



УЧЕБНЫЕ ИЗДАНИЯ ДЛЯ БАКАЛАВРОВ

А. В. Маринченко

# ЭКОЛОГИЯ

УЧЕБНИК



# **Анатолий Васильевич Маринченко**

## **Экология**

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=17196675](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=17196675)*

*Экология. Учебник для бакалавров: Издательско-торговая корпорация  
«Дашков и К°»; Москва; 2015  
ISBN 978-5-394-02399-6*

### **Аннотация**

Учебник состоит из четырех разделов. В первом разделе рассматриваются живые системы на всех уровнях их организации, но основное внимание уделяется надорганизменным уровням организации живых систем во всем единстве и неразрывности многочисленных связей, закономерностям их проявления (общая экология). Второй раздел посвящен экологии биосферы (глобальная экология), третий – экологии человека. В четвертом разделе рассматриваются экологические проблемы современности, причины возникновения и способы снижения их воздействия на природную среду и предотвращения экологического кризиса (прикладная экология). Для студентов гуманитарных и экономических специальностей.

# Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ	8
1.1. Экология: предмет, основные понятия и законы	8
1.2. Учение о биосфере	22
1.3. Среда обитания и здоровье человека	40
Глава 2. ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	46
2.1. Современный мир и его влияние на окружающую среду	46
Конец ознакомительного фрагмента.	51

# **А. В. Маринченко**

# **Экология. Учебник**

# **для бакалавров**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Фундаментом всей жизнедеятельности человека, источником всех ресурсов его хозяйственной деятельности является природа. Наука долго не замечала проблемы воздействия цивилизации на природу. Но к началу XX в. мощность влияния на биосферу антропогенных процессов стала сопоставима с естественными процессами. Внедрение экологически грязных технологий, освоение новых территорий, выброс в атмосферу вредных газов, загрязнение окружающей среды радиоактивными отходами, сжигание углеводородного топлива и многие другие негативные факторы привели к масштабному выбросу в атмосферу углерода.

Постоянно сталкиваясь с такими огромными объемами углекислого газа, экологические системы суши оказались не в состоянии поглощать его и выделять кислород. Более того, природа, адаптировавшись к таким условиям, стала выделять углекислый газ. И как следствие – увеличилось число природных катастроф: засухи, ураганы, торнадо по своей

силе становятся все масштабнее и разрушительнее.

Неужели природа, которой “надоело” страдать от варварской хозяйственной деятельности человечества, перешла к военным действиям против обидчика? Но ведь эта война для человечества – заранее проигранная война. Победы в ней человек, и неизбежны вопросы: а где жить? чем дышать? что пить и есть? Если же победит природа – указанные вопросы нет смысла задавать.

Стал актуальным вопрос о постижении законов функционирования биосферы как целостной системы. Именно этим вопросом и занимается наука **экология**. Экологическая проблема стала одной из востребованных общечеловеческих проблем в современном мире. Она явилась следствием развития человеческого общества, научно-технической революции и научно-технического прогресса, индустриализации, урбанизации, постоянного возрастания демографической нагрузки на природу, нарушения естественного мироустройства.

В 2002 г. был принят Федеральный закон “Об охране окружающей среды”, где сказано: “В целях формирования экологической культуры и профессиональной подготовки специалистов в области охраны окружающей среды устанавливается система всеобщего и комплексного экологического образования, включающая в себя общее образование, среднее профессиональное образование, высшее образование и дополнительное профессиональное образование специали-

стов, а также распространение экологических знаний, в том числе через средства массовой информации, музеи, библиотеки, учреждения культуры, природоохранные учреждения, организации спорта и туризма”.

Экологическая культура, экологическое мышление должны стать приоритетными ценностями каждого россиянина, и особенно специалистов, которые будут работать в системе государственного управления, территориальных органов самоуправления, городском хозяйстве, экономике.

Структура учебника должна дать студентам ответы на такие общие вопросы, как основные законы экологии; учение о биосфере; здоровье и окружающая среда обитания. Также в учебнике проанализированы глобальные проблемы окружающей среды, экологические принципы рационального использования природных ресурсов и охраны природы.

Значительное место уделяется основам экономики природопользования, экозащитной технике и технологиям.

Качество окружающей среды и анализ потенциальных возможностей ее основных экологических составляющих рассмотрены в главе “Экологический мониторинг”.

Жизнь заставляет современное общество создавать систему внешнего регулирования – систему норм права, охраняемых силой государства. Эти вопросы подробно излагаются в главе “Основы экологического права”.

Новацией учебника является глава “Экологические аспекты урбанизации”. Здесь анализируются не только эколо-

гическая обстановка, способы охраны окружающей среды и проблемы природопользования населенных пунктов, но и эстетические аспекты окружающей природной среды.

Необходимо подчеркнуть, что человечество осознало новую жизненно важную потребность – экологическую безопасность личности, общества, государства и мира в целом. Ее обеспечение становится в третьем тысячелетии более необходимым, нежели удовлетворение потребностей в новых товарах, услугах и других материальных и моральных запросах. Предлагаемый учебник ставит своей целью научить сохранять, оберегать, правильно распоряжаться природными ресурсами, которые любезно предоставила в наши владения Мать-природа, доказать сопричастность всех нас тому, что происходит с окружающей средой, а через ее изменения – и с самим человеком.

# Глава 1. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ

## 1.1. Экология: предмет, основные понятия и законы

**Экология** – это наука, изучающая отношения организмов (особей, популяций, биоценозов и т. п.) между собой и с окружающей их неорганической природой; общие законы функционирования экосистем различного иерархического уровня; среду обитания живых существ (включая человека).

Глобальная экология изучает *биосферу* в целом, т. е. экологическую систему, охватывающую земной шар. К числу главных задач современной глобальной экологии относятся изучение антропогенных изменений в среде обитания и обоснование методов ее сохранения и улучшения в интересах человечества. В связи с этим большое значение приобретает прогнозирование изменений экологической ситуации в будущем и на этой основе разработка на ближайшие годы и на отдаленную перспективу мероприятий, направленных на сохранение и улучшение среды обитания людей, на предотвращение нежелательных изменений биосферы.

Экология как наука сформировалась в середине XIX столетия, когда возникло понимание, что не только строение и развитие организмов, но и их взаимоотношения со средой обитания подчинены определенным закономерностям. В 1866 г. немецкий естествоиспытатель Эрнест Геккель в двухтомной монографии “Общая морфология организма” назвал экологией один из разделов биологии – науку об условиях обитания организмов в окружающей их среде. От древнегреческого *oikos* (дом, жилище) образовано не только наименование этой науки, но и понятие “ойкумена” (экумена), служащее для обозначения природы, освоенной и обжитой человеком. Ныне, когда человек осваивает космос, ойкумена вышла за пределы Земли, а экология, пусть еще не как знание, но хотя бы как термин, проникла в сознание каждого, она перестала быть отраслью одной лишь биологии, на родство с ней претендуют и география, и политэкономия, и философия, да и весь комплекс естественных и общественных наук. Более того, экология вышла за рамки научного понятия и стала предметом тревог и забот каждого государства и каждой личности. Экология, следовательно, касается всех, ибо экологический кризис, если он перерастет в экологическую катастрофу, не пощадит никого.

Интерес к экологии в мире возрастал по мере внедрения в хозяйственную практику достижений научно-технической революции. В 60–70-е гг. XX в. усилилась прикладная направленность экологии, связанная с изучением экосистем и

биосферы в целом, а именно круговорота воды и воздуха как целого с выделением отдельных его компонентов: цепей питания; глобального загрязнения окружающей среды; системного анализа и управления как средой обитания, так и деятельностью человека.

Устойчивое функционирование биосферы как целостной системы обеспечивает условия жизни человечества как одной из составных частей глобальной экосистемы. Непонимание законов функционирования экосистем разного уровня или недостаточный их учет стали причинами современного кризисного состояния биосферы. Проблема экологической безопасности в наши дни приобрела всеобщее, в том числе и политическое, значение, став на один уровень с проблемой ядерной безопасности. Однако сложившееся представление о том, что экологические проблемы сводятся лишь к борьбе с загрязнением среды, тормозит создание глобальной системы экологической безопасности. Чтобы выйти из экологического кризиса, необходимо познать и практически использовать фундаментальные законы формирования, устойчивости и методов рациональной эксплуатации экологических систем. Организмы, живущие в биосфере, можно изучать на уровне популяций, сообществ и экосистем.

**Популяцией** называют группу особей одного вида, находящихся во взаимодействии, совместно населяющих общую территорию и воспроизводящих себя в поколениях. Слово “популяция” происходит от латинского *populus* – народ, на-

селение. Экологическую популяцию, таким образом, можно определить как население одного вида на определенной территории.

**Сообщества** организмов связаны теснейшими материально-энергетическими связями с неорганической средой. Растения могут существовать только за счет постоянного поступления в них углекислого газа, воды, кислорода, минеральных солей. Организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических соединений с использованием энергии Солнца, называют **автотрофами**, а с использованием энергии, освобождающейся при химических реакциях, – **химотрофами**. Организмы, питающиеся готовыми органическими веществами, называют **гетеротрофами**.

**Биогеоценоз** – это динамическое, устойчивое сообщество растений, животных, микроорганизмов, находящееся в постоянном взаимодействии и непосредственном контакте с компонентами атмосферы, гидросферы и литосферы. Биогеоценоз состоит из биотической (биоценоз) и абиотической (экотоп) частей, которые связаны непрерывным обменом веществ и представляют собой открытую систему (рис. 1.1).

В биогеоценоз поступают солнечная энергия, минеральные вещества почвы, газы атмосферы, вода. Продукцией биогеоценоза являются тепло, кислород, углекислый газ, биогенные вещества. Основной функцией биогеоценоза является обеспечение круговорота веществ и потоков энергии.

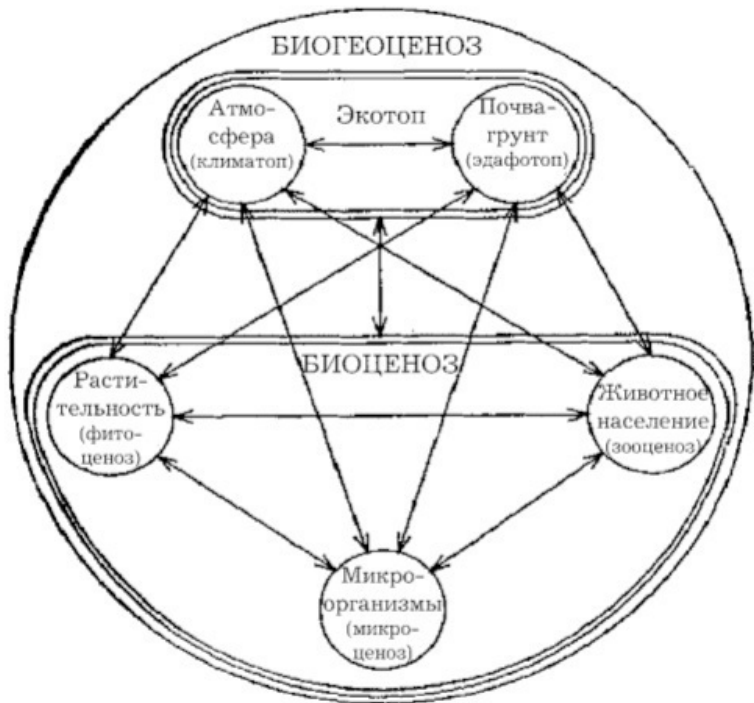
Биотическая часть биогеоценоза представлена биоцено-

ЗОМ.

**Биоценоз** – это самоподдерживающаяся, саморегулирующаяся система, состоящая из определенного комплекса видов, в которой осуществляется круговорот веществ и энергии.

К важнейшим характеристикам биоценоза относятся:

- видовое разнообразие;
- численность видовых популяций;
- биомасса;
- биологическая продуктивность.



**Рис. 1.1.** Схема круговорота энергии и вещества в биогеоценозе

**Биомасса** – это энергия всей совокупности особей биоценоза, выраженная в граммах или в килокалориях, исходя из того, что 1 грамм сухого органического вещества при сгорании дает в среднем 4,5 ккал энергии.

**Биологическая продуктивность** – это скорость обра-

зования биомассы растениями (первичная продуктивность) и скорость образования биомассы животными (вторичная продуктивность). Биологическая продуктивность выражается в граммах или в килокалориях с единицы площади за год.

Среди огромного многообразия взаимосвязей живых существ в биоценозе можно выделить наиболее характерные, имеющие много общего у организмов разных систематических групп:

- **конкуренция** – это отношения, складывающиеся между видами со сходными экологическими требованиями; формы конкуренции могут быть различными: от прямой физической борьбы до мирного сосуществования, но рано или поздно один конкурент вытесняет другого;

- **хищничество** – прямое уничтожение одного вида другим, укладываемое в отношения хищник – жертва;

- **паразитизм** – это форма сожительства организмов разных видов, при которой один организм (паразит) использует другой организм (хозяина) в качестве среды обитания и источника питания, при этом наносится прямой вред одной стороне;

- **комменсализм** – это взаимоотношения, при которых деятельность одного из них доставляет пищу или убежище другому. Таким образом, комменсализм – это использование одного вида другим без нанесения ему вреда;

- **мутуализм** – это широко распространенные в природе взаимовыгодные отношения видов. Примером могут слу-

жить лишайники – взаимовыгодное сожительство гриба и водоросли;

• **симбиоз** (сожительство) – это разновидность только мутуализма; в симбиозе отношения организмов могут развиваться по-разному.

Биогеоценозы земного шара образуют **биогеоценотический покров**, который изучает биогеоценология. Основал эту науку выдающийся русский ученый В. Н. Сукачев.

Совокупность всех биогеоценозов нашей планеты создает гигантскую экосистему – биосферу. Биогеоценозы могут формироваться на любом участке земной поверхности – на суше и на воде. Они бывают степными, болотными, луговыми и т. д. Большое значение в функционировании биосферы имеют **гидробиоценозы**. Участки земной поверхности, покрытые культурными растениями, называются **агрофитоценозами**. В структуре любого биогеоценоза можно выделить четыре функциональных компонента:

1) абиотическое окружение, т. е. весь комплекс неживой природы, откуда биоценоз черпает средства для существования и куда выделяет продукты обмена;

2) комплекс автотропных организмов, обеспечивающих органическими веществами, а следовательно, и энергией все остальные организмы, – это первичные **продуценты** органического вещества, ассимилирующие солнечную энергию (фототропные растения, фотосинтезирующие бактерии);

3) комплекс гетеротропных организмов – **консументов**,

живущих за счет питательных веществ, созданных первичными продуцентами. Консументами являются животные и бесхлорофильные растения;

4) комплекс организмов, разлагающих органические соединения до минерального состояния. Это **редуценты**, или **деструкторы**, представленные микроорганизмами – бактериями, грибами, простейшими, а также организмами, которые питаются мертвыми органическими веществами.

Между всеми четырьмя звеньями существует закономерная связь.

Каждый живой организм или их совокупность выполняют определенную биологическую функцию, которая либо начинает какой-то процесс, либо служит его промежуточным звеном, либо завершает его. Такая согласованная и взаимосвязанная деятельность живых организмов Земли находится в самой тесной связи с окружающей средой и ее основными факторами физического, химического, биологического характера и создает сложное построение жизни в разных ее проявлениях – экологическую систему.

**Основные законы экологии**, сформулированные Б. Коммонером в 1971 г., кратко можно сформулировать следующим образом.

1. **Все связано со всем** (всеобщая связь процессов и явлений в природе).
2. **Все должно куда-то деваться** (любая природная система может развиваться только за счет использования энер-

гетических и информационных возможностей окружающей ее среды).

**3. Природа “знает” лучше** (пока мы не имеем абсолютно достоверной информации о механизмах и функциях природных систем, мы легко можем навредить природе, пытаясь ее улучшить).

**4. Ничто не дается даром** (глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничто не может быть выиграно или потеряно, она не может быть объектом всеобщего улучшения; все извлеченное в процессе человеческого труда должно быть возмещено).

**Среди других законов, принципов и правил** можно отметить следующие:

- вещество, энергия, информация и качество отдельных природных систем взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих факторов вызывает функциональные, структурные, качественные и количественные перемены всех систем и их иерархии;

- слабые воздействия могут и не вызывать ответных реакций природной системы, но, накопившись, они приведут к развитию бурного, непредсказуемого динамического процесса (Х. Боумен);

- жизненные возможности лимитируются экологическими факторами, количество и качество которых близко к необходимому экосистеме минимуму, снижение их ведет к гибели организма или деструкции экосистемы (Ю. Либих);

- экосистема, потерявшая часть своих элементов, не может вернуться в первозданное состояние;
- сокращение естественной биоты в объеме, превышающем пороговое значение, лишает окружающую среду устойчивости, которая не может быть восстановлена путем создания очистных сооружений и перехода к безотходному производству (В. Г. Горшков);
- лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма по отношению к данному фактору (В. Шелфорд);
- любая природная система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей среды. Абсолютно изолированное развитие невозможно.

Последний приведенный нами закон имеет важное теоретическое и практическое значение из-за основных следствий:

а) абсолютно безотходное производство невозможно (подобно созданию “вечного” двигателя). Реализуя это следствие, важно создавать малоотходные производства с малой ресурсоемкостью как на входе, так и на выходе (экономичность и незначительные выбросы). Идеальны создание циклического производства (отходы от одних процессов служат сырьем для других) и организация разумного депониро-

вания (захоронения) неминуемых остатков, нейтрализация неустраняемых энергетических отходов;

б) любая развитая биотическая система, используя и видоизменяя среду жизни, представляет потенциальную угрозу менее организованным системам. Поэтому в биосфере невозможно повторное зарождение жизни – она будет уничтожена существующими организмами. Следовательно, воздействуя на среду обитания, человек должен нейтрализовать эти воздействия, поскольку они могут оказаться разрушительными для природы и самого человека.

- при внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, это равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется (Ле Шателье-Браун);

- явление, удаленное во времени и пространстве, кажется менее существенным (в природопользовании этот принцип особенно часто становится основой неверных практических действий);

- неожиданное усиление болезнетворности (способности распространять инфекционные заболевания) возникает при мутации нездорового организма, при введении нового болезнетворного организма в экосистему, где нет механизмов регуляции численности; при этом для экосистемы изменяется среда жизни;

- виды в биоценозе приспособлены друг к другу настолько, что их сообщество составляет внутреннее устойчивое, но

не единое и взаимно увязанное системное целое (К. Мабиус – Г. Ф. Морозов);

- вид организма может существовать до тех пор, пока окружающая его природная среда соответствует генетическим возможностям приспособления этого вида к ее колебаниям и изменениям;

- экологическая ниша, т. е. место вида в природе, обязательно будет заполнена. Например, в бамбучниках о. Сахалин нет мелких хищников (они обитают в долинах многочисленных рек и на водоразделы не заходят), и их экологическую нишу заполнили серые крысы – грызуны, обладающие повадками хищников.

Некоторые ученые считают, что подтверждением этого правила служит возникновение новых заболеваний. Так, за десять лет до выявления СПИДа (синдрома приобретенного иммунодефицита) было предсказано появление гриппоподобного вируса с высоким процентом летального исхода. Основанием для этого послужило то, что победа над многими инфекционными болезнями человека высвободила экологические ниши, которые обязательно должны быть заполнены;

- конкурирующие в сфере использования конкретных природных систем отрасли хозяйства неминуемо наносят ущерб друг другу – и тем сильнее, чем значительнее они изменяют совместно эксплуатируемый экологический компонент или всю экологическую систему в целом;

- в ходе эксплуатации природных систем нельзя переходить пределы, позволяющие этим системам сохранять свойства самоподдержания (самоорганизации и саморегуляции);
- “жесткое”, как правило техническое, управление природными процессами чревато цепными реакциями, значительная часть которых оказывается экологически, социально и экономически неприемлемыми.

## 1.2. Учение о биосфере

Учение о биосфере – тонкой оболочке Земли, состав, структура и энергетика которой в существенных чертах обусловлены прошлой или современной деятельностью живых организмов, – вершина научных достижений В. И. Вернадского. Биосфера, по мнению ученого, состоит из семи взаимосвязанных веществ: живого, биогенного, косного, биокосного, радиоактивного, космического, рассеянных атомов. Везде в ее пределах встречаются либо само живое вещество, либо следы его биохимической деятельности. Воздух, вода, нефть, уголь, известняки, глины, сланцы, мрамор и гранит созданы живыми веществами планеты. Верхние слои земной коры, лишённые в настоящее время жизни, в другие геологические эпохи были переработаны живыми организмами. Самой простой структурой современной активной части биосферы является биогеоценоз.

Учение Вернадского лежит в основе современного представления о взаимосвязях и сопряженной эволюции всех структур биосферы. Именно этой идеологией руководствуются ученые, разрабатывающие международные и национальные программы “Международное гидрологическое десятилетие”, “Всемирная климатическая программа”, “Международная биологическая программа”. Естественно, учение о биосфере служит научной основой рационального хо-

зяйствования и решения экологических проблем. Вернадский считал, что появление человека ознаменовало новый этап развития биосферы и теперь от него зависит ее судьба. Следовательно, человечеству необходимо выработать единую стратегию взаимодействия с природой, формировать экологическое сознание, новое мышление, создавать качественно новые технологии.

В 20-х гг. XX в. В. И. Вернадским было разработано учение о биосфере как глобальной единой системе Земли, где весь основной ход геохимических и энергетических превращений определяется жизнью. Ранее большинство процессов, меняющих в течение геологического времени лик нашей планеты, рассматривались как чисто физические, химические или физико-химические явления (размыв, растворение, осаждение, гидролиз и т. п.). Вернадский впервые создал учение о геологической роли живых организмов, показав, что деятельность живых существ является главным фактором преобразования земной коры. Идеи Вернадского в должной мере были оценены лишь во второй половине XX в., когда возникла концепция экосистем.

Вернадский писал, что участие каждого отдельного организма в геологической истории Земли ничтожно мало, однако живых существ на Земле бесконечно много, и они, обладая высоким потенциалом размножения, активно взаимодействуют со средой обитания и в конечном счете представляют в совокупности особый, глобальный фактор развития,

преобразующий верхние оболочки Земли.

Живые организмы бесконечно разнообразны, распространены повсеместно, воспроизводятся во многих поколениях, обладают избирательностью биохимической деятельности и исключительно высокой химической активностью по сравнению с другими компонентами природы.

Всю совокупность организмов на планете Вернадский назвал “иным веществом”, которое характеризуется суммарной массой, химическим составом и энергией. О роли живых организмов на Земле Вернадский писал: “Можно без преувеличения утверждать, что химическое состояние наружной коры нашей планеты, биосферы, всецело находится под влиянием жизни, определяется живыми организмами, несомненно, что энергия, придающая биосфере ее обычный облик, имеет космическое происхождение. Она исходит из Солнца в форме лучистой энергии. Но именно живые организмы, совокупность жизни, превращают эту космическую лучистую энергию в земную, химическую и создают бесконечное разнообразие нашего мира. Это живые организмы, которые своим дыханием, своим питанием, своим метаболизмом, своей смертью и своим разложением, постоянным использованием своего вещества, а главное, длящейся сотни миллионов лет непрерывной сменой поколений, своим рождением, размножением порождают одно из грандиознейших планетных явлений, не существующих нигде, кроме биосферы”.

По мнению ученого, неизбежен единственно правильный подход к биосфере как к целостной глобальной экологической системе, обладающей определенной структурой и устойчивостью, присущими ей особенностями формирования и развития. Такое понимание биосферы особенно важно сейчас, когда техногенное воздействие человека на природу достигло небывалых масштабов и способно вызвать планетарные изменения среды обитания человека.

В пределах биосферы практически каждый химический элемент проходит через цепочку живых организмов, включается в систему биогеохимических превращений. Так, весь кислород планеты – продукт фотосинтеза – обновляется через каждые 2000 лет, а вся углекислота – через 300 лет.

Биохимические процессы в организмах также представляют собой сложные, организованные в циклы цепи реакций. На воспроизведение их в неживой природе потребовались бы огромные энергетические затраты, в живых же организмах они протекают при посредстве белковых катализаторов – ферментов, понижающих энергию активации молекул на несколько порядков. Так как материалы и энергию для обменных реакций живые существа черпают в окружающей среде, они преобразуют среду уже тем, что живут. Вернадский подчеркивал, что живое вещество проводит гигантскую геолого-химическую работу в биосфере, полностью преобразуя верхние оболочки Земли за время своего существования.

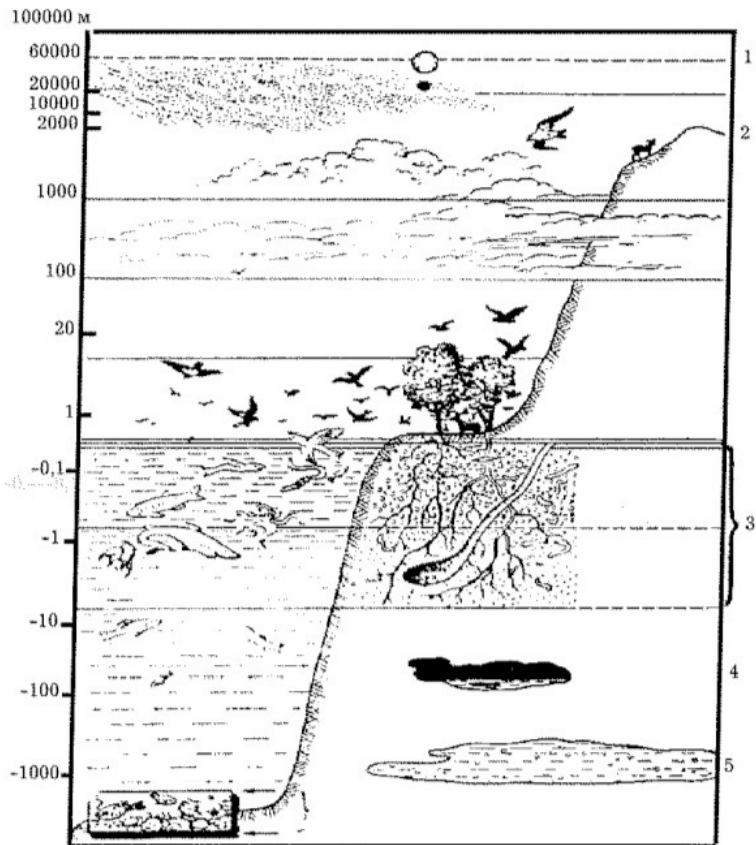
Более 99 % энергии, поступающей на поверхность Земли, составляет излучение Солнца, эта энергия растрачивается в громадном большинстве физических и химических процессов в гидросфере, атмосфере и литосфере: перемещение воздушных и водных масс, испарение, перераспределение веществ, поглощение и выделение газов и т. п.

На Земле существует один-единственный процесс, при котором энергия солнечного излучения не только тратится и перераспределяется, но и связывается, запасается иногда на очень длительное время. Этот процесс – создание органического вещества в процессе синтеза. Так, сжигая в топках каменный уголь, мы освобождаем и используем солнечную энергию, запасенную растительностью сотни миллионов лет назад.

Таким образом, основная планетарная функция живого вещества на Земле заключается в связывании и запасении солнечной энергии, которая затем идет на поддержание множества других геохимических процессов в биосфере.

Биохимическая функция биосферы рассматривается Вернадским как всеобщее проявление жизни на Земле. Ни один отдельно взятый вид организмов не мог играть эту роль. Для обеспечения всего разнообразия форм биогенной миграции химических элементов необходимо было развитие определенного комплекса организмов. Отсюда возникает проблема эволюции биосферы как единого целого в процессе историко-геологического развития нашей планеты.

Границы биосферы определяются областью распространения организмов в атмосфере, гидросфере, литосфере (рис. 1.2).



**Рис. 1.2.** Область распространения организмов в биосфере:

1 – уровень озонового слоя, задерживающего жесткое ультрафиолетовое излучение; 2 – граница снегов; 3 – почва; 4 – животные, обитающие в пещерах; 5 – бактерии в нефтяных залежах

**Литосфера** – это земная кора, внешняя твердая оболочка земного шара, образованная осадочными и базальтовыми породами. Основная масса организмов, обитающих в литосфере, сосредоточена в почвенном слое, глубина которого не превышает нескольких метров.

**Гидросфера** – водная оболочка Земли, составленная Мировым океаном, который занимает примерно 70,8 % поверхности земного шара. В гидросферу биосфера проникает практически на всю глубину Мирового океана.

**Атмосфера** – воздушная оболочка Земли, состоящая из смеси газов, в которой преобладают кислород и азот. Наибольшее значение для биологических процессов имеют: кислород атмосферы, используемый для дыхания организмов и минерализации омертвевшего живого вещества; углекислый газ, используемый при фотосинтезе; озон, экранирующий земную поверхность от жесткого ультрафиолетового излучения.

В атмосфере различают: тропосферу – примыкающий к поверхности Земли нижний слой атмосферы высотой око-

ло 15 км, в который входят взвешенные в воздухе водяные пары; стратосферу – слой над тропосферой высотой около 100 км; в стратосфере под действием жесткого излучения Солнца из молекулярного кислорода образуется атомарный кислород, который затем, соединяясь с кислородом, превращается в озон, образующий озоновый слой, задерживающий космические и УФ-лучи, губительно действующие на живые организмы.

Таким образом, современная биосфера является итогом длительного исторического развития всего органического мира в его взаимодействии с неживой природой. В процессе этого развития в биосфере возникла сложная сеть взаимосвязанных процессов и явлений; благодаря взаимодействию абиотических и биотических факторов биосфера находится в постоянном движении и развитии. Она прошла значительную эволюцию со времени появления человека, т. е. на протяжении последних 2–3 млн лет. Однако если первоначально по своему воздействию на природу человек мог рассматриваться лишь как один из второстепенных факторов, то по мере развития цивилизации и роста ее технической оснащенности его роль стала сравнимой с действием мощных геологических процессов. Это обстоятельство заставляет самым серьезным образом относиться к возможным отдаленным последствиям как производственной, так и природоохранной деятельности человека.

В результате техногенной деятельности человечества био-

сфера Земли коренным образом преобразуется и становится, по определению Вернадского, ноосферой – “сферой разума”. Ноосфера – новое геологическое явление на нашей планете, в ней человек впервые становится крупнейшей геологической силой. Ноосфера – мир разумных, научно обоснованных поступков в глобальном масштабе.

**Круговорот основных элементов в биосфере** – это многократное участие веществ в процессах, происходящих в атмосфере и гидросфере, в том числе в тех слоях, которые входят в биосферу планеты. Особое значение имеют круговороты кислорода, углерода, азота, серы и фосфора. Биогеохимический цикл кислорода – планетарный процесс, связывающий атмосферу и гидросферу с земной корой.

Узловыми звеньями круговорота являются: образование свободного кислорода при фотосинтезе в зеленых растениях, потребление кислорода для осуществления дыхания всеми живыми организмами, для реакции окисления органических остатков и неорганических веществ (например, сжигание топлива) и другие химические преобразования, которые ведут к образованию таких окисленных соединений, как углекислый газ, вода, и последующему вовлечению их в новый цикл фотосинтетических превращений.

**В круговороте кислорода** отчетливо проявляется активная геохимическая деятельность живого вещества, его ведущая роль в этом циклическом процессе. Исходя из массы органического вещества, синтезированного в течение го-

да (с учетом 15 % потраченных на процесс дыхания), можно заключить, что ежегодное продуцирование кислорода зеленой растительностью планеты составляет около  $300 \times 10^9$  т. Лишь немногим более 25 % этого количества выделяется растительностью суши, остальное – фотосинтезирующими организмами Мирового океана (свободный кислород присутствует не только в атмосфере, в растворенном состоянии он содержится и в природных водах). Суммарный объем вод Мирового океана равен  $137 \times 10^9$  л, а в 1 л воды растворено от 2 до 8 см<sup>3</sup> кислорода. Следовательно, в водах Мирового океана находится от  $2,7 \times 10^2$  до  $10,9 \times 10^2$  т растворенного кислорода. Часть органического вещества захороняется, вследствие чего из годовичного круговорота выводится связанный кислород.

Кислород используется для процесса горения и других видов антропогенной деятельности. За всю историю человечества до 1980 г. мировое потребление топлива составило около 84 млрд т каменного угля, 30 млрд т нефти и около 7,3 трлн м<sup>3</sup> природного газа. На сжигание этого количества топлива было израсходовано 273 млрд т кислорода, и в результате образовано 322 млрд т углекислого газа. Около 90 % перечисленного топлива было сожжено за последние 40–60 лет. В абсолютных величинах суммарный расход топлива человечеством всех эпох к 2000 г. достиг 550–650 млрд т условного топлива. В итоге к 2000 г. суммарный расход кислорода на

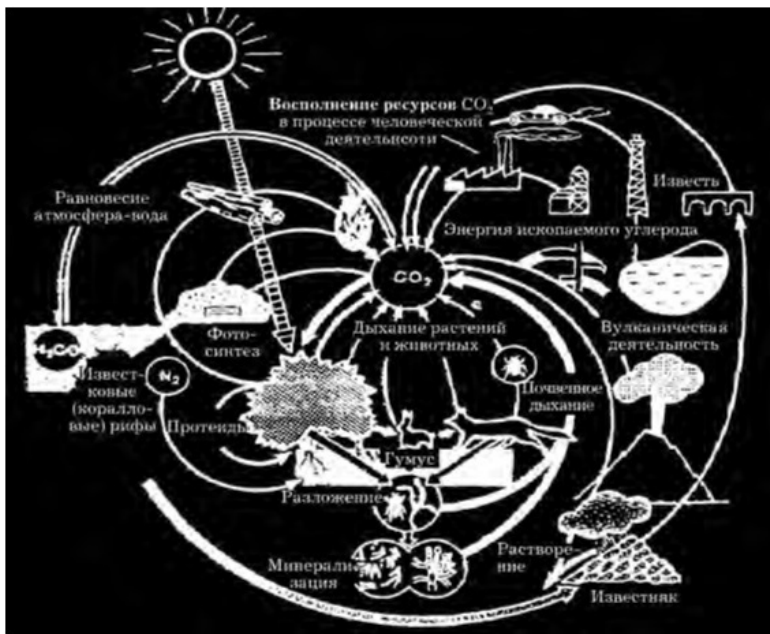
сжигание топлива составил 800–900 млрд т, а поступление углекислого газа в атмосферу возросло до 95–1050 млрд т.

К этому необходимо добавить расход кислорода на дыхание человека, животных, растений, на выполнение микроорганизмами окислительных реакций. При норме потребления кислорода 1 кг в сутки и общей численности населения Земли 4,8 млрд человек (начало 1986 г.) ежегодное потребление кислорода человечеством составляет около 1,8 млрд т; к 2000 г., когда на Земле стало 6 млрд человек, оно составило 2,6 млрд т в год. К этому времени потребление кислорода на промышленные и бытовые нужды, на транспорт достигло 50 млрд т в год.

К 2000 г. с учетом всех видов расхода, включая дыхание растительного мира, ежегодное потребление кислорода составляет 210–230 млрд т, тогда как вся фитосфера ежегодно продуцирует 240 млрд т этого газа.

На суше в процессе фотосинтеза происходит фиксация углекислого газа растениями с образованием органических веществ и выделением кислорода. Остатки растений и животных разлагаются микроорганизмами, в результате чего углерод окисляется до углекислого газа и снова попадает в атмосферу. Подобный круговорот углерода совершается и в водной среде. Фиксируемый растениями углерод в значительном количестве потребляется животными, которые, в свою очередь, при дыхании выделяют его в виде углекислого газа.

**Круговорот углерода** в гидросфере (рис. 1.3) является более сложным, чем в атмосфере, поскольку возраст этого элемента в форме углекислого газа зависит от поступления кислорода в верхние слои воды как из атмосферы, так и из нижележащей толщи, так как между сушей и Мировым океаном происходит постоянный обмен углерода. Преобладает вынос этого элемента в форме карбонатных и органических соединений с суши в океан. Поступление углерода из Мирового океана на сушу совершается в несравненно меньших количествах, и то лишь в форме углекислого газа, диффундирующего в атмосферу, а затем переносимого воздушными течениями.



**Рис. 1.3.** Круговорот углерода в биосфере

Живое вещество в биосфере осуществляет газовую, концентрационную, окислительную и восстановительную функции. Кислород и азот атмосферы, весь углекислый газ, по мнению Вернадского, имеют органогенное происхождение.

Ежегодная продукция живого вещества в биосфере составляет примерно 200 млрд т сухого органического вещества; за это же время в процессе фотосинтеза на планете образуется 46 млрд т органического углерода, 123 млрд т кис-

лорода.

“Вихрь жизни”, как говорил Вернадский, захватывает освобожденные при гниении микроорганизмов элементы, поступающие в литосферу, гидросферу и атмосферу и снова включает их в круговорот веществ.

**В круговороте азота** чрезвычайно большую роль играют микроорганизмы: азотфиксаторы, нитрификаторы, денитрофикаторы. Все остальные организмы влияют на цикл азота только после ассимиляции его в состав своих клеток. Азот фиксируют также пурпурные и зеленые фотосинтезирующие бактерии, различные почвенные бактерии.

В биосфере в целом фиксация азота из воздуха составляет в среднем за год  $140\text{--}700 \text{ мг/м}^3$ . В основном это биологическая фиксация, и лишь небольшое количество азота (в среднем не более  $35 \text{ мг/м}^3$  в год) фиксируется в результате электрических разрядов и фотохимических процессов. Высокая интенсивность фиксации отмечена в некоторых загрязненных озерах с множеством сине-зеленых водорослей. В океане, где продуктивность ниже, фиксация азота в расчете на  $1 \text{ м}^3$  меньше, чем на суше. Однако общее количество фиксированного азота является значительным и весьма важным для глобального круговорота.

**В круговороте азота** из огромного запаса этого элемента в атмосфере и литосфере принимает участие только фиксированный азот, усваиваемый живыми организмами суши

и океана. В круговороте азота принимают участие: азот биомассы, азот биологической фиксации бактериями и живыми организмами, ювенильный (вулканогенный) азот, атмосферный (фиксированный при грозах) и техногенный.

На огромных массивах, где деятельность человека почти отсутствует, растения берут необходимый им азот из вносимого в почву азота извне (нитраты с дождями, аммиак из воздуха), из возвращаемого в почву азота (останки животных, растений, экскременты животных), а также из разнообразных азотфиксирующих организмов.

Наибольшее количество азота и зольных элементов содержится в биосфере лесной растительности, почти во всех типах растительности масса зольных элементов в 2–3 раза превышает массу азота. Исключение составляет тундровая растительность, в которой содержание азота и зольных элементов примерно одинаково. Наибольшее количество оборачивающихся в течение года элементов (т. е. емкость биологического круговорота) – во влажных тропических лесах, затем – в черноземных степях и широколиственных лесах умеренного климата (в дубравах).

В биосфере хорошо развит процесс циклических превращений **серы** и ее соединений. Резервуарный фонд серы обширен в почве и отложениях, меньший – в атмосфере, основную роль в обменном фонде серы играют особые микроорганизмы, каждый вид которых выполняет определенную реакцию окисления и восстановления; в результате микробной

регенерации серы из глубоководных отложений к поверхности перемещается сероводород. В глобальном масштабе в регуляции круговорота серы участвуют геохимические и метеорологические процессы (эрозия, осадкообразование, выщелачивание, дождь, адсорбция, десорбция и т. д.), биологические процессы (продукция биомассы и ее разложение), взаимосвязь воздуха, воды и почвы. Сульфат, аналогично нитрату и фосфату, – основная доступная форма серы, которая восстанавливается автотрофами и включается в белки (сера входит в состав ряда аминокислот).

На круговорот азота и серы все большее влияние оказывает промышленное загрязнение воздуха: сжигание ископаемого топлива значительно увеличило содержание в воздухе летучих окислов азота ( $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ ) и серы ( $\text{SO}_2$ ), особенно в городах. Их концентрация становится опасной для биотических компонентов экосистем.

Геохимический цикл **фосфора** в большей мере отличается от циклов углерода и азота. Содержание этого элемента в земной коре равно 0,093 %. Это в несколько десятков раз больше содержания азота, но в отличие от последнего фосфор не является одним из главных элементов оболочек Земли. Тем не менее его геохимический цикл включает разнообразные пути миграции в земной коре, интенсивный биологический круговорот и миграцию в гидросфере.

**Фосфор** – один из главных органогенных элементов. Его органические соединения играют важную роль в процес-

сах жизнедеятельности всех растений и животных, входят в состав нуклеиновых кислот, сложных белков, фосфолипидов мембран, служат основой биоэнергетических процессов. Фосфор концентрируется живым веществом, где его содержание в 10 раз больше, чем в земной коре. На поверхности суши протекает интенсивный круговорот фосфора в системе “почва – растения – животные – почва”. В связи с тем, что минеральные соединения фосфора труднорастворимы и содержащийся в них элемент почти недоступен растениям, последние преимущественно используют его легкорастворимые формы, образующиеся при разложении органических остатков. Круговорот фосфора происходит и в системе “суша – Мировой океан”. Тут его основой является вынос фосфатов с речным стоком, взаимодействие их с кальцием, образование фосфоритов, залежи которых со временем выходят на поверхность и снова включаются в миграционные процессы.

Человек должен планировать свою хозяйственную деятельность с учетом цикличности природных процессов. Особенно тщательно ее следует учитывать в земледелии, пастбищном животноводстве, водоснабжении, навигации. Распашка, внесение минеральных удобрений, загрязнение нефтью и тяжелыми металлами весьма обедняют фауну почвы. При этом нарушаются и даже полностью выпадают звенья нормальных пищевых цепей и биогеохимических циклов. Реакция почвы на вмешательство человека необычайно

велика.

Запасов неорганических соединений, необходимых для поддержания жизнедеятельности населяющих их организмов, хватило бы ненадолго, если бы эти запасы не возобновлялись как в течение жизни организмов, так и после их смерти. Нельзя забывать, что общество образует с неорганической средой определенную систему, в которой поток атомов, вызываемый жизнедеятельностью организмов, образует круговорот. Основным механизмом удержания солнечной энергии и образования фитомассы, включающей огромные количества углерода, воды и распространенных биофилов, являются биогеоценозы лесных и травянистых ландшафтов.

## **1.3. Среда обитания и здоровье человека**

Здоровье человека, целых групп населения зависит от воздействия различных подсистем природной и социальной среды, реализующегося через физиологические, биофизиологические и биохимические механизмы регуляции и отражающегося на физиологическом состоянии человека (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Модель влияния среды обитания на здоровье на-

Возрастающие темпы изменения среды обитания приводят к нарушению взаимосвязи между ней и человеком, снижению адаптационных возможностей организма. Среда обитания может содержать такие вещества, с которыми организм в ходе эволюции не сталкивался и поэтому не имеет соответствующих анализаторных систем, сигнализирующих об их наличии. В связи с этим оценить состояние здоровья человека, понять характер патологии в отрыве от анализа происходящих изменений в окружающей среде невозможно.

Поэтому большое значение имеет организация информационной системы “здоровье населения – окружающая среда” (ЗН–ОС), данные для которой могут собираться через государственную статистическую отчетность. Задача государственной информационной системы ЗН–ОС заключается в сборе данных о загрязнении окружающей среды, состоянии здоровья населения.

Система ЗН–ОС должна состоять из трех самостоятельных информационных подсистем, организуемых различными по ведомственной принадлежности учреждениями.

Так, сбор информации о состоянии здоровья населения (подсистема “здоровье населения”) будет осуществляться органами здравоохранения (в поликлиниках, больницах, диспансерах, консультациях и др.); о численности и составе населения (подсистема “численность населения”) – органа-

ми территориального, городского и других статистических управлений; о загрязнении окружающей среды (подсистема “окружающая среда”). Вся собранная информация обрабатывается в территориальных центрах санэпиднадзора.

Анализ информации может осуществляться на разных уровнях – в городах, областях, республиках, на уровне всей страны. Материалы о состоянии здоровья населения, меняющегося в связи с загрязнением окружающей среды, и о характере этого загрязнения позволят более обоснованно управлять качеством окружающей среды с целью охраны здоровья населения.

Важное значение в настоящее время приобретает защита генетического кода от воздействия различных факторов окружающей среды. Глубокие изменения биосферы происходят стремительнее, чем темпы эволюции живых организмов. Поэтому в отлаженном тысячелетиями механизме взаимоотношений среды и организма, связанном с характером и уровнем защитных функций последнего, может возникнуть дисбаланс.

Агрессивные экологические факторы повреждают хромосомы и вызывают мутации в генах, искажают наследственную информацию, в результате чего “больные” клетки начинают безудержно делиться. При этом раковые клетки не уничтожаются иммунной системой, предварительно ослабленной теми же негативными экологическими факторами.

При огромном разнообразии видов мутации, наличии

многих разновидностей злокачественных опухолей трудно найти лечебные средства против всех их форм. Главные усилия человечества должны быть направлены на устранение вызывающих их причин.

**Предельно допустимые экологические нагрузки (ПДЭН).** Для оценки допустимости воздействия различных факторов на окружающую природную среду весьма важным является определение допустимого порога вредных воздействий и учет зависимости “доза – ответная реакция”. Под порогом допустимого воздействия на биологическую систему надо понимать не любые изменения экосистем, а лишь те, что могут вывести за пределы обычных физиологических колебаний исторически сложившийся комплекс живых организмов, обитающих на данной территории (биоту).

Понятие “допустимые воздействия и нагрузки” на среду обитания – достаточно сложное. Любая возникающая в результате какого-либо воздействия аномалия в экологической системе, выводящая ее из нормального состояния, определяется как экологическая нагрузка.

Допустимыми можно считать такие воздействия, которые не приводят к изменению качества окружающей природной среды или меняют ее, не нарушая экологическую систему и не вызывая неблагоприятных последствий. Если нагрузка превышает допустимую, антропогенное воздействие причиняет ущерб популяции, экосистеме или биосфере в целом.

При определении ПДЭН необходимо учитывать состоя-

ние индивида, популяции, сообщества, экологической системы и фоновое загрязнение биосферы в целом. Значения ПД-ЭН опираются на понятие устойчивости экосистемы или отдельных ее звеньев и уровней, если резерв прочности отсутствует.

Определение допустимой нагрузки имеет большое значение при проектировании и осуществлении хозяйственной деятельности при строительстве городов; рекреационном развитии регионов; при определении приоритетов в деятельности по защите человека и природной среды в зонах интенсивного антропогенного воздействия и разработке мер, направленных на уменьшение вредных воздействий; при построении оптимальных систем мониторинга состояния окружающей природной среды.

# Глава 2. ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

## 2.1. Современный мир и его влияние на окружающую среду

Из общей экологии следует выделить важнейшую ее часть – **социальную экологию**, которая является учением о взаимодействии общества с окружающей его природной средой обитания.

Какие же формы взаимодействия общества и природы сложились на современном этапе исторического развития? Принято выделять две основные формы:

1) **экономическая форма** – потребление ресурсов природы, т. е. использование ее для удовлетворения человеком своих материальных и духовных потребностей;

2) **экологическая форма** – охрана окружающей природной среды с целью сохранения человека как биологического и социального организма и его естественной среды обитания.

Человек, потребляя ресурсы среды обитания для решения

хозяйственных задач, еще и изменяет природную среду, которая начинает воздействовать негативно на самого человека. За всю историю цивилизации было вырублено  $2/3$  лесов, уничтожено более 200 видов животных и растений, запасы кислорода в атмосфере снизились на 10 млрд т, в результате неправильного ведения сельского хозяйства деградировало около 200 млн га сельхозугодий.

**Негативная деятельность** человека по отношению к природной среде **проявляется** в следующих направлениях:

- загрязнение окружающей природной среды;
- истощение природных ресурсов;
- разрушение природной среды.

**Под загрязнением среды обитания** понимают физические, химические и биологические изменения состава природного вещества (воздуха, воды, почвы), которые угрожают состоянию здоровья и жизни человека, а также окружающей его естественной среде обитания.

Загрязнение окружающей среды бывает:

- **космическое** – естественное, которое Земля получает из космоса или из-за извержения вулканов;
- **антропогенное** (химическое, физическое и биологическое), совершаемое в результате хозяйственной деятельности человека.

**Антропогенное загрязнение** окружающей среды подразделяют на **пылевое, газовое, химическое** (в том числе загрязнение почвы химикатами), **ароматическое, теп-**

**ловое** (изменение температуры воды, воздуха, почвы). Источником загрязнения является хозяйственная деятельность человека: промышленность, сельское хозяйство, транспорт. Доля того или иного источника загрязнения может значительно колебаться в зависимости от региона.

Например, в городах 70–80 % загрязнения приходится на транспорт. Среди промышленных предприятий наиболее “грязными” считаются металлургические предприятия. Они на 34 % загрязняют окружающую среду. За ними следуют предприятия энергетики, прежде всего тепловые электростанции (27 %). Остальная часть приходится на предприятия химической (9 %), нефтяной (12 %) и газовой промышленности (7 %).

В последние годы на первое место по загрязнению выдвинулось сельское хозяйство. Это связано с двумя обстоятельствами:

- резко увеличилось число крупных животноводческих комплексов при отсутствии эффективной технологии очистки и утилизации фекальных отходов;
- резко увеличилось применение минеральных удобрений, пестицидов, гербицидов и ядохимикатов в растениеводстве.

Зачастую из-за неправильного или неграмотного применения указанные вещества не усваиваются полностью растениями и остаются в почве. Затем вместе со сточными и подземными водами они попадают в реки и озера, нанося непо-

правимый ущерб бассейнам крупных рек, их рыбным запасам и растительности.

Ежегодно на одного жителя Земли приходится свыше 20 т отходов. Основными **объектами загрязнения** являются воздух, водоемы (включая Мировой океан), почвы. Ежедневно в атмосферу выбрасываются тысячи тонн угарного газа, окислов азота, серы, солей тяжелых металлов и других веществ. И только 10 % этих загрязнителей поглощают растения.

**Окислы серы** – основной загрязнитель, источником которого являются тепловые станции, котельные, комбинаты тяжелой промышленности. **Сернистый газ и окислы азота** при взаимодействии с парами воды (облаками) порождают **кислотные дожди**, которые уничтожают урожай, растительность, рыбные запасы.

Наряду с сернистым газом отрицательное воздействие на состояние атмосферы оказывают углекислый и угарный газы, получаемые от сжигания углеводородов (угля, нефти и другого органического топлива). Здесь основным источником загрязнения является транспорт. За все предшествующие годы доля углекислого газа в атмосфере увеличилась на 20 % и на начало XXI в. составляет около 30 %.

Такое физико-химическое изменение атмосферы приближает нас к явлению **парникового эффекта**. Суть его в том, что накопление углекислоты в верхних слоях атмосферы будет препятствовать нормальному процессу теплообме-

на между Землей и Космосом, сдерживать тепло, накапливаемое Землей в результате хозяйственной деятельности человека, а также при извержении вулканов и от геотермальных вод.

Парниковый эффект выражается в повышении температуры, изменении погоды и климата. Уже в наше время, при современных антропогенных нагрузках, каждые 10 лет температура повышается на 0,5 °С, что повышает уровень Мирового океана из-за таяния льдов за каждые 10 лет на 1–1,2 м. Известно, что подъем уровня Мирового океана на 6 м приведет к затоплению 1/6 суши Земли. Другим последствием парникового эффекта является рост опустынивания земель из-за интенсивного испарения влаги, содержащейся в почве. Уже сейчас 6 млн га земель ежегодно обращаются в пустыню.

С загрязнением атмосферы также связано ухудшение состояния **озонового слоя**, основная функция которого состоит в охране человека и природной среды Земли от губительного воздействия ультрафиолетового излучения из Космоса. Под воздействием **озоноразрушающих веществ**

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.