые требуют немедленного решения. Структура науки экологии схематично изображена на рис. 1.1.

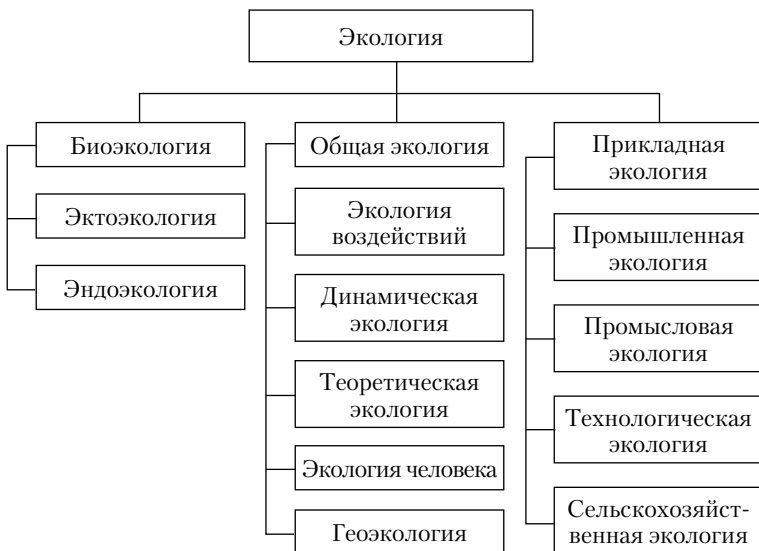


Рис. 1.1. Структура современной экологии

Таким образом, можно сделать вывод, что экология — не просто научная дисциплина, она представляет собой проблемно ориентированную систему научных знаний.

## 1.2. Основные методы экологии

Деление экологии на *общую* (изучение основных принципов организации и функционирования биологических систем) и *частную* (изучение конкретных групп живых организмов) отражает не столько проблематику экологии

как науки, сколько различия в характере и методах исследований.

В настоящее время основными методами экологии являются:

— *полевые наблюдения*, позволяющие получить конкретные сведения о состоянии отдельных видов и популяций, их роли в существовании определенной экологической системы; зависимость от деятельности определенных групп организмов, антропогенного влияния; данные об изменении численности популяций и т.д.;

— *эксперименты в природных условиях*, позволяющие моделировать ту или иную ситуацию, последствия ее развития для конкретного сообщества организмов, биоценоза или биогеоценоза;

— *математическое моделирование процессов и ситуаций*, встречающихся в популяциях и биоценозах, с помощью вычислительной техники. Математическое моделирование позволяет произвести количественную оценку изучаемых процессов и явлений. Оно дает возможность с большой долей достоверности, используя накопленные данные, прогнозировать возможное развитие тех или иных процессов и ситуаций в экологических системах. Однако, используя математические приемы, эколог должен помнить, что в связи с наличием у сложных экологических систем большого числа степеней свободы, а также параметров, зависящих от времени, к этим системам не могут применяться классические, жестко детерминированные алгоритмы управления и прогнозирования. Иными словами, математические расчеты в экологии используются при решении практических вопросов, но не могут и не должны предсказывать конкретные частности.

Однако привлечение количественных методов в экологические исследования является потребностью времени. Среди них наиболее перспективными являются методы моделирования процессов и ситуаций, совершающихся в популяциях и биоценозах.

Надорганизменные системы, которые изучает экология, — популяции, биоценозы, биогеоценозы, экосистемы — чрезвычайно сложны. В них наблюдается огромное количество взаимосвязей, прочность и постоянство которых непрерывно меняются. Одни и те же внешние воздействия могут привести к различным, иногда прямо проти-

воположным результатам, в зависимости от того, в каком состоянии находилась система в момент воздействия.

Предвидеть ответные реакции системы на действие конкретных факторов можно лишь через сложный анализ существующих в количественных измерениях взаимоотношений и закономерностей. Поэтому в экологической практике широкое распространение получил *метод математического моделирования* как средство изучения и прогнозирования природных процессов.

Одной из первых моделей была модель *Вольтерра—Лотки*. В любом биоценозе происходит взаимодействие между всеми его элементами: особи одного вида взаимодействуют с особями своего и других видов. Эти взаимодействия могут быть мирными, а могут иметь связь типа «хищник — жертва». Замечено, что численность хищных рыб колеблется в обратной пропорции относительно численности мелких рыбешек, служащих им пищей. Анализ этих колебаний позволил математику Вито Вольтерра (1860—1940) вывести уравнения, формализующие эти колебания. Однако если бы в биоценозе было только два этих вида (что является очень большим упрощением), то динамика численности каждого из этих видов сильно отличалась бы от картины их независимого существования.

Кроме ситуаций «хищник — жертва», «конкуренция — сосуществование» может моделироваться ситуация «симбиоз». Модель симбиоза отражает кооперацию отдельных видов в борьбе за существование, когда один вид помогает или покровительствует другому (кооперация пчел, кооперация деревьев). Математические модели, построенные для исследования устойчивости такой системы, показывают, что при достаточно больших начальных значениях численности всегда будет происходить экспоненциальный рост популяций, что в определенных случаях соответствует действительности.

Биосфера сформировалась в ходе эволюционных преобразований, без участия человека. Качественно новый этап в развитии биосферы начался с появлением человека в конце третичного периода Кайнозойской эры. Деятельность человека довольно долго не отличалась от деятельности других живых существ. Добывание огня выделило человека из ряда других животных. Человек сумел расселиться не только в районы холодного климата, пережить оледене-

ния и защититься от хищников, но и научился уничтожать органические остатки, вмешиваясь в круговорот веществ в биосфере. Сейчас происходит интенсивная перестройка природы в результате человеческой деятельности. Перед человечеством реально маячит угроза голода, самоотравления, разрушения биологической основы наследственности. Для предотвращения угрозы нужно знать ее причины. В этих целях и строились глобальные экологические модели.

Первой моделью прогнозирования расхода ресурсов была *модель Т. Мальтуса (1798)*, который исходил из геометрического роста численности населения и арифметического роста средств существования. Такой подход был упрощенным и глубоко ошибочным.

*Дж. Форрестер (1970)* предложил динамическую модель, учитывающую изменения населения, капитальных вложений, природных ресурсов, загрязнение среды, производство продуктов питания. Принятые в модели взаимосвязи достаточно сложны. Например, рост численности населения поставлен в зависимость от его плотности, обеспеченности питанием, уровня загрязнения окружающей среды, наличия ресурсов, материального благосостояния. Смертность увязана с уровнем жизни, питанием; загрязнение среды связано с объемом фондов и т.д. Многофакторная модель Форрестера позволяет рассматривать системы в зависимости от колебания многих факторов. Одним из результатов исследования Форрестера были графики расхода природных ресурсов при стабилизации численности населения, производственных фондов и качества жизни.

*Группа Д. Медоуза (1972)* построила динамическую модель на базе пяти основных показателей: ускоряющаяся индустриализация, рост численности населения, увеличение числа недоедающих, истощение ресурсов, ухудшение окружающей среды. В модель заложен большой набор частных связей, в три раза больший, чем в модели Форрестера. Прогноз по модели Медоуза по различным вариантам показал, что вследствие исчерпания природных ресурсов и растущего загрязнения окружающей среды в середине XXI в. произойдет мировая катастрофа. Единственным вариантом для ее исключения может быть стабилизация численности населения и объема промышленного производства, стимулирование капиталом развития сельского хозяйства.

Модель *М. Месаровича и Э. Пестеля (1974)* отличается размерностью и детальностью связей. В ней содержится

более 100 тысяч уравнений, описывающих мировую систему как совокупность региональных систем. Авторы выделили наиболее крупные страны (Япония, Россия, Китай, Вьетнам и др.) и регионы (Северная Америка, Западная Европа, Северная Африка и др.), 10 групп населения, 5 категорий машин, 2 разновидности сельскохозяйственного производства, 19 разновидностей промышленного капитала, 5 видов капитала в энергетике. На базе этой модели авторы рассмотрели различные сценарии развития мировой системы.

В Пенсильванском университете была создана система совместного функционирования национальных моделей. Ее математическая часть состоит из 20 с лишним тысяч уравнений.

Группой экспертов ООН под руководством В. Леонтьева в конце 1970-х гг. была разработана межрегиональная модель межотраслевого баланса мировой экономики.

В нашей стране в конце 1970-х гг. под руководством Н. Н. Моисеева была разработана *математическая модель биосферы «Гея»*. Она состояла из двух взаимосвязанных систем. Первая описывала процессы, происходящие в атмосфере и океане. Вторая — круговорот веществ в природе. В основу математической модели были положены такие локальные модели, как испарения с поверхности океана и конденсация воды в атмосфере, поглощение углекислоты морской водой, перенос энергии атмосферой, реакции фотосинтеза, отмирание растений, распределение биомассы на поверхности Земли и др. На базе модели «Гея» был выполнен расчет различных сценариев изменения климата на планете под воздействием ядерного взрыва, извержения вулкана, создания крупного локального топливно-энергетического комплекса, изменения горного ландшафта.

В первой половине 1980-х гг. ученые разных стран создавали глобальные математические модели с целью прогнозирования последствий ядерной войны. Наиболее обширными были модель американского астронома К. Сагана и модель «Гея». В значительной степени именно эти исследования стимулировали политические решения государств по сокращению ядерного вооружения.

В построении математических моделей сложных процессов можно выделить следующие этапы:

— тщательное изучение тех реальных явлений, которые нужно смоделировать, выявление главных компонентов

и установление законов, определяющих характер взаимодействия между ними;

– формулирование основных вопросов, ответы на которые должна дать модель;

– разработка математической теории, описывающей изучаемые процессы с необходимой детальностью. На ее основе строится модель в виде системы абстрактных взаимодействий. Установленные законы должны быть облечены в точную математическую форму. Конкретные модели могут быть представлены системой аналитических уравнений или в виде логической системы машинной программы;

– проверка модели путем расчета на ее основе и сличения результатов с действительностью. При этом проверяется правильность сформулированной гипотезы. При значительном расхождении модель отвергают или совершенствуют. При согласованности результатов модель используют для прогноза, вводя в нее различные исходные параметры.

Расчетные методы помогают увидеть то, что трудно или невозможно проверить в эксперименте, позволяют прогнозировать процессы и ситуации, развивающиеся в природе в течение больших промежутков времени.

В настоящее время математическое моделирование широко используется в экологических исследованиях и прогнозах. Математическими моделями описывают и проверяют разные варианты динамики численности популяций, продукционные процессы в экосистемах, условия стабилизации сообществ, ход восстановления систем при разных типах нарушений. Строятся математические модели по регулированию промысловых усилий, модели промышленных популяций, модели трофических связей по решению проблемы борьбы с вредителями. Модели эксплуатации лесного хозяйства, стратегические модели использования сырья, математические модели выбора способа производства, модель оптимизации платы за воду и многие другие.

Назрела необходимость создания глобальных математических моделей, в которые входили бы подсистемы взаимодействия между атмосферой и водой, атмосферой и поверхностью почвы, процессы в каждом из элементов окружающей среды, взаимодействие верхнего слоя атмосферы с космосом, механизмы саморегулирования в природе, влияние деятельности человека на окружающую среду.

При значительном объеме возможностей подобная модель должна быть достаточно детальна для различных регионов нашей планеты. С помощью такой модели можно оценить крупные инженерные решения, деятельность городов, варианты создания гидросистем, размещения заводов и т.д.

### 1.3. Понятие о среде обитания

Одним из важнейших понятий экологии является среда обитания.

**Среда обитания** — это совокупность факторов и элементов, воздействующих на организм в месте его обитания.

Любое живое существо живет в сложном, постоянно меняющемся мире, приспосабливаясь к нему и регулируя свою жизнедеятельность в соответствии с его изменениями.

Живые организмы существуют как открытые, подвижные системы, устойчивые при притоке к ним энергии и информации из окружающей среды.

На нашей планете живые организмы освоили четыре основные сферы обитания, каждая из которых отличается совокупностью специфических факторов и элементов, воздействующих на организм.

Жизнь возникла и распространилась в *водной среде*. Впоследствии, с появлением фотосинтеза, а следовательно, и свободного кислорода, сначала в воде, а затем и в атмосфере живые организмы «вышли» на *сушу*. Затем они овладели *воздушной средой*, заселили *почву*.

С появлением *биосферы* как целостной оболочки Земли, населенной живыми организмами, она стала еще одной средой с определенным сочетанием специфических — биотических факторов, воздействующих на каждый организм.

Процесс приспособления организмов к воздействию факторов окружающей среды называется *адаптацией*. Способность к адаптации — одно из важнейших свойств живого. Выживают только организмы, приобретающие в процессе эволюции признаки, полезные для жизни. Эти признаки закрепляются в поколениях благодаря способности организмов к размножению.

Адаптация к факторам среды проявляется на разных уровнях: клеточном, тканевом, органном, организменном, популяционном, популяционно-видовом, биоценотическом и глобальном, т.е. на уровне биосферы в целом.