

В. М. Макаров, А. П. Иозус, Е. А. Донская

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАМЫШИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В. М. Макаров, А. П. Иозус, Е. А. Донская

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Учебное пособие

Допущено учебно-методическим объединением Совета директоров среднего профессионального образования Волгоградской области в качестве учебного пособия для образовательных учреждений среднего профессионального образования Волгоградской области



Волгоград
2014

УДК 574 (075.3)

М 15

Рецензенты: директор ФГБНУ «Нижеволжская станция по селекции древесных пород ВНИАЛМИ», к. с.-х. н., доцент А. К. Зеленьяк; цикловая комиссия экономических дисциплин ГБОУ СПО «Камышинский технический колледж» (председатель – А. Р. Бирюкова)

Макаров, В. М. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ учеб. пособие / В. М. Макаров, А. П. Иозус, Е. А. Донская. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 156 с.

ISBN 978-5-9948-1403-1

В учебном пособии, написанном в соответствии с действующим образовательным стандартом и программой курса дисциплины «Экологические основы природопользования» для специальностей 29.02.05 Технология текстильных изделий (по видам), 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям), в доступной форме излагается теоретический материал, достаточный не только для качественной подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам, но и успешной сдачи зачёта.

В конце каждой темы приводится перечень контрольных вопросов, которые в последующем войдут в карточки программированного тестового контроля на практических занятиях и лабораторных работах, по итогам контрольных недель и семестра.

Ил. 13. Библиогр.: 7 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Волгоградского государственного технического университета

ISBN 978-5-9948-1403-1

© Волгоградский
государственный
технический
университет, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список аббревиатур	5
Введение	7
Глава I. Понятийно-терминологические определения экологии.....	9
1.1. Историческое развитие экологии. Многообразие понятия «экология».....	9
1.2. Основные понятия экологии.....	12
1.3. Основные законы экологии.	18
1.4. Подходы и методы экологии.....	19
Контрольные вопросы.....	22
Глава II. Взаимоотношение организмов и среды обитания.....	22
2.1. Понятие среды обитания. Экологические факторы как свойства, воздействующие на организмы.....	22
2.2. Общие закономерности воздействия экологических факторов на живые организмы.....	25
Контрольные вопросы.....	28
Глава III. Экосистемы.....	29
3.1. Поток энергии и круговорот питательных веществ.....	29
3.2. Пищевые цепи и трофические уровни.....	31
3.3. Биогеохимические циклы (круговороты).....	38
Контрольные вопросы.....	46
Глава IV. Биосфера и человек. Влияние деятельности человека на биосферу	46
4.1. Структура и функции биосферы.....	47
4.2. Влияние деятельности человека на биосферу. Экологиче- ские кризисы прошлого.....	56
4.3. Влияние человека на биосферу.....	58
4.4. Влияние человека на глобальные процессы.....	60
4.5. Глобальные изменения климата.....	62
Контрольные вопросы.....	65
ГЛАВА V. Глобальные проблемы окружающей среды.....	66
5.1. Глобальные проблемы экологии.....	66
5.2. Влияние урбанизации на биосферу.....	76
5.3. Охрана биосферы от загрязнений выбросами хозяйствен- ной деятельности	80
5.4. Уничтожение вредных выбросов	82
5.5. Малоотходные и ресурсосберегающие производства.....	87
Контрольные вопросы.....	89
Глава VI. Экология и здоровье человека.....	90
6.1. Факторы, формирующие здоровье человека.....	90
6.2. Нормирование качества окружающей среды	92

6.3. Здоровье человека и окружающая среда	94
6.4. Состояние здоровья населения	96
Контрольные вопросы	103
Глава VII. Экобиозащитная техника	104
7.1. Назначение и классификация экобиозащитной техники.....	104
7.2. Средства защиты от выбросов вредных веществ	105
7.3. Средства защиты от энергетического воздействия. Основ- ные методы борьбы с шумом и вибрацией.....	110
Контрольные вопросы.....	117
Глава VIII. Экологические принципы рационального использования природных ресурсов	118
8.1. Основные понятия	118
8.2. Классификация природных ресурсов.....	119
8.3. Принципы рационального природопользования и приро- доохранной деятельности	123
8.4. Экономические рычаги регулирования рационального природопользования	125
Контрольные вопросы.....	128
Глава IX. Основы экологического права	129
9.1. Источники экологического права	129
9.2. Конституционные основы охраны окружающей среды.....	129
9.3. Законы и кодексы в области охраны природы.....	130
9.4. Указы и распоряжения Президента. Нормативные акты.....	132
9.5. Органы экологического управления РФ	133
9.6. Ответственность за экологические правонарушения.....	136
Контрольные вопросы.....	139
Глава X. Международное сотрудничество в охране окружающей среды и природопользовании.....	140
10.1. Основные принципы международного сотрудничества в области охраны окружающей среды.....	140
10.2. Международные организации в области охраны окру- жающей среды	143
10.3. Международно-правовая охрана атмосферы земли, около- земного и космического пространства.....	149
10.4. Международно-правовая охрана Мирового океана.....	151
10.5. Международно-правовая охрана животного и растительного мира	152
10.6. Международно-правовая охрана окружающей среды от загрязнения радиоактивными отходами	152
Контрольные вопросы.....	154
Список рекомендуемой литературы	155

СПИСОК АББРЕВИАТУР

- БАП – бенз(о)пирен;
БПК – биохимическое потребление кислорода;
ВМО – всемирная метеорологическая организация;
ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения;
ВПП – валовая первичная продуктивность;
ВСВ – временное согласование выбросов;
ВСС – временное согласование стоков;
ГЭЭ – Государственная экологическая экспертиза;
ДВМ – доминирующий взгляд на мир;
ДДТ – дихлордифенилтрихлорметилметан;
ЕКО – ёмкость катионного обмена;
ЕЭС – Европейское экономическое сообщество;
КДА – коэффициент донной аккумуляции;
КК – критическая концентрация;
ЛЭП – линии электропередач;
МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергии;
МДУ – максимально допустимый уровень;
МКРЗ – Международная комиссия по радиационной защите;
МРОТ – минимальный размер оплаты труда;
МСОП – Международный союз охраны природы и природных ресурсов;
МОТ – Международная организация труда;
МПП – Министерство природных ресурсов;
МЮО – международная юридическая организация;
НЭП – новая экологическая парадигма;
ООН – Организация Объединённых Наций;
ООС – охрана окружающей среды;
ОС – окружающая среда;
ОЭСТ – оценка экологического состояния территории;
ПД – предельная доза;
ПДВ – предельно допустимый выброс (вредных веществ в атмосферу);
ПДД – предельно допустимая доза;
ПДК – предельно допустимая концентрация;
ПДК_{мкр} – максимальная разовая предельно допустимая концентрация;

ПДКрз – предельно допустимая концентрация рабочей зоны;
ПДКсс – среднесуточная предельно допустимая концентрация;
ПДС – предельно допустимый сброс в водоёмы;
ПДУ – предельно допустимый уровень;
ПХБ – полихлорбифенилы;
ПХЗ – показатель химического загрязнения;
РАО – радиоактивные отходы;
СЕМАТ – Европейская конференция министров, отвечающая за региональное планирование;
СИЗ – средства индивидуальной защиты;
СИТЕС – Конвенция по международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения;
СМИ – средства массовой информации;
СНГ – Содружество Независимых Государств;
США – Соединенные Штаты Америки;
ФАО англ. FAO, Food and Agricultural Organization – Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ООН);
ХПК – химическое потребление кислорода (или окисляемость для диоксинов);
ЭМП – электромагнитное поле;
ЮНЕП англ. UNEP, The United Nations Environment Programme – Программа Организации Объединённых Наций по охране окружающей среды;
ЮНЕСКО англ. UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – Организация Объединённых Наций по вопросам науки и культуры;
WWF – Всемирный фонд охраны дикой живой природы.

ВВЕДЕНИЕ

До недавнего времени было широко распространено мнение о том, что научно-технический прогресс позволяет человечеству преодолеть зависимость от природы, более того, переделать природу по своему усмотрению. Символом технического прогресса и экономического благополучия считались дымящиеся на горизонте заводские трубы, уходящие вдаль линии электропередач, рассекающие степные пространства оросительные каналы, подпирающие искусственные моря гигантские плотины. Казалось, чем больше будет этих труб, чем гуще сеть проводов, обширней рукотворные водоёмы, тем лучше и легче станет жизнь человека на Земле. Это были времена благоговения перед техническими возможностями человека.

Шли годы, возрастали масштабы вмешательства человека в природную среду, исподволь нарастали издержки этих преобразований. Производственные отходы серьёзно ухудшали качество поверхностных и подземных вод, воздушный бассейн на огромных пространствах потерял свои естественные свойства, резко сократилась площадь лесов, урбанизация полностью нарушила природные ландшафты, химизация сельского хозяйства внесла существенные изменения в естественный круговорот веществ. Все более заметный дефицит некоторых природных ресурсов оказывает дестабилизирующее влияние на экономическую ситуацию в мире. Стали отмечаться негативные последствия техногенного воздействия на биосферу в целом. Это не могло не сказаться на здоровье людей.

Однако на определённом этапе эти проблемы не осознавались как фундаментально опасные и для их решения выбирались средства, способные лишь временно облегчить экологическую обстановку. Например, вынос промышленных предприятий за городскую черту, увеличение высоты труб, создание различных очистных сооружений и т. п.

Резкая интенсификация природопреобразующей деятельности общества в последние десятилетия связана не только с рядом социально-экономических факторов, но и с определённым уровнем развития естественных и технических наук. Созданы новейшие технологии, потребовавшие новых ресурсов, соответствующих энергетических источников, колоссальных экономических затрат, в конечном счете изменившие экологическую ситуацию целых регионов.

Сегодня очевидно, что научное сознание не успевает за ростом экологических проблем, которые из года в год расширяются и становятся все острее. Экологические проблемы не рождаются сами по себе, они – следствие нашей технической и экологической малограмотности, бесхозяйственности, безответственности.

Становится все более очевидным, что научно-технический прогресс ведет не к устранению зависимости общественного развития от природных условий, а к диалектическому изменению и усложнению этой зависимости. Современное общество, с одной стороны, не может удовлетворить свои потребности без интенсивного и крупномасштабного вовлечения природных ресурсов в сферу производства, а с другой – оно вынуждено охранять природную среду, поскольку от ее состояния зависит существование общества и сама жизнь на Земле.

Экономические, социальные, технологические и биологические процессы в настоящее время настолько тесно связаны и взаимозависимы, что возникла необходимость не противопоставлять экономику и природу друг другу, а рассматривать современное производство как сложную эколого-экономическую систему.

Глава I. ПОНЯТИЙНО-ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИИ

1.1. Историческое развитие экологии. Многообразие понятия «экология»

Во всех энциклопедиях и справочниках мы можем прочесть, что термин «экология» был предложен в 1866 г. крупнейшим немецким зоологом (биологом-дарвинистом) Эрнстом Геккелем (1834–1919 гг.). Термин образован из двух слов: «*ойкос*», что означает дом, жилище, и «*логос*» – наука, изучение. Образно говоря, экология – это наука о том, как жить и хозяйствовать в собственном доме. Каждый вид имеет свой дом, для современного человека – это вся планета Земля и околоземное космическое пространство.

Впервые термин «экология» был употреблен на восемь лет ранее американским философом, писателем-романистом и натуралистом широкого профиля Генри Дэвидом Торо (1817–1862 гг.), главная книга которого «Жизнь в лесу» была переведена на многие языки, в том числе на русский. Она навеяна идеями Жана Жака Руссо (1712–1778 гг.) и представляет идиллическое описание жизни человека в ненарушенных природных условиях.

Древнегреческое слово «*ойкос*» или «*эйкос*» правильнее переводить как «место обитания». Г. Д. Торро в 1858 г. в одной из публицистических статей употребил слово «экология» в смысле «природоведение», считая, что природу надо изучать, потому что она, а не строения городов, является истинным домом человечества.

Экология, по-видимому, одна из древнейших наук, она приобрела практическое значение еще на заре развития цивилизации. Интерес к среде своего обитания был свойствен человеку всегда. И это понятно, так как от качества этой среды зависело не только благополучие семьи, рода, племени, но и само его существование.

В средние века господство схоластики и богословия ослабило интерес к изучению природы. Однако в эпоху Возрождения, Ренессанса великие географические открытия снова возродили биологические исследования натуралистов. В XVII–XVIII вв. экологические сведения встречались в работах зоологов, путешествующих натуралистов.

Автор первого эволюционного учения Жан Батист Ламарк (1744–1829 гг.) выделял влияние «внешних обстоятельств» в качестве

одной из наиболее важных причин эволюции животных и растений.

Экологическому направлению в географии растений положили начало работы Александра Гумбольдта (1769–1858 гг.). Внешний облик растительности определяет «физиологию» ландшафта, и растительность в биосфере распределена в соответствии с географической зональностью. В сходных географических условиях у растений разных таксономических групп вырабатываются сходные «физиономические» формы, то есть одинаковый внешний облик. По распределению и соотношению этих форм можно судить о специфике физико-географической среды.

Значительный вклад в экологическое мышление внесли труды русских зоологов К. Ф. Рулье (1814–1858 гг.), Н. А. Северцова (1827–1885 гг.) и многих других ученых.

Экология выделилась в качестве самостоятельной биологической науки в конце XIX в.

Особый день в истории экологии как науки – 14 сентября 1866 г., когда Э. Геккель закончил свою книгу «Всеобщая морфология организмов», в которой было дано определение этой науки: «под экологией мы подразумеваем общую науку об отношениях организмов к окружающей среде, куда мы относим все «условия существования» в широком смысле этого слова. Они частично органической, частично неорганической природы». Геккель дал развернутую характеристику этой отрасли знаний целиком, исходя из идей Ч. Дарвина, спустя семь лет после публикации «Происхождения видов путем естественного отбора» (1859 г.).

В программной речи «О пути развития и задаче зоологии», произнесенной в 1869 г., Геккель сказал: «Под экологией мы подразумеваем науку об экономии, домашнем быте животных организмов. Она исследует общие отношения животных как к их неорганической, так и органической среде, их дружественные и враждебные отношения к другим животным и растениям, с которыми они вступают в прямые и не прямые контакты или, одним словом, все те запутанные взаимоотношения, которые Ч. Дарвин условно обозначил как борьбу за существование».

Однако термин «экология» получил признание научной общности только в конце века.

Американский ученый С. Форбс привел развернутое определение экологии в 1895 г.: «Это очень обширный, сложный и важ-

ный предмет. Однако обширность и значение его мы увидим лишь тогда, когда поймем, что к нему относится все учение Дарвина с одной стороны, и что все сельское хозяйство зависит от него с другой. Он включает действительно широкую сферу активной жизни и все формы материи и энергии в их влиянии тем или иным путем на живых существ».

В начале XX столетия оформились и начали развиваться экологические школы ботаников, зоологов, гидробиологов и т. д. На Третьем ботаническом конгрессе в Брюсселе в 1910 г. экология растений официально разделилась на экологию особей (аутэкология) и экологию сообществ (синэкология). Это деление распространилось на общую экологию и экологию животных.

В 1913–1920 гг. были опубликованы экологические труды В. Шелфорда, Ч. Адамса, С. А. Зернова, организованы экологические научные общества, журналы, экологию стали преподавать в университетах.

Труды многих выдающихся исследователей позволили создать совокупность знаний, идей, законов, которые являются фундаментом экологии. В 20–40 гг. сложился понятийный аппарат, были выработаны основные методологические подходы.

Во второй половине XX в. экология как наука развивается особенно бурно, поскольку антропогенные изменения окружающей среды приобрели такие размеры, что человек прямо или косвенно стал их жертвой.

Как отмечал академик А. Л. Яншин, даже Вторая мировая война с ее колоссальными негативными последствиями не нарушила сложившегося в природе равновесия. Однако затем положение в корне изменилось. Начался бурный рост численности населения, причем росло число городских жителей. Это вызвало увеличение урбанизированных площадей, включая свалки, дороги, проселки и т. д., что привело к деградации природы, резко сократило ареалы распространений животных из-за вырубki лесов, роста поголовья скота, применения гербицидов, пестицидов, удобрений. Возникла проблема захоронения ядерных отходов.

В июне 1972 г. ООН созвала и провела в Стокгольме Первое международное совещание, посвященное окружающей человека антропогенно измененной природной среде. Было принято решение о создании постоянно действующей международной Про-

граммы Организации Объединённых Наций по охране окружающей среды – ЮНЕП (The United Nations Environment Programme – UNEP). Она действует и в настоящее время.

После этого совещания термин «экология», который употреблялся сравнительно узким кругом биологов, стал быстро распространяться в средствах массовой информации (СМИ). Интерес к проблемам экологии вызвал ее бурное развитие. У науки появились различные направления, которые постоянно углубляются и расширяются, прослеживается тенденция превращения экологии в синтетическую науку или даже в самостоятельную отрасль естествознания.

Структура современной экологии представлена на рис. 2 (по Реймерсу, 1992 г.)

Основой всех современных «экологий» является биология, или общая экология (фундаментальная экология), изучающая всю природу в целом, уровни организации жизни на Земле, устойчивость живой природы и т. д.

1.2. Основные понятия экологии

Экология – раздел биологической науки о взаимоотношениях между организмами и средой обитания.

Взаимоотношение экологии с другими биологическими науками представлено на рис. 1, где показано, что живые организмы можно изучать на различных уровнях организации. Область экологии соответствует правой части приведенной схемы и охватывает организмы, популяции и сообщества.

Экология рассматривает их как живой (биотический) компонент системы, называемой *экосистемой* – сообществом организмов с окружающей их физической средой, взаимодействующих между собой и образующих экологическую единицу; последняя включает также неживой (абиотический) компонент – физическую среду с ее веществом и энергией.

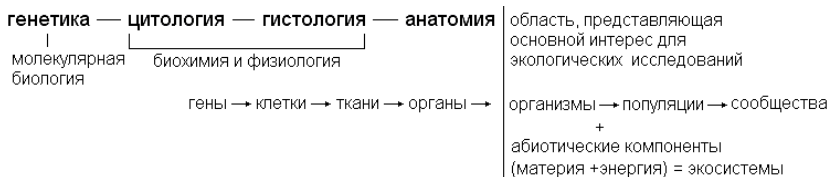


Рис. 1. Уровни организации живого от генов до экосистем

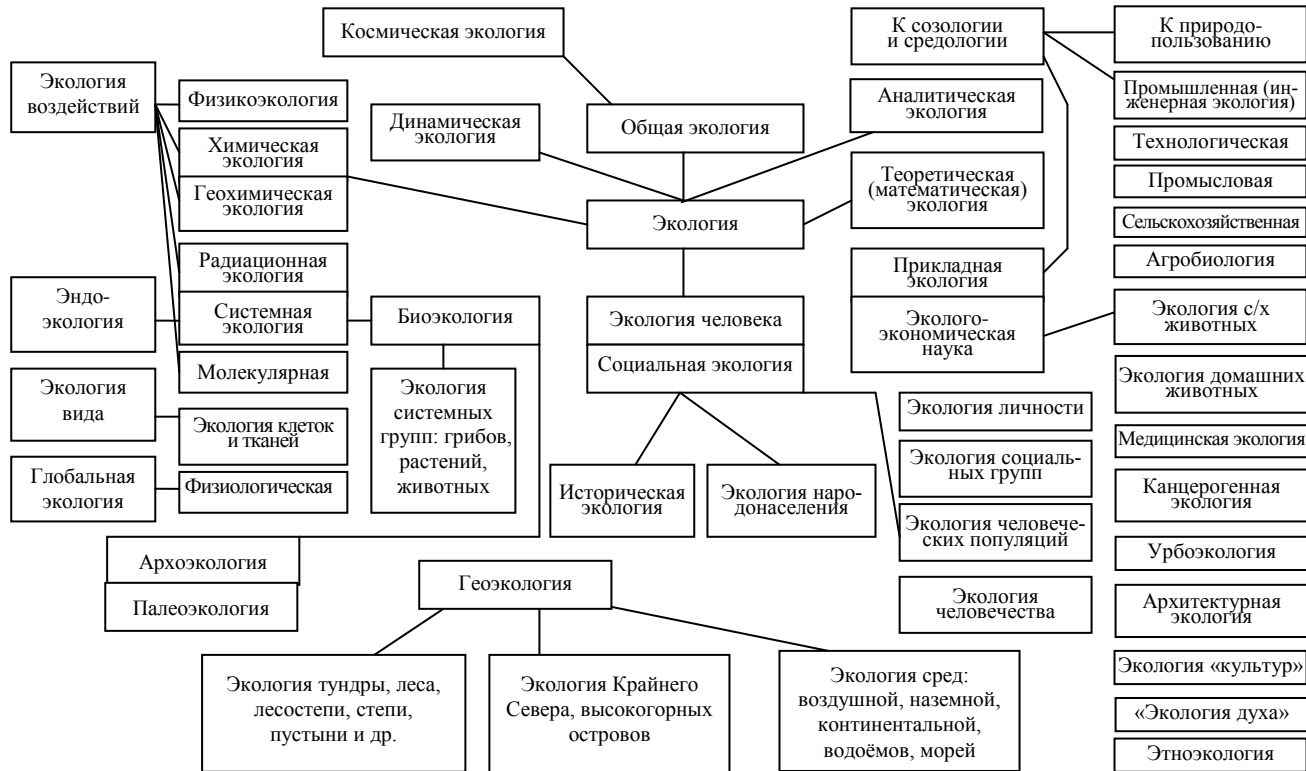


Рис. 2. Структура современной экологии

Биологическая наука – наука о живом, предметом которой является познание сущности, происхождения, развития и многообразия жизни.

Жизнь в самом общем смысле есть активное, идущее с затратой полученной извне энергии поддержание (за счет постоянного обмена веществ и энергии с окружающей средой) и матричное воспроизведение специфической и упорядоченной структуры.

Жизнь – это качественно особая форма существования материи, связанная с самовоспроизведением. Процесс обеспечивается передачей генетической информации от поколения к поколению («подобное рождает подобное»).

Свойствами живого являются, кроме самовоспроизведения, специфичность организации, упорядоченность структуры, целостность и дискретность, рост и развитие, обмен веществ и энергии, наследственность и изменчивость, раздражимость, движение, внутренняя регуляция, специфичность взаимодействия со средой обитания, которая заключается в том, что каждый организм живет в условиях определенной среды, из которой он получает всё необходимое для жизни, то есть имеет свою экологическую нишу.

Экологическая ниша – область многогранного пространства базовых, ортогональных переменных, в совокупности отображающих ресурсы и условия среды, соответствующая устойчивому существованию вида, популяции, организма.

Размер способности природного или природно-антропогенного окружения (среды) обеспечивать нормальную жизнедеятельность определенному числу организмов и их сообществ без заметного нарушения самого окружения называется *ёмкостью среды*.

Под нормальной жизнедеятельностью понимают возможность оптимального питания, дыхания, размножения, убежища и т. д.

Питание представляет собой процесс потребления, извлечения питательных веществ (энергии) для обеспечения процессов жизнедеятельности организма.

Дыхание – совокупность протекающих в организме физико-химических и физиологических процессов, которые обеспечивают поступление кислорода и удаление углекислого газа (внешнее дыхание), а также использование кислорода клетками и тканями для окисления органических веществ с освобождением энергии, необходимой для жизнедеятельности (клеточное или

тканевое дыхание); большинство организмов (аэробы) используют для дыхания кислород воздуха.

Размножение – характерное и обязательное свойство всего живого; воспроизведение себе подобных, обеспечивающее непрерывность и преемственность жизни с её видовой спецификой и общим физико-химическим единством. Различают два основных типа размножения: бесполое и половое. Все живое обладает огромной способностью к размножению.

Обмен веществ – совокупность химических процессов, протекающих в клетках и обеспечивающих связь организмов с окружающей средой, что является условием поддержания их жизни.

Обмен веществ и энергии в клетках ведет к восстановлению (замене) разрушенных структур, росту и развитию организма.

Благодаря раздражимости организмы уравниваются со средой. Избирательно реагируя на факторы среды, организмы «уточняют» свои отношения с ней, в результате чего возникает единство среды и организма.

Вернувшись теперь к рис. 2, мы можем отметить, что различные экосистемы вместе образуют биосферу, или экосферу, включающую все живые организмы и всю физическую среду, с которой они взаимодействуют.

Термины: *организм, популяция, вид, сообщество* или *биоценозы, экосистема, биогеоценоз, биосфера, ноосфера* – имеют в экологии точное определение.

Организм (особь, индивид – по Вернадскому) – единица жизни неделимая, система, замкнутая по структуре, иерархически организованная, неравновесная, самоорганизующаяся, открытая по обменам веществом и энергией.

Вид – совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство.

Популяция – форма существования вида, совокупность особей одного вида, имеющих общий генофонд и населяющих определенное пространство с относительно однородными условиями обитания.

Генофонд популяции – совокупность генов популяции, группы популяции или вида.

Сообщество – совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых видов в пределах естественно ограниченного жизнепригодного пространства.

Биоценоз – взаимосвязанная совокупность микроорганизмов, растений, грибов и животных, населяющих однородный участок суши или водоёма (биотоп).

Биотоп – относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство в пределах водной, наземной, подземной частей биосферы, занятой одним биоценозом. Биотоп – синоним местообитания вида.

Фитоценоз – сообщество растений, исторически сложившееся в результате сочетания взаимодействующих растений на однородном участке территории. Его характеризуют определенный видовой состав, жизненные формы, ярусность надземная и подземная, обилие видов (частота встречаемости), размещение, аспект (внешний вид), жизненность, сезонные изменения развития (смена сообществ).

Зооценоз – сообщество животных.

Микробиоценоз – сообщество микроорганизмов.

Микоценоз – сообщество грибов.

Биогеоценоз – устойчивая, саморегулирующаяся, пространственно ограниченная природная система, в которой функционально взаимосвязаны живые организмы и окружающая их абиотическая среда (термин введен в 1942 году В. Н. Сукачевым).

Экологическая система (экосистема) – сообщество живых организмов среды обитания, составляющее единое целое на основе пищевых связей и способов получения энергии. Термин ввел А. Тэнсли в 1935 г.

Биосфера или экосфера – одна из оболочек (сфер Земли), состав и энергетика которой в существенных своих чертах определены работой живого вещества. Биосфера включает всю ту наружную область планеты Земля, в которой не только существует жизнь (витасфера), но которая в той или иной степени видоизменена или сформирована жизнью. Биосфера включает в себя тропосферу, гидросферу, литосферу. Верхней границей биосферы является озоновый экран (слой). *Основоположник современного учения о биосфере – В. И. Вернадский.*

Ноосфера – сфера разума – этап эволюции биосферы, который характеризуется ведущей ролью разумной и сознательной деятельности человеческого общества в развитии биосферы.

В соответствии с изучаемыми в экологии уровнями организации живого выделяются такие разделы, как аутоэкология, синэкология, экология популяций.

Аут(о)экология – раздел экологии, изучающий взаимоотношения отдельного организма со средой обитания. Задачей аутоэкологии (от греч. «*autos*» – сам) является установление пределов существования особи (организма) и тех пределов физико-химических факторов, которые организм выбирает из всего диапазона их значений. Изучение реакции организмов на воздействие факторов среды позволяет выявить не только эти пределы, но и физиологические, а также морфологические изменения, характерные для данных особей.

Таким образом, аутоэкология изучает взаимоотношения особей с внешней средой. В основе этих отношений лежат морфофизиологические реакции организма на воздействие среды. С изучения этих реакций и начинается любое экологическое исследование, однако часто неправильно считается, что аутоэкология изучает экологию не особей, а видов. Следует отметить, что термин «аутоэкология» был введен в 1896 г. М. Шретером именно для обозначения экологии особей.

Основное внимание при изучении экологии особей уделяется биохимическим реакциям, интенсивности газообмена, водного обмена и другим физиологическим процессам, определяющим состояние организма. При проведении этих исследований широко используются сравнительно-экологический и эколого-географический методы, сопоставляются состояние и реакция организма на внешние воздействия в различные периоды жизни (суточная, сезонная активность). Большое место в аутэкологических исследованиях занимает изучение влияния на организм естественной и искусственной радиоактивности, загрязненности среды, обусловленной индустриальной деятельностью человека.

Экология популяций – раздел экологии, который изучает естественные группировки особей одного вида, то есть популяций (условия, при которых формируются популяции, внутривидовые группировки и их взаимоотношения, организацию (структуру), динамику численности популяции).

Синэкология – раздел экологии, изучающий сообщества растений, животных, микроорганизмов и их отношения со средой обитания.

1.3. Основные законы экологии

Как любая наука, экология выявляет закономерности протекания изучаемых процессов и формирует их в виде кратких логических и проверенных практикой положений – законов.

Рассмотрим ряд основных законов экологии, всего их установлено около 250 (Реймерс, 1994 г.).

Закон незаменимости биосферы: биосфера – это единственная система, обеспечивающая устойчивость среды обитания при любых возникающих возмущениях. Нет никаких оснований надеяться на построение искусственных сообществ, обеспечивающих стабилизацию окружающей среды в той же степени, что и естественные сообщества.

Закон биогенной миграции атомов (В. И. Вернадский): миграция химических элементов земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется при непосредственном участии живого вещества – биогенная миграция.

Закон физико-химического единства живого вещества: общебиосферный закон – живое вещество физико-химически едино; при всей разнокачественности живых организмов они настолько физико-химически сходны, что вредное для одних не безразлично для других (например, загрязнители).

Принцип Реди: живое происходит только от живого, между живым и неживым веществом существует непродолимая граница, хотя и имеется постоянное взаимодействие.

Закон единства «организм – среда»: жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом и информацией на базе потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих ее организмов.

Закон однонаправленности потока энергии: энергия, получаемая сообществом и усваиваемая продуцентами, рассеивается или вместе с их биомассой передается консументам, а затем редуцентам с наделением потока на каждом трофическом уровне; поскольку в обратный поток (от редуцентов к продуцентам) поступает ничтожное количество изначально вовлеченной энергии (максимум 0,35 %), говорить «о круговороте энергии» нельзя; существует лишь круговорот веществ, поддерживаемый потоком энергии.

Закон необратимости эволюции Л. Долло: организм (популяция, вид) не может вернуться к прежнему состоянию, уже

осуществленному в ряду его предков, даже вернувшись в среду их обитания.

Закон (правило) 10 процентов Р. Линдемана: среднемаксимальный переход с одного трофического уровня экологической пирамиды на другой 10 % энергии (или вещества в энергетическом выражении), как правило, не ведет к неблагоприятным последствиям для экосистемы и теряющего энергию трофического уровня.

Закон толерантности В. Шелфорда: лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору.

Закон оптимума: любой экологический фактор имеет определенные пределы положительного влияния на живые организмы.

Закон ограничивающего фактора (закон минимума Ю. Либуха): наиболее значим тот фактор, который больше всего отклоняется от оптимальных для организма значений; от него зависит в данный момент выживание особей; веществом, присутствующим в минимуме, управляет рост.

Закон (принцип) исключения Гаузе: два вида не могут существовать в одной и той же местности, если их экологические потребности идентичны, т. е. если они занимают одну и ту же экологическую нишу.

«Законы» экологии Б. Коммонера:

- все связано со всем;
- все должно куда-то деваться;
- природа «знает» лучше;
- ничто не дается даром.

1.4. Подходы и методы экологии

Для правильного понимания экологической обстановки требуется одновременный учет всех взаимодействующих в данном месте факторов, и уже сама сложность такой задачи делает ее нелегкой. На практике большинство экологов, предпринимая новое исследование, применяет один из нескольких основных подходов:

- экосистемный подход;
- изучение сообществ (синэкология);
- популяционный подход (аутэкология);

- анализ местообитаний;
- эволюционный и исторический подходы.

Эти подходы в экологии частично перекрываются и взаимодействуют друг с другом.

Экосистемный подход

Впервые определение экосистемы как совокупности живых организмов с их местообитанием было дано А. Тэнсли в 1935 г. При экосистемном подходе в центре внимания эколога оказываются поток энергии и круговорот веществ между биотическим и абиотическим компонентами экосферы. Его больше интересуют здесь функциональные связи (такие, как цепи питания) живых организмов между собой и с окружающей средой.

Вместе с тем в экосистемном подходе находит применение концепция гомеостаза (саморегуляции), из которой становится понятным, что нарушение механизмов регуляции, например в результате загрязнения среды, может привести к биотическому дисбалансу.

Изучение сообществ

Экология сообществ уделяет особое внимание биотическим компонентам экосистем. При изучении сообществ исследуют растения, животных и микроорганизмы, обитающие в различных биотических единицах, таких как лес, луг и т. д. Основной упор делается на определение и описание видов и изучение факторов, ограничивающих их распространение. Подход имеет важное значение для решения вопросов рационального использования природных ресурсов.

Популяционный подход

Популяционная экология занимается аутэкологическими проблемами. В современных популяционных исследованиях используются математические модели роста, самоподдержания и уменьшения численности тех или иных видов. Построение этих моделей связано с рядом важных понятий, таких как рождаемость, выживаемость, смертность. Популяционная экология обеспечивает теоретическую базу для понимания всплесков численности вредителей и паразитов, имеющих значение для сельского хозяйства и медицины, и открывает возможности борьбы с ними при помощи биологических методов (например, использование хищников и паразитов-вредителей), а также позволяет оценить критическую численность вида, необходимую для его выживания.

Популяционная биология обеспечила теоретические основы для анализа расселения и вымирания видов, начиная с самых ранних этапов эволюции жизни на нашей планете.

Изучение (анализ) местообитаний

Местообитание – это участок среды определенного типа, где живет данный организм. Организм приспособлен к определенным физическим условиям местообитания.

Анализ местообитания особо выделяют в связи с удобством проведения исследований, но он даёт мало дополнительной информации по сравнению с тремя подходами, описанными ранее. Тем не менее он широко распространен в полевых исследованиях, поскольку местообитания легко поддаются классификации.

Анализ местообитаний очень удобен также при изучении физических факторов среды, таких как почва, влажность, освещенность, с которыми тесно связана жизнь животных и растений. Здесь связи с экосистемным подходом и изучением сообществ особенно сильны. Развитие смежных наук: гидрологии, почвоведения, метеорологии, климатологии, океанографии и др. – открыло новые важные междисциплинарные области исследования.

Эволюционный и исторический подходы

Изучая, как экосистемы, сообщества, популяции и местообитания менялись во времени, мы получаем важный материал для суждения о характере вероятных будущих изменений. Эволюционная экология рассматривает изменения, связанные с развитием жизни на нашей планете, и позволяет понять основные закономерности, действовавшие в экосфере до того момента, когда важным экологическим фактором, влияющим на большинство организмов и на физическую среду, стала деятельность человека. Эволюционная экология пытается реконструировать экосистемы прошлого, используя как палеонтологические данные (ископаемые остатки, анализ пыльцы и др.), так и сведения о современных экосистемах.

Историческая экология занимается изменениями, связанными с развитием человеческой цивилизации и технологии, с их возрастающим влиянием на природу, и рассматривает период от неолита до наших дней.

Используя эти подходы, можно выявлять долговременные экологические тенденции, установить которые только путем

изучения современных экосистем невозможно; таковы, например, изменения климата, расселение видов животных и растений. Этот подход приносит больше новых теоретических идей, чем анализ местообитаний.

Изучением древних сообществ и популяций традиционно занималась палеонтология, применение же экологических (экосистемных) идей к прошлому началось сравнительно недавно. Эволюционная экология – все расширяющаяся и плодотворная область исследований.

Контрольные вопросы

1. Кто предложил термин «экология»?
2. Когда экология выделилась в качестве самостоятельной биологической науки?
3. Автором какого учения является Жан Батист Ламарк?
4. Что изучает экология?
5. Дайте определение понятию «экосистема».
6. Что такое «экологическая ниша»?
7. В чём разница между биоценозом и фитоценозом?
8. Чем отличается биосфера (экофера) от ноосферы?
9. Что изучают аутэкология и синэкология?
10. Сколько основных законов (принципов) экологии вы изучили? Постарайтесь их сформулировать.
11. Перечислите подходы к изучению экологии.
12. В чём суть каждого подхода?

Глава II. ВЗАИМООТНОШЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ И СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

2.1. Понятие среды обитания. Экологические факторы как свойства, воздействующие на организмы

Среда обитания – это та часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует. Составные части и свойства среды многообразны и изменчивы. Любое живое существо живет в сложном и меняющемся мире, постоянно приспосабливаясь к нему и регулируя свою жизнедеятельность в соответствии с его изменениями.

На нашей планете живые организмы освоили *четыре основные среды обитания*, сильно различающиеся по специфике условий. *Водная среда* была первой, в которой возникла и распространилась жизнь. В последующем живые организмы овладели *наземно-воздушной средой*, создали и заселили почву. Четвертой специфической средой жизни стали *сами живые организмы*, каждый из которых представляет собой целый мир для населяющих его паразитов.

Приспособления организмов к среде носят название *адаптаций*.

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

Отдельные свойства или элементы среды, воздействующие на организмы, называются экологическими факторами. Факторы среды разнообразны. Они *могут быть необходимы или, наоборот, вредны для живых существ*, способствовать или препятствовать выживанию и размножению. Экологические факторы имеют разную природу и специфику действий и делятся на абиотические и биотические.

Биотические факторы – это формы воздействия живых существ друг на друга.

Каждый организм постоянно испытывает на себе прямое или косвенное влияние других существ, вступает в связь с представителями своего вида и других видов (растениями, животными, микроорганизмами), зависит от них и сам оказывает на них воздействие. Окружающий органический мир – составная часть среды каждого живого существа.

Взаимные связи организмов – основа существования биоценозов и популяций; рассмотрение их относится к области *синэкологии*.

Абиотические факторы – это свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы. Они делятся на физические и химические. *Физические факторы* неживой природы: космические, климатические, почвенные, геологические. *К химическим факторам* неживой природы принадлежат компоненты воздуха, воды, кислотность (рН) и другие антропогенные примеси промышленного происхождения.

В космических факторах неживой природы представлены космическая пыль, метеоритное вещество, астероиды, вещества и волны галактического пространства, циклические изменения солнечной активности.

Солнечная активность – это выброс плазмы, усиление коротковолнового и радиоизлучения с поверхности Солнца (изучается гелиобиологией).

Гелиобиология (от греч. «хелиос» – солнце) – исследует влияние солнечной активности на жизненные процессы Земли: от возникновения эпидемий и всплесков рождаемости до крупных климатических преобразований. Основоположником этой науки является русский ученый А. Л. Чижевский (1897–1964 гг.)

К климатическим факторам относятся: лучистая энергия Солнца, приход и перераспределение, поглощение, отражение (альbedo) солнечной энергии в разных районах земного шара, прозрачность атмосферы, освещенность земной поверхности, продолжительность светового дня, влажность воздуха, атмосферные осадки, движение воздушных масс (ветер).

Геоморфология – наука о рельефе. Рельеф местности может значительно влиять на микроклиматические и почвенные факторы (например: горы, ущелья, каньоны, низины и т. д.).

Абиотические факторы водной среды включают плотность, вязкость, теплоемкость, прозрачность, кислотность, растворенные газы, температурный градиент, температурный режим.

Антропогенные факторы – это формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природы как среды обитания других видов или непосредственно сказываются на их жизни. В ходе истории человечества развитие сначала охоты, а затем сельского хозяйства, промышленности, транспорта сильно изменило природу нашей планеты. Значение антропогенных воздействий на весь живой мир Земли продолжает стремительно возрастать.

Хотя человек влияет на живую природу через изменение абиотических факторов и биотических связей видов, деятельность людей на планете следует выделять в особую силу, не укладывающуюся в рамки классификации. В настоящее время судьба живого покрова Земли и всех видов организмов находится в руках человеческого общества, зависит от антропогенного влияния на природу.

Экологические факторы среды оказывают на живые организмы различные воздействия, т. е. могут влиять как раздра-

жители, вызывающие приспособительные изменения физиологических и биохимических функций; как ограничители, обуславливающие невозможность существования в данных условиях; как модификаторы, вызывающие анатомические и морфологические изменения организмов; как сигналы, свидетельствующие об изменениях других факторов среды.

2.2. Общие закономерности воздействия экологических факторов на живые организмы

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 фактор имеет лишь определенные пределы положительного влияния на 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 отклонение от оптимума, тем больше выражено угнетающее действие данного фактора на организмы (зона пессимума). Максимально или минимально переносимые значения фактора – *это критические точки, за пределами которых существование уже невозможно, наступает смерть.* Пределы выносливости между критическими точками называют *экологической валентностью* живых существ по отношению к конкретному фактору среды.

Представители разных видов сильно отличаются друг от друга как по положению оптимума, так и по экологической валентности. Одна и та же сила проявления фактора может быть оптимальной для одного вида, пессимальной для другого и выходить за пределы выносливости для третьего.

Широкую экологическую валентность вида по отношению к абиотическим факторам среды обозначают добавлением к названию фактора приставки «*эври*».

Эвритермные виды – выносящие значительные колебания температуры, *эврибатные* – широкий диапазон давления, *эвригалинные* – разную степень засоления среды.

Неспособность переносить значительные колебания фактора или узкая экологическая валентность характеризуются приставкой «стено»: *стенотермные, стенобатные, стеногалинные виды и т. д.* В более широком смысле слова *виды, для существования которых необходимы строго определенные экологические условия, называются стенобатными*, а те, которые способны приспособиваться к разной экологической обстановке – *эврибатными*.

2. *Неопределенность действия фактора на разные функции.* Каждый фактор неодинаково влияет на разные функции организма. *Оптимум для одних процессов может являться пессимумом для других. Для многих рыб температура воды, оптимальная для созревания половых продуктов, неблагоприятна для икротетания, которое происходит при другом температурном интервале.*

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

3. *Изменчивость, вариабельность и разнообразие ответных реакций на действия факторов среды у отдельных особей вида.* Степень выносливости, критические точки, оптимальные и пессимальные зоны отдельных индивидуумов не совпадают. Эта изменчивость определяется как наследственными качествами особей, так и половыми, возрастными и физиологическими различиями. Например, у бабочки ельничной огневки (одного из вредителей муки и зерновых продуктов) критическая минимальная температура для гусениц – 7 °С, для взрослых форм – 10 °С, а для яиц – 27 °С. Мороз в 10 °С губит гусениц, но не опасен для яиц этого вредителя. ***Следовательно, экологическая валентность вида всегда шире экологической валентности отдельной особи.***

4. *К каждому из факторов среды виды приспособиваются относительно независимым путем.* 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 приспособлены к широким колебаниям влажности или солевого режима. Эвритермные

виды могут быть стеногалинными, стенобатными или наоборот. Экологические валентности вида по отношению к разным факторам могут быть очень разнообразными. Это создает чрезвычайное многообразие адаптаций 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.

Правило экологической индивидуальности видов сформулировал русский ботаник Л. Г. Раменский применительно к растениям, а затем это было подтверждено и зоологическими исследованиями.

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 факторы. Эта закономерность получила название *взаимодействия факторов*. Например, жару легче переносить в сухом, а не во влажном воздухе. 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 как увеличением количества влаги в почве, так и снижением температуры воздуха, уменьшающего испарение. Создается эффект частичного взаимозамещения факторов.

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 элементов минерального питания делает жизнь растения невозможной, несмотря на самые благоприятные сочетания других условий.

Если хотя бы один из экологических факторов приближается или выходит за пределы критических величин, то, несмотря на оптимальное сочетание остальных условий, особям грозит гибель. Также сильно уклоняющиеся от оптимума факторы приобретают первостепенное значение в жизни вида или отдельных его представителей в каждый конкретный отрезок времени.

Лимитирующий фактор (условие) – это любой фактор (условие), приближающийся к пределу толерантности или превышающий его.

Толерантность экологическая есть способность организма переносить отклонения экологических факторов от оптимальных для себя; область устойчивого существования вида или реализации какой-либо его функции по отношению к конкретному фактору среды или их сочетанию.

Устойчивость вида – способность вида сохранять функционирование в пределах естественного колебания его параметров.

Гомеостаз – состояние внутреннего динамического равновесия природной системы (организма, вида), поддерживаемого регулярным возобновлением его основных структур, вещественно-энергетического состава и постоянной функциональной саморегуляции ее компонентов.

Саморегуляция – свойство системы в процессе функционирования сохранять на определенном уровне типичное состояние, режимы, характеристику связей между ее компонентами.

Компоненты природной системы – основные составные её части, тесно связанные между собой; при изменении одного из компонентов меняются другие и возникают «цепные реакции».

Ограничивающие факторы среды определяют географический ареал вида. Природа этих факторов может быть различной. Так, продвижение вида на север может лимитироваться недостатком тепла, в аридные районы – недостатком влаги или слишком высокими температурами. Фактором, ограничивающим распространение, могут служить биотические отношения, например занятость территории более сильным конкурентом или недостаток опылителей для растений.

Закон Либиха (закон минимума): «Веществом, присутствующим в минимуме, управляется урожай» – и *закон Шелфорда (закон толерантности)*: «Любой организм имеет верхние и нижние границы устойчивости (толерантности) к любому экологическому фактору» – являются *фундаментальными основополагающими законами экологии*.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под средой обитания?
2. В чём разница между биотическими и абиотическими факторами среды?
3. Перечислите физические и химические факторы неживой природы.

4. Что относится к климатическим факторам?
5. Что изучает наука геоморфология?
6. Что является отличительной особенностью антропогенных факторов? Перечислите основные.
7. Перечислите основные законы воздействия экологических факторов на живые организмы.
8. Что такое экологическая толерантность?
9. Сформулируйте закон Либиха (закон минимума).
10. Что такое гомеостаз?

Глава III. ЭКОСИСТЕМЫ

3.1. Поток энергии и круговорот питательных веществ

При изучении основных понятий экологии мы выяснили, что термин «экосистемы» означает не что иное, как «сообщество живых организмов и среды обитания, составляющее единое целое на основе пищевых связей и способов получения энергии». Термин ввёл А. Тэнсли в 1935 г. При изучении данной главы мы познакомимся с «работой экосистемы», т. е. в общем виде с тем, как живые организмы получают энергию, которая позволяет им жить и существовать в том сообществе, которое составляет единое целое – *экосистему*.

Организмы в экосистеме связаны общностью энергии и питательных веществ, и необходимо четко разграничить эти два понятия.

Энергия определяется как способность совершать работу. Живые организмы нуждаются в энергии для поддержания жизни точно так же, как машины для того, чтобы работать. Всю экосистему можно уподобить единому механизму, потребляющему энергию и питательные вещества для совершения работы. Питательные вещества первоначально происходят из абиотического компонента системы, в который в конце концов и возвращаются либо в качестве отходов жизнедеятельности, либо после гибели и разрушения организмов. Таким образом, в экосистеме происходит постоянный круговорот питательных веществ, в котором участвуют живые и неживые компоненты. Такие круговороты называются *биогеохимическими циклами*.

Движущей силой этих круговоротов служит в конечном счете, энергия Солнца. Фотосинтезирующие организмы непосредственно используют энергию солнечного света и затем передают ее другим представителям биотического компонента. В итоге создается поток энергии и питательных веществ через экосистему, как показано на рис. 3.

Необходимо отметить, что климатические факторы абиотического компонента, такие как температура, движение атмосферы, испарение и осадки, тоже регулируются поступлением солнечной энергии.



Рис. 3. Поток энергии и круговороты биогенных элементов в экосистеме

Для того чтобы понять, почему имеет место линейный поток энергии через экосистему, а не ее круговорот и повторное использование (как в случае питательных веществ), необходимо коротко рассмотреть некоторые термодинамические положения.

Энергия может существовать в виде различных взаимопревращаемых форм, таких как механическая, тепловая и электрическая энергия. Переход одной формы в другую, называемый преобразованием энергии, подчиняется законам термодинамики. Первый закон термодинамики, *закон сохранения энергии*, гласит, что энергия может превращаться из одной формы в другую, но не может быть создана или уничтожена. Второй закон утверждает, что при совершении работы энергия не может быть использована на все 100 % и часть ее неизбежно превращается в тепло. Тепло есть результат случайного движения молекул, тогда как работа всегда означает неслучайное (т. е. упорядоченное) использование энергии. Понятие «работы» приложимо к любому процессу, протекающему в живой системе с потреблением энергии, начиная от

процессов на клеточном уровне, таких как поддержание электрических градиентов на мембране и синтез белков, и кончая процессами на уровне целого организма (рост, развитие, размножение).

Таким образом, живые организмы – это преобразователи энергии, и каждый раз, когда происходит превращение энергии, часть ее теряется в виде тепла. В конце концов вся энергия, поступающая в биотический компонент экосистемы, рассеивается в виде тепла. Можно было бы подумать, что поскольку и тепло способно совершать работу (например, в паровозе), то нет причин, которые мешали бы круговороту тепла. Однако процесс, производящий тепло, требует больше энергии, чем может быть возвращено путем вторичного использования этого тепла, поэтому в целом происходит все же потеря полезной энергии в системе. Фактически живые организмы не используют тепло как источник энергии для совершения работы – они используют свет и химическую энергию.

Изучение потока энергии через экосистемы называется *энергетикой экосистем*, и так как это доминирующая тема в их изучении, нам важно познакомиться с единицами, применяемыми для измерения энергии.

3.2. Пищевые цепи и трофические уровни

Внутри экосистемы содержащие энергию органические вещества создаются автотрофными организмами и служат пищей (источником вещества и энергии) для гетеротрофов. Типичный пример: животное поедает растения. Это животное в свою очередь может быть съедено другим животным, и таким путем может происходить перенос энергии через ряд организмов – каждый последующий питается предыдущим, поставляющим ему сырье и энергию. Такая последовательность называется *пищевой цепью*, а каждое ее звено – *трофическим уровнем* (греч. «*Trophos*» – питание). Первый трофический уровень занимают автотрофы, или, так называемые, *первичные продуценты*. Организмы второго трофического уровня называются *первичными консументами*, третьего – *вторичными консументами* и т. д. Обычно бывает четыре или пять трофических уровней и редко больше шести.

Первичные продуценты. Первичными продуцентами являются автотрофные организмы, в основном зеленые растения, не-

которые прокариоты, а именно сине-зеленые водоросли и немногочисленные виды бактерий, которые тоже фотосинтезируют, но их вклад относительно не велик. Фотосинтетика превращают солнечную энергию (энергию света) в химическую энергию, заключенную в органических молекулах, из которых построены их ткани. Небольшой вклад в продукцию органического вещества вносят и хемосинтезирующие бактерии, извлекающие энергию из неорганических соединений.

В водных экосистемах главными продуцентами являются водоросли – часто мелкие одноклеточные организмы, составляющие *фитопланктон* поверхностных слоев океана и озер. На суше большую часть первичной продукции поставляют более организованные формы, относящиеся к голосеменным и покрытосеменным. Они формируют леса и луга.

Первичные консументы. Первичные консументы, то есть *травоядные животные* питаются первичными продуцентами. На суше типичными травоядными являются многие насекомые, рептилии, птицы и млекопитающие. Наиболее важные группы травоядных млекопитающих – это грызуны и копытные. К последним относятся пастбищные животные (такие как лошади, овцы, крупный рогатый скот), приспособленные к бегу на кончиках пальцев.

В водных экосистемах (пресноводных и морских) травоядные формы представлены обычно моллюсками и мелкими ракообразными. Большинство этих организмов – ветвистоусые и веслоногие рачки, личинки крабов, усоногие раки и двустворчатые моллюски (например, мидии и устрицы) – питаются, отфильтровывая мельчайших первичных продуцентов из воды.

Консументы второго и третьего порядка. Вторичные консументы питаются травоядными; таким образом, это уже плотоядные животные, так же как и третичные консументы, поедающие консументов второго порядка. Консументы второго и третьего порядка могут быть *хищниками* и охотиться, схватывать и убивать свою жертву, могут питаться падалью или быть паразитами. В последнем случае они по величине меньше своих хозяев.

Редуценты и детритофаги (детритные пищевые цепи). Существуют два главных типа пищевых цепей – пастбищные и детритные. Выше мы рассмотрели примеры пастбищных цепей, в которых первый трофический уровень занимают зеленые рас-

тения, второй – пастбищные животные (термин «пастбищные» используется в широком смысле и включает все организмы, питающиеся растениями) и третий – хищники. Тела погибших растений и животных еще содержат энергию и «строительный материал» так же, как и прижизненные выделения, например, моча и фекалии. Эти органические материалы разлагаются микроорганизмами, а именно грибами и бактериями, живущими как сапрофиты на органических остатках. Такие организмы называются *редуцентами*. Они выделяют пищеварительные ферменты на мертвые тела или отходы жизнедеятельности и поглощают продукты их переваривания. Скорость разложения может быть различной.

Кусочки частично разложившегося материала называют детритом, и многие мелкие животные (детритофаги) питаются им, ускоряя процесс разложения. Поскольку в этом процессе участвуют как истинные редуценты (грибы и бактерии), так и детритофаги (животные), и тех и других иногда называют редуцентами, хотя в действительности этот термин относится только с сапрофитным организмам.

В схемах пищевых цепей каждый организм бывает представлен как питающийся другими организмами какого-то одного типа. Однако реальные пищевые связи в экосистеме намного сложнее, так как животное может питаться организмами разных типов из одной и той же пищевой цепи или даже из разных пищевых цепей. Это в особенности относится к хищникам верхних трофических уровней. Некоторые животные питаются как другими животными, так и растениями, их называют *всеядными* (таков, в частности, человек). В действительности пищевые цепи переплетаются таким образом, что образуется пищевая (трофическая) сеть.

Для изучения взаимоотношений между организмами в экосистеме и для графического представления этих взаимоотношений удобнее использовать не схемы пищевых цепей, а *экологические пирамиды*. При этом сначала подсчитывают число различных организмов на данной территории, сгруппировав их по трофическим уровням. После таких подсчетов становится очевидным, что численность животных прогрессивно уменьшается при переходе от второго трофического уровня к последующим. Численность растений первого трофического уровня тоже нередко превосходит численность животных, составляющих второй уровень. Это можно отобразить в виде *пирамиды численности*.

Для удобства количество организмов на данном трофическом уровне может быть представлено в виде прямоугольника, длина которого пропорциональна числу организмов, обитающих на данной площади (или в данном объеме, если это водная экосистема).

Хищники, расположенные на высшем трофическом уровне, называются *конечными хищниками*. Существует ряд неудобств, связанных с использованием этих пирамид.

Избежать указанных неудобств можно путем построения *пирамид биомассы*, в которых учитывается суммарная масса организмов (биомасса) каждого трофического уровня. Определение биомассы включает не только учет численности, но и взвешивание отдельных особей, так что это более трудоемкий процесс, требующий больше времени и специального оборудования.

Наиболее фундаментальным и в определенном смысле идеальным способом отображения связи между организмами на разных трофических уровнях служит *пирамида энергии*, обладающая рядом преимуществ:

1. Она отражает скорость увеличения биомассы в отличие от пирамид численности и биомассы, описывающих только текущее состояние организмов в отдельный момент времени. Каждая ступенька пирамиды энергии отражает количество энергии (на единицу площади или объема), прошедшей через определенный трофический уровень за определенный период.

2. При одинаковой биомассе два вида совсем не обязательно содержат одинаковое количество энергии. Поэтому сравнение, основанное на биомассе, может ввести в заблуждение.

3. Пирамиды энергии позволяют сравнивать не только различные экосистемы, но и относительную значимость популяций внутри одной экосистемы, не получая при этом перевернутых пирамид.

4. К основанию пирамиды энергии можно добавить еще один прямоугольник, отображающий поступление солнечной энергии.

Хотя пирамиды энергии – наиболее полезный метод из трех перечисленных типов экологических пирамид, получать данные для их построения труднее всего, т. к. при этом требуется даже больше измерений, чем при построении пирамид биомассы. В частности, необходима дополнительная информация об энергетической стоимости данных масс организмов, а это требует сжига-

ния репрезентативных выборок. На практике же пирамиды энергии иногда могут быть с достаточной достоверностью получены из пирамид биомассы путем пересчета, основанного на проведенных ранее экспериментах.

Продуктивность. Скорость накопления энергии первичными продуцентами в форме органического вещества, которое может быть использовано в пищу, называется *первичной продуктивностью*. Это важный параметр, т. к. им определяется общий поток энергии через биотический компонент экосистемы, а значит и количество (биомасса) живых организмов, которые могут существовать в экосистеме. Количество солнечного света, падающего на растения, различно. Оно зависит от географической широты и от степени развития растительного покрова. Примерно 95–99 % этого количества сразу отражается, поглощается с переходом в тепло или расходуется на испарение воды, и лишь 1–5 % поглощается хлорофиллом и используется для синтеза органических молекул. Скорость, с которой растения накапливают химическую энергию, называется *валовой первичной продуктивностью (ВПП)*. Это энергия, которую могут использовать организмы следующих трофических уровней.

Животные, как и растения, теряют часть энергии при дыхании. Энергия, оставшаяся после потерь, связанных с процессами дыхания, пищеварения, экскреции, идет на рост, поддержание жизнедеятельности и размножение.

Количество органического вещества, накопленного гетеротрофными организмами, называется *вторичной продукцией* (на любом трофическом уровне). Приведенное ниже словесное уравнение суммирует расход потребленной животным энергии:

Потребленная пища = рост + дыхание + фекалии + экскреты

Некоторые составляющие этого уравнения нетрудно определить на домашних или диких животных в лабораторных условиях. Показателем роста за какое-то время служит увеличение биомассы или же энергии, заключенной в теле. Фекалии и экскреты можно собрать, взвесить и вычесть их массу из общей массы потребленной пищи, чтобы найти массу усвоенной пищи, использованной для роста и других процессов.

Одна из причин, которые побуждают изучать поток энергии, проходящей через экосистему, – это возможность применения

полученных знаний для удовлетворения потребности человека в пище и энергии. Научный анализ позволяет оценивать традиционные методы агротехники и вносить усовершенствования с целью повышения их эффективности.

Рациональное использование экосистемы. «Получение урожая» означает изъятие из экосистемы тех организмов или их частей, которые используются в пищу (или для других целей). При этом желательно, чтобы экосистема производила пригодную для пищи продукцию наиболее эффективно. Это может быть достигнуто путем повышения урожайности культуры, уменьшения заболеваемости и помех со стороны других организмов или использования культуры, более приспособленной к условиям данной экосистемы.

Уменьшение вреда от насекомых и птиц, а также от болезней достигается выведением генетически устойчивых сортов и применением химических средств, уничтожающих возбудителей болезней и вредителей. Однако такие средства нужно использовать осторожно. Применение стойких препаратов, неспособных быстро разлагаться в экосистеме, может иметь катастрофические последствия на других трофических уровнях. Частое применение эффективного пестицида может вызывать вспышки численности устойчивых к нему форм вредителей, с которыми трудно бороться. Такая ситуация возникла в Африке при попытках контролировать численность малярийного комара с помощью ДДТ (дихлордифенилтрихлорметан).

Большую роль при разведении животных, достигающих половой зрелости через несколько лет, играет концепция *максимального постоянного уровня добычи*. Это наибольшая скорость изъятия особей из популяции без ущерба для ее дальнейшей продуктивности. Для определения этой величины необходимо иметь ясное представление о структуре и динамике популяции, особенно о рождаемости: ведь чем выше рождаемость, тем больше особей можно изымать из популяции. Знание структуры популяции позволяет установить, какие возрастные группы играют наибольшую роль в воспроизводстве стада, и соответственно отобрать для убоя или отлова животных других возрастных групп. В Англии, например, официально установлен минимальный размер ячеек для

сетей, которыми можно пользоваться в промысловом рыболовстве. Таким образом, вылавливается более крупная и старая рыба, которая уже дала потомство, а не достигшие половой зрелости особи в сеть, как правило, не попадают. Вылов молодежи привел бы к уменьшению воспроизводства рыбного стада в последующие годы и уменьшил бы размеры популяций в будущем.

Эффекты концентрации веществ в пищевых цепях. После Второй мировой войны стало быстро возрастать число различных синтетических веществ, выбрасываемых в окружающую среду. Это прежде всего гербициды и пестициды, предназначенные для уничтожения организмов (особенно сорняков), наносящих вред урожаю, домашнему скоту и самому человеку. Среди первых применявшихся с успехом пестицидов была группа хлорированных углеводородов, в т. ч. ДДТ, диэldrин и алдрин. Эти вещества ядовиты для многих животных и человека, но особенно вредоносны для птиц, рыб и беспозвоночных (см. рис. 4).

Цифрами выражено количество весовых единиц ДДТ, входящих на 1 млн. весовых единиц биомассы.

В середине 60-х гг. неожиданным для многих ученых явилось сообщение о том, что ДДТ обнаружен в печени пингвинов в Антарктиде, весьма удаленной от районов возможного применения ДДТ.

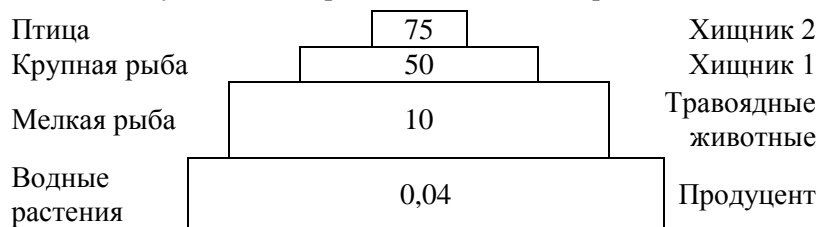


Рис. 4. Количество ДДТ, заключенное в биомассе организмов, находящихся на разных трофических уровнях пищевой цепи

От отравления пестицидами очень сильно пострадали некоторые хищники верхних трофических уровней, большего всего птицы. Например, из-за отравления ДДТ на востоке Соединенных Штатов Америки (США) полностью исчез сапсан. Птицы наиболее уязвимы, потому что ДДТ вызывает гормональные изменения, влияющие на обмен кальция. В результате скорлупа откладываемых яиц становится тоньше и они значительно чаще

разбиваются. Содержание ДДТ в жировых тканях человеческого тела достигает в США 12–16 частей на млн., тогда как официально установленный предел допустимого содержания его в пищевых продуктах составляет 7 частей на млн.

Позже был создан ряд сильнодействующих, но быстро разрушающихся пестицидов, таких как органофосфаты (например, малатион), и применение ДДТ резко сократилось. Однако производство ДДТ обходится сравнительно дешево, и он по-прежнему остается наиболее пригодным для определенных целей, например, для борьбы с малярией. Решая вопрос о применении пестицидов, мы часто вынуждены из двух зол выбирать меньшее. Благодаря ДДТ во многих районах земного шара удалось полностью искоренить малярию.

3.3. Биогеохимические циклы (круговороты)

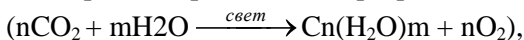
Подход к познанию экосистем состоит в исследовании *больших биогеохимических циклов (круговоротов)*, различные фазы которых протекают внутри разных экосистем. Речь идет о циркуляционном движении химических элементов абиотического происхождения, которые характерными для них путями попадают из окружающей среды в организмы и из организмов в окружающую среду. Минеральные элементы проникают в ткани растений и животных в процессе их роста и там входят в состав органических веществ; когда же после смерти организма эти элементы вновь попадают в окружающую среду, они перераспределяются, что сопровождается сложными трансформациями и транслокациями, лишь после этого они попадают в новые организмы.

К главным циклам относят биогеохимические циклы углерода, воды, азота, фосфора, серы, биогенных катионов.

Эти циклы не изучаются во всем их объеме, т. е. в масштабе биосферы; их отдельные частные фазы нередко ускользают от нашего внимания, т. к. протекают внутри малоизученных экосистем и к тому же образуют в них вторичные циклы. Иногда эти вторичные циклы связывают несколько экосистем, обеспечивая тем самым максимальное объединение той огромной системы, которую мы зовем биосферой.

Круговорот углерода. Источники углерода в природе столь же многочисленны, сколь и разнообразны. Между тем только углекислота, находящаяся либо в газообразном состоянии в атмосфере,

либо в растворенном состоянии в воде, представляет собой тот источник углерода, который служит основой для переработки его в органическое вещество живых существ. Захваченная растениями, эта углекислота в процессе фотосинтеза превращается в сахар:



а другими процессами биосинтеза преобразуется в протеиды, липиды и т. д. Эти различные вещества служат углеводным питанием для животных. С другой стороны, все организмы дышат и выбрасывают в атмосферу углерод в форме углекислоты. Когда же наступает смерть, то сапрофаги и биоредукторы разлагают и минерализуют трупы, образуя цепи питания, в конце которых углерод нередко вновь поступает в круговорот в форме углекислоты («почвенное дыхание»).

В известных условиях накапливающиеся мертвые растительные и животные остатки замедляют круговорот углерода: животные-сапрофаги и сапрофические микроорганизмы, обитающие в почве, превращают накопившиеся на ее поверхности остатки в новое образование органической материи, более или менее мощный слой коричневой или черной массы – *гумус*. Скорость воздействия разлагающихся организмов на гумус далеко не одинакова, а цепи грибов и бактерий, приводящие к окончательной минерализации углерода, бывают различной длины; вследствие этого гумус разлагается то более или менее медленно, то более или менее быстро.

Иногда цепь бывает короткой и неполной: цепь сапрофагов лишается возможности функционировать из-за недостатка воздуха или вследствие слишком высокой кислотности; органические остатки накапливаются в форме торфа и образуют торфяные болота. В некоторых торфяных болотах с пышным покровом из мха слой торфа достигает мощности 20 м и более. Здесь и приостанавливается круговорот. Скопления ископаемых органических соединений в виде каменного угля и нефти свидетельствуют о стагнации круговорота в масштабах геологического времени.

В воде также происходит стагнация круговорота углерода, т. к. углекислота накапливается в форме CaCO_3 (мел, известняки или кораллы) химического или биогенного происхождения. Часто эти массы углерода оставались вне круговорота в течение целых геологических периодов, пока CaCO_3 в виде горных цепей не

поднимался над поверхностью моря. С этого момента началось поступление углерода и кальция в круговорот. Оно осуществлялось вследствие выщелачивания известняка атмосферными осадками или под действием лишайников, а также корней цветковых растений. Углерод, накопившийся в почве или в горных породах, может быть освобожден и в процессах человеческой деятельности: горение (отопление, промышленность), обжиг извести.

Круговорот азота. Несмотря на величайшую сложность, этот круговорот осуществляется беспрепятственно и быстро.

Воздух, содержащий 80 % азота, одновременно служит и огромным вместилищем, и предохранительным клапаном системы, он непрерывно и в разных формах питает круговорот азота. Кроме того, электрические разряды, сопровождающие грозы, синтезируют из атмосферного азота и кислорода оксиды азота: эти оксиды попадают в почву вместе с дождевыми водами. Таким путем в экосистеме в форме селитры или азотной кислоты накапливается от 4 до 10 кг азота на 1 га в год.

Происходит и фотохимическая фиксация азота.

Однако наибольшие количества этого элемента поступают в экосистему в результате деятельности микроорганизмов – фиксаторов азота. Чаще всего эту функцию осуществляют бактерии, способные использовать энергию дыхания для прямого усвоения атмосферного азота и синтеза протеидов. Иногда эти бактерии – аэробы (*Azotobacter*) или анаэробы (*Clostridium*) – действуют изолированно; их трупы обогащают почву органическим азотом, который быстро минерализуется. Таким путем в почву ежегодно вносится еще около 25 кг азота на 1 га.

Наиболее эффективны бактерии, живущие в симбиозе с бобовыми растениями в клубеньках, развивающихся на корнях этих растений. А в присутствии молибдена, который служит катализатором, и особой формы гемоглобина (уникальный случай у растений) эти бактерии (*Rhizobium*) ассимилируют громадные количества молекулярного азота. Образующийся органический азот постоянно диффундирует в ризосферу (ту часть почвы, которая соприкасается с корнями), в особенности когда клубеньки по мере старения распадаются; кроме того, азот в значительном количестве проникает в наземные органы растения-хозяина. Благодаря этому бобовые исключительно богаты протеидами и очень питательны для травоядных животных. Годовой запас, на-

капливаемый в наземных и подземных органах этих растений, достигает в культурах клевера и люцерны от 150 до 400 кг/га.

Таким образом, существует возможность поддерживать урожайность полей как введением севооборотов, содержащих бобовые, так и использованием азотных удобрений. Современная агротехника рекомендует вносить под посевы бобовых культур особенно активные формы бактерий из рода *Rhizobium*.

В водной среде и на влажных землях непосредственно фиксацию азота из воздуха осуществляют некоторые сине-зеленые водоросли; эти микроорганизмы, как известно, осуществляют и фотосинтез, следовательно, они наиболее «комилектны». На востоке они играют большую роль в продуктивности рисовых полей.

Азот из этих разнообразных источников поступает к корням в форме нитратов; последние адсорбируются корнями и транспортируются в листья, где используются для синтеза протеинов.

Эти протеины служат основой азотного питания животных. Протеины растительного и животного происхождения могут также служить пищей некоторым бактериям-паразитам. Протеины используются и после смерти. Трупы наряду с выделениями живых организмов представляют собой основу целой цепи питания организмов, разлагающих органическое вещество, которое постепенно переводит азот из органических в минеральные соединения. Каждая группа биоредукторов специализируется на каком-либо одном звене этого процесса. Цепь заканчивается деятельностью аммонифицирующих организмов, образующих аммиак (NH_3), который далее может войти в цикл нитрификации: *Nitrosomonas* окисляет его в нитрат, а *Nitrobacter* окисляет нитраты в нитриты. Цикл может быть таким образом продолжен.

С другой стороны, бактерии-денитрификаторы постоянно отдают азот в атмосферу; они разлагают нитраты в N_2 , который улетучивается. Однако деятельность этих бактерий не всегда так опасна; они активны лишь в почвах, которые очень богаты азотом и углеродом (в особенности в удобренных навозом), и разлагают как максимум лишь 20 % общего азота (ежегодно улетучивается до 50–60 кг азота с 1га).

Круговорот воды. Вода не только источник кислорода и водорода, но и наиболее значительная составная часть тела живых существ: в теле человека она составляет 60 % по весу, а в растительном организме достигает 95 %.

Большой круговорот воды на поверхности земного шара хорошо известен: вызываемое солнечной энергией испарение с водных пространств создает атмосферную влагу; эта влага конденсируется в форме облаков, переносимых ветром, охлаждение облаков вызывает осадки в виде дождя и снега; осадки поглощаются почвой или стекают по ее поверхности; вода возвращается в моря и океаны.

Для нас наиболее важны те фазы этого круговорота, которые происходят в пределах экосистем. Здесь можно выделить четыре процесса: перехват, эвапотранспирация, инфильтрация и сток.

Растительность выполняет важную экранизирующую функцию, перехватывая часть выпадающей в осадках воды до того, как она достигнет почвы, и испаряя ее в атмосферу. Этот перехват, который, естественно, бывает максимальным при слабых дождях, может в умеренных широтах достигать 25 % общей суммы осадков. Вода, которая проникает сквозь кроны и падает в форме капель с листьев или, стекая по стеблям и стволам, достигает почвы, просачивается в нее или присоединяется к поверхностному стоку. Это порождает некоторую неравномерность в распределении воды в почве, что может оказаться немаловажным для мелких биоценозов, расположенных на ее поверхности.

Часть инфильтрационной воды задерживается в почве, причем тем сильнее, чем значительнее почвенный коллоидальный комплекс (гумус и глина). Та часть воды, которая промывает почву на глубину 20–30 см, может вновь подняться на ее поверхность по капиллярам и испариться.

Корни растений способны всасывать почвенную воду со значительно большей глубины, чем 20–30 см; эта вода, доставленная листам, транспортируется в атмосферу.

Эвапотранспирацией называют отдачу экосистемой воды в атмосферу; она включает и физически испаряемую воду, и воду, транспортируемую биологически.

Количество воды, транспируемой растениями, обычно велико; с улучшением водоснабжения растений транспирация усиливается.

Одна береза испаряет за день 75 л воды, бук – 100 л, липа – 200 л, а 1 га леса – от 20 до 50 тыс. л. Один гектар березняка, масса листвы которого составляет 4940 кг – 47 тыс. л воды в день, тогда как 1 га ельника, масса хвои которого равна 31 тыс. кг, транспирирует лишь 43 тыс. л воды в день. Один гектар пшеницы использует за период

развития 3750 т воды, что соответствует 375 мм осадков, а продуцирует 12,5 т (сухой вес) растительного вещества.

Коэффициент транспирации – это количество воды, транспирируемой для создания 1 кг сухого вещества за сезон. Этот коэффициент очень велик и колеблется от 300 до 1000 в зависимости от вида растений. Например, для продуцирования 1 т (сухого вещества) зерна требуется от 250 до 550 т воды (25–55 мм осадков).

Различия главным образом зависят от климата: растения в аридных зонах для продуцирования одинаковых количеств сухого вещества потребляют в два раза больше воды, чем во влажных отраслях. Согласно «правилу Вальтера», в семиаридных зонах, где величина годовых осадков ниже 30 см, продуктивность растительного покрова пропорциональна количеству осадков; там создается 1 т сухого вещества на каждые 10 см осадков.

Испарение хорошо изучено метеорологами; величина его под растительным покровом намного ниже, чем на открытом воздухе, что объясняется экранизирующей ролью растений; оно оценивается в средней Европе в 1 тыс. т на 1 га в год.

Величину эвапотранспирации, которая представляет суммарное количество воды, транспирируемое растениями и испаряемое почвой, можно, следовательно, считать в средней Европе равной 3–7 тыс. т на 1 га в год.

Отличие циклов углерода и азота от круговорота воды состоит в том, что в экосистеме два названных элемента накапливаются и связываются, вода же проходит через нее почти без потерь. Экосистема ежегодно использует на формирование биомассы лишь около 1 % воды, выпадающей в виде осадков.

Круговорот фосфора. Описываемый круговорот представляет собой пример очень простого незамкнутого цикла.

Фосфор совершает круговорот в наземных экосистемах в качестве важной и необходимой составной части цитоплазмы; биоредукторы минерализуют органические соединения фосфора умерших организмов в фосфаты, которые вновь потребляются корнями растений. Громадные запасы фосфора, накопившиеся за прошлые геологические эпохи, содержат горные породы; в процессе разрушения эти породы отдают наземные фосфаты экосистемам; однако значительное количество фосфатов оказывается вовлеченным в круговорот воды, выщелачивается и увлекается в море. Здесь они обогащают соленые воды, питают фитопланктон

и связанные с ним пищевые цепи. Затем вместе с отмершими остатками фосфаты погружаются в океанические глубины. Часть их, отлагающаяся в пределах досягаемости морских экосистем, используется ими, часть же теряется в глубинных отложениях. Частичный возврат фосфатов на землю возможен с помощью морских птиц (птичий помет, на побережьях Перу его огромные залежи) и благодаря рыболовству (рыбу используют в качестве удобрения под посевы риса).

Считается, что таким образом возвращается в круговорот 60 тыс. т фосфора, что далеко не компенсирует расход тех 2 млн. т фосфатов, которые ежегодно добываются из залежей и быстро выщелачиваются при использовании в качестве удобрений.

Рано или поздно положение может стать тревожным, т. к. фосфор – это слабое звено в жизненной цепи, обеспечивающей существование человека.

Круговорот серы. Находящаяся в почве сера представляет собой продукт разложения материнских горных пород, содержащих пириты (серный колчедан FeS) и халькопириты (медный колчедан CuFeS_2), а также продукт разложения органических веществ растительного происхождения. Животные органические вещества содержат очень мало серы.

Корни абсорбируют почвенную серу, которая входит в создаваемые растениями серные аминокислоты (цистин, цистеин, метионин).

После отмирания растений сера возвращается в почву. Этому способствуют многочисленные организмы; некоторые из них восстанавливают органическую серу в H_2S и минеральную серу, между тем как другие окисляют эти продукты разложения в сульфаты. Последние поглощаются корнями растений, и таким образом обеспечивается продолжение круговорота.

Помимо серы органического происхождения, растения могут вводить в цикл значительные количества серы, переносимой воздушными массами и дождевой водой из промышленных районов (дымы). Этот источник обеспечивает до 260 кг серы на 1 га в год.

Круговорот биогенных элементов. Мы рассмотрели круговорот химических элементов (углерода, азота, водорода, кислорода, фосфора, серы), которые на первый взгляд полностью формируют живые организмы. Однако эти организмы не смогут жить, если не будут содержать в достаточных количествах неко-

торые катионы – калий, кальций, магний (и иногда натрий), которые относятся к группе макроэлементов, т. к. они необходимы в больших количествах (выражающихся в сотых долях сухого вещества), между тем как железо, бор, цинк, медь, марганец, молибден и анион хлора, которые нужны лишь в малых количествах (выражающихся в миллионных долях сухого вещества), относятся к микро- или олигоэлементам.

Абсолютная концентрация этих элементов в почве, а также их относительная концентрация (количество одних в отношении к другим), характеризующая явления антагонизма, играют важную роль в определении состава растительного покрова.

На суше главным источником биогенных катионов служит почва, которая получает их в процессе разрушения материнских пород, но нельзя пренебрегать и приносом их атмосферными осадками, если учесть развитие эпифитов, которые бывают иногда обильны. Катионы адсорбируются корнями, а затем распределяются по различным органам растений, но в наибольших количествах накапливаются в листе. Таким образом они входят в корм растительноядных и потребителей следующих порядков в цепи питания.

Минерализация экскрементов и трупов возвращает биогенные катионы в почву на уровень расположения корней; создается впечатление, что цикл способен продолжаться беспрерывно, хотя в лесах может происходить временное замедление, вызванное накоплением катионов в древесине и в особенности в коре деревьев.

В то же время во влажном климате цикл может быть глубоко противоречивым вследствие того, что почва выщелачивается дождями; дождевые воды переносят катионы в систему подземного стока; оттуда они попадают в поверхностный сток и, наконец, в море, порой в очень значительных количествах. Такое выщелачивание приводит, во-первых к деградации коллоидального абсорбирующего комплекса, а во-вторых, к ослаблению корневой системы, вследствие чего вторичная абсорбция протекает не так быстро, как нужно. *Выщелачивание* – автокаталитический процесс: чем больше оно прогрессирует, тем больше деградируют почвенные коллоиды; в областях умеренного климата оно приводит к оподзолению, а в тропических – к латеритизации.

Почвы с деградировавшими коллоидами еще более выщелачиваются, а растительность на них все более и более оскудевает; такие условия не мешают, однако, этой скудной растительности быть в некоторых случаях пышной.

Положение может стать особенно тяжелым в тропических местностях, где в силу интенсивного выщелачивания особенно трудно поддерживать природное равновесие; причины этого – ливневые дожди и низкая активность абсорбирующего почвенного комплекса (малое количество гумуса, каолинит). Монокультуры сахарного тростника, кофе, какао, кукурузы, арахиса и пр., переводимые с истощенных почв на более богатые, разрушают продуктивные лесные экосистемы и оставляют после себя экосистемы с очень низкой продуктивностью.

Контрольные вопросы

1. Кто и когда ввёл термин «экосистема»?
2. Что называется биогеохимическими циклами?
3. Что является движущей силой биогеохимических циклов?
4. Что называется энергетикой экосистемы?
5. В чём разница между пищевой цепью и трофическим уровнем?
6. Какие организмы относятся к первичным продуцентам?
7. Кто относится к первичным консументам, консументам второго и третьего порядка?
8. Какие организмы называются редуцентами?
9. Назовите преимущества отображения связи между организмами с помощью пирамид энергии.
10. Что называется валовой первичной продуктивностью?
11. Какие из биогеохимических циклов относятся к главным и почему?
12. Что такое гумус и как он образуется?
13. Подробно разберите круговороты азота, воды, фосфора, биогенных элементов.

Глава IV. БИОСФЕРА И ЧЕЛОВЕК. ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА БИОСФЕРУ

«Биосфера» (от «*био*» и греч. «*Shair*» – шар), «ноосфера» (от греч. «*Noos*» – разум и «*Shair*» – шар).

Однако, прежде чем рассматривать концепцию Вернадского, коротко воспроизведем историю возникновения термина «биосфера».

Сам В. И. Вернадский ссылается на французского биолога Жана Батиста Ламарка (1744–1829 гг.), заметив, что он дал нам

представление «о роли биосферы в истории нашей планеты». Однако Ламарк не пользовался термином «биосфера» и в своем труде «Гидрология» (1802 г.) говорил лишь о том, что «все вещества, находящиеся на поверхности земного шара и образующие его кору, сформировались благодаря деятельности живых организмов».

Эту точку зрения разделяли многие ученые XVIII–XIX вв. Например, немецкий естествоиспытатель Александр Гумбольдт (1769–1859 гг.) в своих «Картинах природы» (1826 г.) ввел понятие «жизненная среда», под которой понимал специфическую оболочку Земли, где в единую целостную систему объединены атмосферные, морские и континентальные процессы, а также весь органический мир.

За миллиарды лет лик Земли сильно изменился. Установлено, что эволюция земной поверхности особенно быстро протекала со времени возникновения жизни. Геохимическая роль жизни проявляется в поддержании в равновесном состоянии газового состава атмосферы, состава морских и пресных вод, во влиянии на климат и плодородие почв.

4.1. Структура и функции биосферы

Совокупность всех экосистем Земли представляет собой большую экологическую систему – БИОСФЕРУ. Экосистемы являются элементарной структурой биосферы.

Начиная с Ламарка в науке появилось представление о существовании на нашей планете некоего пространства, охваченного жизнью и ею же создаваемого. А из всех терминов, предложенных для обозначения этого пространства, укоренился один – биосфера, автором которого был Зюсс (1875 г.). Он, однако, сразу не дал полной расшифровки этого термина, ограничившись описанием биосферы как особого слоя, находящегося «между верхними слоями атмосферы и литосферы и не ограниченно-го литосферой». Лишь позднее в книге «Лик Земли» (1909 г.) Зюсс описал биосферу как «ограниченную в пространстве и во времени совокупность организмов, обитающих на поверхности Земли».

Но и в этом случае Зюсс ничего не сказал о геологической роли биосферы и ее зависимости от планетарных факторов Земли. Впервые идею о геологических функциях «живого вещества», представленного совокупностью всего органического мира в

виде «единого нераздельного целого», высказал В. И. Вернадский в 1919 г. в «Записке о необходимости организации химического изучения организмов».

Большое влияние на становление Вернадского оказал его учитель – почвовед и агроном В. В. Докучаев (1880 г.), активно пропагандировавший идею о необходимости создания целостного учения о взаимозависимых изменениях органического мира, рельефа, вод, почв, осадочных пород, климата и наличии на планете живых организмов. Целостное учение о биосфере и протекающих в ней процессах, ее строении и функциях было развито в 30-е гг. советским геохимиком Владимиром Ивановичем Вернадским (1863–1945 гг.). Основы учения изложены в книге «Биосфера» (1926 г.).

Биосфера состоит из живого (биотического) и неживого (абиотического) компонентов. Совокупность всех живых организмов нашей планеты образует *живое вещество биосферы*. Основная масса живых организмов сосредоточена на границе трех геологических оболочек Земли: газообразной (атмосфера), жидкой (гидросфера) и твердой (литосфера). *К неживым компонентам* относится та часть атмосферы, литосферы и гидросферы, которая связана сложными процессами миграции веществ и энергии с живым веществом биосферы. Границы жизни на планете являются одновременно и границами биосферы. Таким образом, *биосфера – часть геологических оболочек Земли, заселенная живыми организмами*.

Что же характерно для биосферы как особой оболочки земного шара?

Во-первых, это область, в которой в значительном количестве имеется жидкая вода, *во-вторых*, на нее падает мощный поток энергии Солнца, *в-третьих*, в биосфере существуют поверхности раздела между веществами, находящимися в жидком, твердом и газообразном состоянии. И, наконец, в биосфере жизнь защищена озоновым экраном от жесткого ультрафиолетового излучения.

Литосфера – верхний каменный твердый слой Земли – составляет нижнюю сферу географической оболочки. На равнинах она имеет мощность 30–40 км, в горах – 50–60 км, а в пределах морей и океанов – 3–10 км. Литосфера состоит из слоя осадочных пород, ниже которых лежат гранитный и базальтовый слои. На суше плотно заселен только тонкий слой: от десятков сантиметров до нескольких метров.

Верхний слой литосферы (2–4 км) называют литобиосферой, а поверхностный – почвой. Почва является важнейшим связующим звеном между биотическими и абиотическими компонентами наземных экосистем. В этом заключается особая роль почвы в биосфере. Процесс образования почвы получил название почвообразование. Наука о почвах называется *почвоведением*.

Почвообразование – результат физического, химического и биологического преобразования горных пород. Почва является трехфазной средой, содержащей твердые, жидкие и газообразные компоненты.

Выдающийся русский ученый Докучаев Василий Васильевич (1846–1903 гг.) впервые представил почву как динамическую среду в своей классической работе «Русский чернозем». Он выделил *главные почвообразующие факторы*: климат, геологическую основу (материнская порода), топографию (рельеф), живые организмы и время.

Все эти факторы относятся к экологическим (факторам среды обитания).

Климатические факторы: свет, температура, вода и ветер.

Свет необходим для жизни, т. к. это источник для *фотосинтеза* (превращение зелеными растениями и фотосинтезирующими микроорганизмами лучистой энергии Солнца в энергию химических связей органических веществ), однако немаловажными являются и другие аспекты: интенсивность света, его качество и продолжительность освещения.

Температура так же, как интенсивность света, зависит от географической широты, сезона, времени суток и экспозиции.

Влажность и соленость. По способности переносить недостаток воды растения делятся на *ксерофиты* – растения с высокой выносливостью; *мезофиты* – со средней выносливостью; *гидрофиты* – с низкой выносливостью, приспособлены к избытку воды.

Водные организмы можно подразделить на пресноводные и морские – по степени солености воды, в которой они обитают. По кавернам, пустотам жизнь распространялась и в толщу земной коры до глубины 4 км на дне океанов (предел глубин, где обнаруживаются жизнеспособные формы бактерий), где есть жидкая вода.

Атмосфера – это воздушная (газовая) оболочка, достигает мощности до 20 тыс. км, состоит из пяти слоев. Сфера жизни охватывает первый слой атмосферы – тропосферу и частично выходит в стратосферу.

В пределах тропосферы ограничивающими факторами служат излучение, недостаток влаги, кислорода и низкое парциальное давление.

Вероятно, на высоте выше 6200 м над уровнем моря хлорофиллоносные растения существовать не могут, хотя отдельные организмы встречаются и на большей высоте. В покоящемся состоянии (в виде спор, грибов, бактерий) организмы могут встречаться на высоте до 12–15 км.

В жидкой среде (гидросфере) ограничивающими факторами могут служить большое давление и отсутствие света, начиная с глубины 200 м. Несмотря на это, жизнь обнаруживается на глубинах до 11 км.

Ветер – постоянная циркуляция воздушных масс, энергию для которой поставляет Солнце. Результатом такой циркуляции является перераспределение водяных паров, так как атмосфера захватывает их в одном месте (где вода испаряется), переносит и отдает в другом (где выпадают осадки).

Атмосферное давление снижается с увеличением высоты, поэтому в этих условиях у растений выработалась адаптация для сохранения воды, например у альпийских растений.

Топография. Главным топографическим фактором является *высота*. С высотой снижаются средние температуры, увеличивается суточный перепад температур, возрастают количество осадков, скорость ветра и интенсивность радиации, понижаются атмосферное давление и концентрации газов. Все эти факторы влияют на растения и животных.

Горные цепи служат климатическими барьерами. Воздух поднимается над горами, охлаждается, и часто выпадают осадки. На подветренной стороне гор выпадает меньше осадков, образуется дождевая тень, что влияет на экосистемы. Горы могут играть важную роль изолирующего фактора в процессе видообразования.

Важным топографическим фактором является *крутизна склона*. Для крутых склонов характерно смывание почв, поэтому здесь почвы всегда сухие, растительность маломощная. Если уклон превышает 30°, почва и растительность обычно не образуются.

В. И. Вернадский выделил в биосфере 7 геологически связанных типов веществ:

- живое вещество;
- биогенное вещество: горючие ископаемые минералы, т. е. продукты живого;

- косное вещество, образованное вне участия живых организмов;
- биокосное вещество, например, почва;
- радиоактивное вещество;
- рассеянные атомы;
- вещества космического происхождения (метеориты, космическая пыль).

Между земной корой, гидросферой и атмосферой происходит взаимообмен веществом и энергией, который находит выражение, например, в тектонических движениях (землетрясение, вулканизм), общая мощность географических оболочек меняется от 80–90 км в горных системах до 25–30 км в океанах.

Самой активной формой материи во Вселенной является *живое вещество*. По сравнению с массой Земли масса живого вещества незначительна. В настоящее время известно около 500 тыс. видов растений и около 1,5 млн. видов животных (в т. ч. примерно 1 млн. видов насекомых). Если собрать всё население биосферы и размельчить его, то получим слой, толщиной в лист бумаги. По расчетам специалистов, в сырой массе это будет примерно 240 г/м². Если вещество высушить, то его масса будет еще меньше, т. к. 75–80 % приходится на долю воды. Несмотря на малую массу, живое вещество, выполняя наиболее существенные функции, является самой важной энергетической частью биосферы.

В целом общая биомасса живого вещества на планете оценивается в 2423,2 млрд. т сухой массы.

Несмотря на то, что гидросфера составляет около 71 % всей поверхности земного шара, основная масса живого вещества биосферы сосредоточена на континентах (свыше 99,8 %).

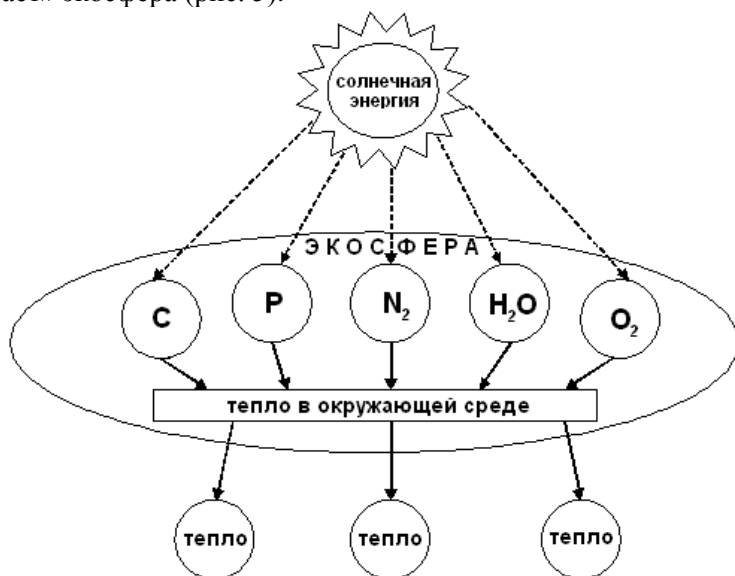
На континентах преобладают растения (99,2 %), в океане – животные (93,7 %). Живое вещество планеты сосредоточено преимущественно в зеленых растениях суши. Организмы, не способные к фотосинтезу, составляют менее 1 %.

Приблизительно половина кислорода на Земле образуется в процессе фотосинтеза растениями суши (главным образом влажных тропических лесов), вторая половина – мельчайшими растениями гидросферы (фитопланктоном), хотя биомасса тех и других несопоставима между собой. Такое явление объясняется тем, что скорость продуцирования микроскопических растений во много раз выше, чем крупных наземных форм. В этом проявляется одна

из общих биологических закономерностей: интенсивность процессов жизнедеятельности (питания, роста, обмена) выше у более мелких организмов. Поэтому при сравнительно небольшой биомассе (0,2 млрд. т) величина их продуктивности близка к величине продуктивности высших растений (биомасса 2400 млрд. т).

Живые организмы, составляющие биосферу, взаимодействуют друг с другом, с солнечной энергией и с разнообразными химическими веществами, образующими атмосферу, гидросферу и литосферу. Эта совокупность живых и неживых организмов (биосфера), взаимодействующих друг с другом и со своей неживой средой обитания (энергией и химическими веществами), называется *экосферой*. Если представить себе всю Землю размером с яблоко, то экосфера была бы не толще яблочной кожуры.

Главная цель экологии состоит в том, чтобы узнать, как «работает» экосфера (рис. 5).



– круговорот C, P, N₂, H₂O, O₂

Рис. 5. Схема «работы» экосистемы

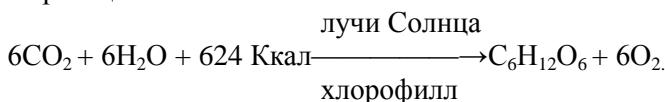
Жизнь на Земле зависит в основном от двух фундаментальных процессов:

– однонаправленного потока высококачественной энергии, исходящей от Солнца, проходящей через вещества и живые орга-

низмы, обитающие на земной поверхности или около нее, затем передаваемой в атмосферу и в конечном итоге излучаемой обратно в космическое пространство в виде низкокачественного тепла;

– круговорота в экосфере химических веществ, необходимых для живых организмов.

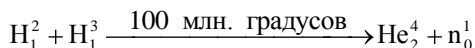
Источником энергии, необходимой для поддержания жизни на Земле, является Солнце. Оно освещает, обогревает Землю, поставляя энергию, которую зеленые растения используют для синтеза соединений, обеспечивающих их жизнедеятельность и потребляемых в пищу практически всеми остальными организмами, по реакции:



Кроме того, солнечная энергия поддерживает круговорот важнейших химических веществ и является движущей силой климатических и метеорологических систем, перераспределяющих тепло и влагу на земной поверхности.

Солнце представляет собой гигантский огненный шар, состоящий в основном из газообразных водорода (72 %) и гелия (28 %). Температура и давление в центральной части Солнца столь высоки, что там происходят ядерные превращения водорода в гелий.

В результате этой реакции ядерного синтеза:



непрерывно высвобождается огромное количество энергии.

Энергия Солнца излучается в космос в виде спектра ультрафиолетового, видимого (светового) и инфракрасного излучения и других форм лучистой или электромагнитной энергии. Распространяясь в космическом пространстве во всех направлениях, эти лучи примерно за 8 минут преодолевают расстояние в 150 млн. км и достигают нашей планеты.

Около 34 % лучистой энергии Солнца сразу же отражается назад в космос облаками, пылью и другими веществами, находящимися в атмосфере, а также собственно поверхностью Земли. Подавляющая часть из остающихся 66 % идет на нагревание атмосферы и суши, испарение и круговорот воды в экосфере, преобразуется в

энергию ветров. И лишь незначительная доля этой энергии (1–5 %) улавливается зелеными растениями и используется в процессе фотосинтеза для образования органических соединений, необходимых для поддержания жизнедеятельности организмов.

Основная часть вредного ионизирующего излучения Солнца, особенно ультрафиолетовой радиации (гамма-лучи $\lambda = 10^{-14} \div 10^{-12}$, рентгеновские лучи $\lambda = 10^{-12} \div 10^{-8}$, дальнейшее ультрафиолетовое излучение $\lambda = 10^{-8} \div 10^{-7}$), поглощается молекулами озона (O_3) в верхней части атмосферы (стратосферы) и водяным паром в нижней части атмосферы. Без этого экранирующего эффекта большинство современных форм жизни на Земле не могло бы существовать.

Большая часть не отраженной земной поверхностью поступающей солнечной радиации в соответствии со вторым началом термодинамики преобразуется в низкокачественную тепловую энергию дальнего инфракрасного диапазона ($\lambda = 10^{-7} \div 10^{-5}$) и излучается обратно в космическое пространство.



Рис. 6. Превращение энергии в биосфере

С возникновением на Земле жизни стала возможной непрерывная циркуляция между литосферой и атмосферой химических элементов (P, N, C, O_2 , S и др.), которые в своих превращениях проходят через живое вещество: они поступают из внешней среды в организмы, а после их отмирания возвращаются обратно. Такая циркуляция получила название *биогеохимического круговорота*. Если не учитывать поступающего в биосферу космического вещества в виде метеоритов, пыли, то можно считать, что количество вещества, вовлекаемого в биосферные процессы, остается постоянным в течение геологических периодов.

Однако часть вещества в результате геологических изменений может надолго исключаться из этого круговорота. Это биогенные отложения: известняки, каменный уголь, нефть и др., ко-

торые многие тысячелетия лежат в земной коре, хотя и не исключено их повторное включение в биосферный круговорот.

Итак, между неорганической и органической материей на Земле существует неразрывная связь, постоянный круговорот веществ и превращение энергии из одной формы в другую. Круговорот веществ подчиняется закону сохранения вещества и энергии, т. к. каждый живой организм, благодаря существующим цепям питания, после окончания жизненного цикла возвращает в окружающую среду все, что взял из нее в течение жизни. Большая часть составляющих неживую природу атомов вновь возвращается в живое вещество, и лишь незначительная выбывает из жизненного цикла за пределы биосферы. Миграция атомов из организма в среду и наоборот не прекращается ни на секунду и была бы невозможна, если бы элементарный химический состав организмов не был бы близок к химическому составу земной коры. Благодаря круговороту веществ и потоку энергии, обеспечивается длительное существование жизни. В противном случае запасы необходимых веществ на Земле очень быстро были бы исчерпаны. Таким образом, круговорот является необходимым условием существования экологической системы планетарных масштабов биосферы.

К концепции биосферы В. И. Вернадский подошел после того, как установил роль и значение организмов в процессе геохимической миграции атомов. Это в свою очередь привело ученого к идее о биогеохимических циклах элементов и связи Земли с космосом.

Жизнь на Земле возникла на основе круговорота органического вещества вследствие того, что из него выделился биологический круговорот. Живое вещество, которое образовалось на Земле, вовлекало в круговорот все элементы ее поверхности. Так называемая «сфера жизни» явилась гигантским аккумулятором и универсальным трансформатором солнечной энергии. Благодаря ей осуществляется активная связь Земли с космосом. Если бы на Земле не было жизни, не было биосферы, то работа солнечного луча сводилась бы лишь к перемещению газообразных, жидких и твердых тел по поверхности планеты и их временному накапливанию. Солнечная энергия не совершала бы на Земле сознательной деятельности, т. к. она не могла бы ни удерживаться на ней, ни преобразовываться в необходимую для этого форму.

4.2. Влияние деятельности человека на биосферу. Экологические кризисы прошлого

Начиная с глубокой древности хозяйственная деятельность человека неоднократно приводила к ухудшениям природных условий, что создавало большие или меньшие трудности для дальнейшего существования человеческого общества. Таким путем возникало много экологических кризисов, распространявшихся на различные по размеру территории.

С древнейших времен важным фактором воздействия человека на окружающую природу был огонь, применение которого позволяло уничтожить растительность на больших пространствах. Лесные и степные пожары издавна широко применялись как средство охоты на крупных животных. Еще недавно такой метод использовался австралийскими аборигенами, которые для этой цели уничтожали растительность на территориях в десятки квадратных километров. Аналогичные приемы охоты, вероятно, использовались охотниками верхнего палеолита.

Очевидно, что пожары на больших территориях приводили к хищническому уничтожению диких животных и разрушению природных экологических систем. Наряду с этим уничтожение лесов облегчало дальнейшую охоту на крупных животных, что, возможно, объясняет быстрое исчезновение лесной растительности во многих областях после появления в них современного человека.

В эпоху неолита, когда основой хозяйственной деятельности стало скотоводство и земледелие, выжигание растительного покрова приобрело громадные масштабы. Оно применялось для расширения пастбищ за счет лесных участков и в особенности для подсечно-огневого земледелия, основанного на вырубке участков леса и сжигании срубленных деревьев, после чего удобренная золой почва дает обильные урожаи, даже при очень неглубокой ее обработке.

Плодородие почвы при этой системе земледелия быстро убывает, в связи с чем через несколько лет (иногда всего через один-два года) приходится вырубать новые участки леса и переносить туда возделываемые поля. Такой метод может применяться при наличии обширных малонаселенных лесных территорий. В недалеком прошлом он был очень распространен во многих странах средних широт и используется сейчас в ряде развивающихся государств тропиков.

Широкое применение выжигания растительности на значительной части территории суши привело к резким изменениям природных условий, включая флору, фауну, почву и, возможно, также климат и гидрологический режим. Так как систематическое выжигание растительности как в средних широтах, так и в тропиках было начато давно, трудно оценить весь объем вызванных таким путем изменений среды, окружающей человека. Как показывают данные наблюдений, во многих случаях уничтоженный человеком растительный покров не восстанавливается и после прекращения его систематического выжигания.

Наряду с подсечным земледелием в ряде областей леса были уничтожены для использования древесины. Большое влияние на естественный растительный покров многих областей имел выпас сельскохозяйственных животных, который часто проводился без учета возможностей восстановления растительного покрова. В лесных районах с сухим климатом поедание козами и другими животными листья молодых деревьев в конечном счете приводило к уничтожению лесов. Чрезмерный выпас скота уничтожал растительность сухих степей и саванн, которые затем часто приобретали черты полупустынь и пустынь.

Одна из первых цивилизаций в истории человечества возникла в северо-западной Индии (третье-второе тысячелетие до нашей эры). Центры этой цивилизации (Хараппа, Мохенджо-Даро и др.) находятся в районах, занятых сейчас пустыней. Высказывалось предположение, что в прошлом эти области представляли собой сухие степи, где существовали благоприятные условия для развития животноводства и некоторых видов земледелия.

Неумеренный выпас скота в эпоху древней цивилизации мог привести к разрушению растительного покрова, что обусловило повышение температуры и понижение относительной влажности нижнего слоя воздуха. В результате уменьшилось количество осадков, что сделало невозможным возобновление растительного покрова. В связи с этим не исключено, что антропогенные изменения климата были одной из причин исчезновения древней цивилизации Индии.

Другой пример относится к изменениям природных условий в бассейне Средиземного моря в античную эпоху, в начале которой на территории Греции и ряда других средиземноморских стран существовали обширные леса, которые затем были час-

тично вырублены и частично уничтожены в результате неумеренного выпаса скота. Это увеличило эрозию и привело к полному уничтожению почвенного покрова на многих горных склонах, что усилило засушливость климата и значительно ухудшило условия сельскохозяйственного производства. В данном случае изменение природных условий не привело к разрушению античных цивилизаций, однако оно оказало глубокое влияние на многие стороны жизни человека в античное время.

Имеется предположение, что истощение почв на территории Центральноамериканского государства майя в результате подсечно-огневого земледелия явилось одной из причин гибели этой высокоразвитой цивилизации. Заселившие Центральную Америку европейцы нашли в тропических джунглях многочисленные города, уже давно покинутые их жителями.

Приведенные здесь примеры, число которых можно легко умножить, относятся к случаям созданных человеком значительных ухудшений условий окружающей среды, которые на уровне технических возможностей того времени оказались необратимыми. Такие случаи могут быть названы антропогенными экологическими кризисами.

4.3. Влияние человека на биосферу

В современную эпоху деятельность человека оказывает громадное влияние на природные условия всей планеты.

Особенно сильно изменены флора и фауна суши. Многие виды животных полностью уничтожены человеком, а еще большее количество видов находится под угрозой их исчезновения. Предполагается, что за последнее время исчезло свыше 120 видов и подвидов млекопитающих и около 15 – птиц.

Растительный покров на большей части поверхности континентов претерпел громадные изменения. На обширных пространствах дикая растительность уничтожена и заменена сельскохозяйственными полями, сохранившиеся до настоящего времени леса в значительной части являются вторичными, то есть сильно измененными в результате воздействия человека по сравнению с естественным растительным покровом. Большие изменения произошли также в растительном покрове многих районов степей и саванны из-за интенсивного выпаса домашнего скота. Во многих районах обработка почвы привела к усилению эрозии,

в результате которой почвенный покров на больших площадях оказался разрушенным.

Быстро возрастает влияние деятельности человека на гидрологический режим суши. Сток не только малых, но и многих крупных рек существенно изменен в результате создания гидротехнических сооружений, значительная часть воды речного стока изымается для обеспечения нужд промышленности и городского населения, орошения сельскохозяйственных полей. Создание крупных водохранилищ, площадь которых во многих случаях сравнима с площадью больших естественных озер, резко изменяет режим испарения и стока на обширных территориях.

Всё возрастающие масштабы приобретает загрязнение человеком атмосферы, вод континентов и океанов.

Современная деятельность человека существенно изменила природную среду на нашей планете. Эти изменения, как правило, являются только суммой локальных воздействий на природные процессы. Они приобрели планетарный характер не в результате изменения человеком природных процессов глобального масштаба, а потому, что локальные (или региональные) воздействия распространились на большие пространства.

Многие из перечисленных выше изменений природных условий оказывают неблагоприятное влияние на жизнь и деятельность человека. Вопрос о том, можно ли такие изменения считать проявлениями экологического кризиса, далеко не прост.

В какой мере современные неблагоприятные изменения природных условий являются непоправимыми? Оставляя пока в стороне антропогенные изменения климата, отметим, что опыт последних десятилетий показывает на принципиальную возможность, используя современные достижения науки и техники, ликвидировать почти все возникшие сейчас неблагоприятные для человека изменения природной среды.

Восстановление лесов и других видов естественного растительного покрова широко осуществляется во многих странах. Иногда эта задача успешно решается простыми средствами, например ограничением выпаса скота. В других случаях требуются более дорогостоящие мероприятия, которые, однако, обычно доступны даже для экономически малоразвитых стран.

Имеется большой опыт работ по сохранению и восстановлению почвенного покрова и по ограничению разрушительного действия эрозии. Охрана воздуха и водоемов от загрязнения и

очистка загрязненных водоемов во многих случаях требуют больших средств. Однако имеющиеся данные показывают, что очистка даже наиболее загрязненных крупных водоемов, таких как, например, некоторые из Великих озер США, может быть осуществлена при вложениях, составляющих заметную, но все же относительно небольшую часть государственного бюджета соответствующей страны.

В ряде государств достигнуты значительные результаты в области сохранения вымирающих видов животных и увеличения численности редких видов. К числу таких животных относятся морские котики, каланы, зубры, бобры, соболи и многие другие.

Все эти меры позволяют сделать вывод, что глобального экологического кризиса сейчас не существует.

4.4. Влияние человека на глобальные процессы

Климат городов. Имеются данные о том, что в крупных городах изменения климата возникли сотни лет тому назад. Так, например, Ландсберг приводит свидетельство современника о загрязнении воздуха в Лондоне в XVII веке, значительно ослаблявшем солнечную радиацию в городе по сравнению с сельской местностью.

В число главных факторов, влияющих на метеорологический режим города, входят:

- изменение альbedo земной поверхности, которое для застроенных районов обычно меньше альbedo загородной местности;
- изменение среднего испарения с земной поверхности, которое в черте города заметно понижено (хотя сразу же после дождя испарение с крыш и мостовых может быть больше испарения в загородной местности);
- выделение тепла, создаваемого различными видами хозяйственной деятельности, количество которого может быть сравнимо с количеством солнечной энергии, получаемой на территории города;
- увеличение в черте города шероховатости земной поверхности по сравнению с загородной местностью;
- загрязнение атмосферы различными твердыми и газообразными примесями, создаваемыми в ходе хозяйственной деятельности.

Одна из главных особенностей городского климата – возникновение в городе «острова тепла», который характеризуется повышенными по сравнению с загородной местностью температурами воздуха. Этот эффект подробно изучался, и исследования показали что «остров тепла» обычно имеет очень сложную структуру, причем каждый квартал городской застройки является источником тепла для окружающих незастроенных участков. Средняя температура воздуха в большом городе часто выше температуры окружающих районов на 1–2 °С, однако ночью при небольшом ветре разность температур может достигать 6–8 °С. При сильных ветрах эта разность обычно уменьшается.

Очевидно, что «остров тепла» возникает главным образом в результате влияния первых трех из перечисленных выше факторов, определяющих условия городского климата. Относительная роль каждого из этих факторов в различных городах и в различные сезоны может сильно изменяться.

Следует отметить, что в «островах тепла» обычно понижается не только относительная, но и абсолютная влажность воздуха из-за уменьшения испарения на застроенных участках. Дополнительный нагрев воздуха над городом создает местные циркуляционные системы, напоминающие бризы, а также усиливает восходящие конвективные движения над городами.

Из всех особенностей городского климата наибольшее негативное влияние оказывает загрязнение воздуха различными примесями, которое во многих городах достигло высокого уровня. Источником этих примесей являются выбросы промышленных предприятий, отопительных систем и транспорта.

Увеличение концентрации выбросов над городами резко уменьшает солнечную радиацию, приходящую к земной поверхности. В больших городах прямая солнечная радиация часто уменьшается на величину около 15 %, ультрафиолетовое излучение – в среднем на 30 % (в зимние месяцы оно может полностью исчезнуть), продолжительность солнечного сияния – на 5–15 %.

Высокая концентрация выбросов (аэрозольных частиц) в городском воздухе способствует росту повторяемости туманов, в том числе особенно устойчивых туманов типа смога, капельки

которых содержат значительное количество примесей, загрязняющих атмосферу.

Городской климат может быть значительно улучшен при рациональном размещении жилых домов и производственных предприятий путем создания зеленых насаждений и проведения мероприятий для снижения загрязнения воздуха.

Изменение системы отопления (перевод ее с твердого топлива на газ или электрическую энергию) резко снижает загрязнение городского воздуха.

Большое значение имеет вынос из города загрязняющих атмосферу промышленных предприятий, применение эффективной очистки воздуха, поступающего в атмосферу из дымовых труб и других источников загрязнения, создание в городской черте обширных парков, озеленение улиц и различных незастроенных участков.

4.5. Глобальные изменения климата

Современная хозяйственная деятельность человека оказывает влияние не только на местные климатические условия отдельных районов, но и на климат нашей планеты в целом. Одним из факторов такого влияния является изменение количества углекислого газа в атмосфере.

В атмосфере задерживается приблизительно половина углекислого газа, образующегося в результате деятельности человека.

При увеличении концентрации углекислоты скорость фотосинтеза возрастает, однако создаваемое при этом дополнительное количество органического вещества через ограниченное время минерализуется, освобождая затраченный на его создание углекислый газ. Результаты расчетов влияния концентрации углекислоты на температуру воздуха у земной поверхности показывают, что обусловленное хозяйственной деятельностью человека увеличение концентрации углекислоты повысило среднюю глобальную температуру у поверхности земли на 0,3–0,4 °С. Эта величина сравнима с теми колебаниями температуры, которые происходили в течение последнего столетия. Таким образом, вероятно, что сжигание различных видов топлива оказывает определенное влияние на современные климатические условия.

Наблюдения за изменением содержания пыли в атмосфере, выполненные на основании данных о вертикальном распределении концентрации пыли в снежном покрове ледников Кавказа,

показали, что количество пыли в единице объема верхних слоев снега значительно возросло по сравнению с более глубокими слоями, возникшими раньше верхних слоев. Указанное различие соответствовало резкому повышению концентрации пыли в атмосфере, происшедшему в последние десятилетия.

Из других антропогенных факторов заслуживает внимания производство энергии в различных видах хозяйственной деятельности, приводящее к дополнительному нагреванию атмосферы и земной поверхности. Вся энергия, потребляемая человеком, в конечном счете превращается в тепло, причем основная часть этого тепла является дополнительным источником энергии для Земли, способствующим повышению ее температуры.

Из всех существенных компонентов современного потребления энергии человеком только гидроэнергия и энергия, заключенная в древесине и продуктах сельскохозяйственного производства, представляют собой преобразование энергии солнечной радиации, ежегодно поглощаемой Землей. Расход таких видов энергии не меняет теплового баланса Земли и не приводит к ее дополнительному нагреванию.

Однако указанные виды энергии составляют малую часть всей суммы энергии, потребляемой человеком. Другие виды энергии: энергия угля, нефти, природного газа, а также атомная энергия – являются новым источником тепла, независимым от преобразований энергии солнечной радиации современной эпохи.

Оценки количества тепла, которое возникает в результате хозяйственной деятельности человека, показывают, что для единицы поверхности Земли в целом это количество невелико и составляет около $0,01 \text{ ккал/см}^2$ в год. Для наиболее развитых промышленных районов указанная величина на два порядка больше, она достигает $1\text{--}2 \text{ ккал/см}^2$ в год на территориях в десятки и сотни тысяч квадратных километров. На территориях больших городов (десятки км^2) эта величина возрастает еще на один–два порядка, т. е. до десятков и сотен ккал/см^2 в год.

Можно подсчитать, как это дополнительное производство тепла влияет на среднюю температуру Земли.

Изменение потока энергии, получаемой Землей от Солнца, на 1 % меняет среднюю температуру у её поверхности на $1,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Считая, что производство тепла в результате деятельности чело-

века составляет сейчас около 0,006 % общего количества радиации, поглощаемой системой «Земля–атмосфера», найдем соответствующее этому количеству тепла повышение средней температуры примерно равным 0,01 °С. Эта величина сравнительно незначительна. Однако при резкой неравномерности размещения на поверхности Земли созданных человеком источников тепла в отдельных районах такое повышение температуры может быть значительно большим.

При отсутствии циркуляции атмосферы в наиболее развитых промышленных районах температура могла бы возрасти на величину порядка градуса, а в больших городах – на десятки градусов, что очевидно сделало бы жизнь невозможной. Влияние атмосферной циркуляции значительно ослабляет соответствующие повышения температуры, причем это ослабление тем больше, чем меньше площадь, на которой сконцентрировано производство дополнительной тепловой энергии.

Определим, как влияет существующая сейчас система орошения на среднюю температуру у поверхности Земли. При орошении сухих районов альbedo земной поверхности понижается на величину около 0,10. Учитывая связь между альbedo земной поверхности и альbedo системы «Земля–атмосфера», найдем, что при малой облачности такое уменьшение альbedo земной поверхности соответствует уменьшению альbedo системы «Земля–атмосфера» на 0,07.

Ныне орошаемая территория равна примерно 2 млн. км², что составляет около 0,45 общей поверхности Земли, т. о., орошение уменьшает альbedo Земли приблизительно на 0,03 %.

Из полуэмпирической теории термического режима следует, что изменение альbedo Земли на 1 % меняет среднюю температуру у поверхности Земли на 2,3 °С. Принимая во внимание это значение, найдем, что орошение повышает среднюю температуру у поверхности Земли приблизительно на 0,07 °С. Такое изменение температуры не имеет существенного значения для климата, однако оно не является ничтожно малым и при увеличении орошаемых площадей может играть известную роль.

Наряду с орошением некоторое влияние на среднюю температуру у земной поверхности может оказывать строительство водохранилищ. Средняя величина альbedo земной поверхности

при создании водохранилища в районах с растительным покровом уменьшается приблизительно так же, как и при орошении пустынных областей.

Но так как наиболее крупные искусственные водохранилища созданы в районах со сравнительно влажным климатом, где существует более или менее значительная облачность, альбедо системы «Земля–атмосфера» в этом случае меняется меньше, чем над орошенными районами, где облачность невелика. Кроме того, поскольку общая площадь искусственных водохранилищ заметно меньше площади орошенных земель, их влияние на среднюю температуру у поверхности земли оказывается сравнительно небольшим.

В течение последних десятилетий хозяйственная деятельность человека начала оказывать влияние на глобальный климат. Можно думать, что дальнейшее развитие хозяйственной деятельности приведет к более значительным изменениям глобального климата по сравнению с тем, которое достигнуто в наше время.

Следует сказать, что антропогенные изменения климата не ограничиваются изменениями температуры воздуха. При колебаниях климата заметно изменяется режим атмосферных осадков, причем эти изменения оказывают существенное влияние на условия сельскохозяйственного производства: поскольку сравнительно небольшие изменения термического режима могут сопровождаться крупными колебаниями режима увлажнения, проблема антропогенных изменений климата уже в наше время имеет практическое значение.

Воздействуя на состав атмосферного воздуха, человек начал влиять на глобальные процессы в биосфере. Это влияние пока не очень велико, однако в будущем оно может существенно изменить природные условия на нашей планете.

Контрольные вопросы

1. Как исторически складывалось понятие «биосфера»?
2. Кто и когда ввел термин «биосфера»?
3. Когда и в какой книге Зюсс описал биосферу как «ограниченную в пространстве и во времени совокупность организмов, обитающих на поверхности Земли»?
4. Что характерно для биосферы как особой оболочки земного шара?
5. Охарактеризуйте литосферу.
6. Что вы понимаете под «почвообразованием»?

7. Назовите климатические факторы и дайте им характеристику.
8. На какие группы по способности переносить недостаток воды делятся растения?
9. Какова мощность атмосферы и из скольких слоев она состоит?
10. Какие ограничивающие факторы тропосферы вы знаете?
11. Выше какой высоты над уровнем моря не могут существовать хлорофиллоносные растения?
12. Какие организующие факторы гидросферы вы можете назвать?
13. Назовите и охарактеризуйте главные топографические факторы.
14. Какие типы веществ биосферы выделял В. И. Вернадский?
15. Что такое косное вещество?
16. Сколько видов растений и животных известно в настоящее время?
17. Что называется экосферой?
18. В чём состоит главная цель экологии?
19. От каких фундаментальных процессов зависит жизнь на Земле? Поясните схемой.
20. Что из себя представляет Солнце?
21. В результате какой реакции высвобождается энергия Солнца?
22. За какое время лучи Солнца достигают нашей планеты?
23. Какая часть энергии Солнца улавливается зелеными растениями?
24. Изобразите схематично превращения энергии в биосфере.
25. Что такое биогеохимический круговорот?
26. Какая хозяйственная деятельность древнего человека привела к ухудшению природных условий?
27. Как человек влияет на климат городов?
28. Расскажите о влиянии хозяйственной деятельности на глобальные изменения климата.

ГЛАВА V. ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

5.1. Глобальные проблемы экологии

Экологический кризис характеризуется наличием целого ряда проблем, которые угрожают устойчивому развитию.

Рассмотрим только некоторые из них.

Глобальные изменения в атмосфере

Разрушение озонового слоя. Содержание озона в атмосфере незначительно и составляет 0,004 % по объему. Озон образуется в атмосфере под действием электрических разрядов, синтезируется из кислорода под действием космической ультрафиолетовой радиации (УФ-радиации). В пределах атмосферы повышенные концентрации озона образуют озоновый слой, имеющий важное значение для обеспечения жизни на Земле. Озоновый экран ослабляет смертоносную УФ-радиацию в слое атмосферы между 40 и 15 км над земной поверхностью примерно в 6500 раз. Разрушение озонового экрана на 50 % увеличивает в 10 раз УФ-радиацию, что влияет на зрение животных и человека и может оказать другие губительные воздействия на живые организмы. Исчезновение озоносферы привело бы к непредсказуемым последствиям: вспышке рака кожи, уничтожению планктона в океане, мутациям растительного и животного мира. Впервые появление так называемой озоновой дыры над Антарктидой было зафиксировано наземными и спутниковыми измерениями в середине 1970-х гг. Площадь этой дыры составила 5 млн. м², и озона в столбе воздуха было на 30–50 % меньше нормы. Эта дыра в Антарктике наблюдается в сентябре-ноябре, а в другие сезоны содержание озона ближе к норме. Заметнее всего уменьшение озона на высотах 15–25 км, в слое с максимальным содержанием озона. Позднее выяснилось, что озона в атмосфере становится все меньше и меньше также в средних и высоких широтах Северного полушария зимой-весной (январь-март), особенно над Европой, США, Тихим океаном, Европейской частью России, Восточной Сибирью и Японией. В целом содержание озона в атмосфере за последние два десятилетия значительно уменьшилось.

Было высказано несколько предположений о причинах разрушения озонового слоя: запуск космических кораблей, сверхзвуковые самолеты, значительные масштабы производства фреонов. Впоследствии на основании научных исследований был сделан вывод, что основной причиной являются фреоны, которые широко используются в холодильной технике и аэрозольных баллончиках.

Международным сообществом был принят ряд мер, направленных на предотвращение разрушения озонового слоя. В 1977 г. Программой ООН по окружающей среде был разработан план

действий по озоновому слою, в 1985 г. в Вене состоялась конференция, принявшая Конвенцию по охране озонового слоя, был установлен список веществ, отрицательно влияющих на озоновый слой и вынесено решение о взаимном информировании государств о производстве и использовании этих веществ, о принимаемых мерах.

Таким образом, было официально заявлено о пагубном воздействии изменений озонового слоя на здоровье людей и окружающую среду и о том, что меры по охране озонового слоя требуют международного сотрудничества. Решающим стало подписание Монреальского протокола в 1987 г., согласно которому устанавливается контроль за производством и использованием фреонов. Протокол подписали более 70 стран, в том числе обязательства по нему взяла на себя Россия. В соответствии с требованиями этих соглашений производство вредных для озонового слоя фреонов было прекращено к 2010 г.

Парниковый эффект. Выброс в атмосферу многих газов: угарного (CO), углекислого (CO₂), углеводородов, т. е. метана (CH₄), этана (C₂H₆) и др., которые накапливаются в результате сжигания горючих ископаемых и других производственных процессов, приводит к появлению парникового эффекта, хотя эти вещества почти не представляют опасности как самостоятельные загрязнители (за исключением высоких концентраций).

Механизм парникового эффекта достаточно прост. Обычное солнечное излучение при безоблачной погоде и чистой атмосфере сравнительно легко достигает поверхности Земли, поглощается поверхностью почвы, растительностью и др. Нагретые поверхности отдают тепловую энергию снова в атмосферу, но уже в виде длинноволнового излучения, которое не рассеивается, а поглощается молекулами этих газов (CO₂ поглощает 18 % отдаваемой теплоты), вызывая интенсивное тепловое движение молекул и повышение температуры.

Атмосферные газы (азот, кислород, водяные пары) не поглощают тепловое излучение, а рассеивают его. Концентрация CO₂ ежегодно повышается на 0,8–1,5 мг/кг. Считается, что при возрастании содержания CO₂ в воздухе вдвое среднегодовая температура повысится на 3–5 °С, что вызовет глобальное потепление климата, и через 125 лет можно ожидать массового тая-

ния льдов Антарктиды, подъема среднего уровня Мирового океана, затопления значительной части прибрежной территории и других негативных последствий.

Таким образом, накопление выбросов газов в атмосфере представляет серьезную опасность. Кроме парникового эффекта, наличие этих газов способствует образованию *смога*.

Смоги бывают влажные, сухие и ледяные. *Влажный смог* (лондонского типа) – сочетание газообразных загрязняющих веществ, пыли и капель тумана. Эти составляющие вступают в химические реакции, образуя еще более опасные вещества, чем исходные. Так возникает в 100–200-метровом слое воздуха ядовитый густой грязно-желтый туман – влажный смог. Он наблюдается в странах с морским климатом, где часты туманы и высока относительная влажность воздуха.

Сухой смог (лос-анджелесского типа) – вторичное загрязнение воздуха в результате химических реакций, сопровождающихся появлением озона. Сухой смог в Лос-Анджелесе (США) образует не туман, а синеватую дымку.

Третий вид смога – *ледяной смог* (аляскинского типа). Он возникает в Арктике и Субарктике при низких температурах в антициклоне. При таких погодных условиях выбросы даже небольшого количества загрязняющих веществ приводят к возникновению густого тумана, состоящего из мельчайших кристалликов льда и, например, серной кислоты. Смоги характерны для городов, расположенных в котловинах, где застаивается воздух. Смоги отмечались в Алма-Ате, Ереване, Кемерово, Новокузнецке, Братске, Мехико.

При смогах в результате фотохимических реакций вредных веществ с компонентами воздуха, влаги под воздействием света дополнительно образуются токсичные продукты, в том числе альдегиды и кетоны.

В научной литературе представлены достаточно убедительные доказательства необратимых воздействий парниковых газов на изменение климата, хотя до сих пор продолжают попытки оспорить их со стороны влиятельных промышленных кругов.

Глобальное потепление – одно из наиболее значимых последствий антропогенного загрязнения биосферы. Оно проявляется в изменении климата и биоты: продукционного процесса в экосистемах, сдвиге границ растительных формаций, изменении уро-

жайности сельскохозяйственных культур. Особенно сильные изменения касаются высоких и средних широт Северного полушария. По прогнозам, именно здесь наиболее повысится температура атмосферы. Природа этих регионов особенно восприимчива к различным воздействиям и крайне медленно восстанавливается. Зона тайги сдвинется к северу примерно на 100–200 км. Кое-где этот сдвиг будет гораздо меньше или его не будет вовсе. Подъем уровня океана за счет потепления составит 0,1–0,2 м, что может привести к затоплению устьев крупных рек, особенно в Сибири.

На проходившей в 1996 г. в Риме очередной конференции стран-участниц Конвенции по предотвращению климатических изменений еще раз была подтверждена необходимость скоординированных международных действий для решения этой проблемы.

В соответствии с Конвенцией по предотвращению климатических изменений индустриально развитые страны и страны с переходной экономикой приняли на себя обязательства стабилизировать производство парниковых газов, развивающиеся страны приняли на себя обязательства систематически предоставлять отчеты о проводимых мерах в этом направлении. Наиболее последовательными в своих действиях оказались страны, входящие в ЕЭС, которые включили в свои национальные программы положения о сокращении выбросов углекислого газа. В России в связи с общим падением производства выброс парниковых газов составляет сейчас 80 % от уровня 1990 г.

Континентальные проблемы

Уничтожение тропических лесов. За последние 50 лет при участии человека истреблено 2/3 покрывавших Землю лесов. За последние 100 лет безвозвратно утрачено 40 % существовавших на Земле лесных массивов. Дождевой тропический лес является одним из важнейших поставщиков кислорода в атмосферу, играет огромную роль в поддержании кислородного баланса, его называют «зелеными легкими планеты». Тем не менее, к сожалению, ежегодно в мире теряется 15–20 млн. га тропического леса, что эквивалентно половине площади Финляндии. В течение последнего десятилетия темпы обезлесения возросли на 90 % и составляют в среднем 1,8 % в год. Наибольшие потери понесли 10 стран мира, в числе которых Бразилия, Мексика, Индия, Таиланд. Если уничтожение тропических лесов будет продолжаться такими же темпами, то через 30–40 лет их уже не останется на Земле.

По причине уничтожения тропических лесов количество кислорода в атмосфере уменьшается ежегодно на 10–12 млрд. т, а содержание углекислого газа по сравнению с серединой XX в. возросло на 10–12 %. Возникает опасность нарушения баланса кислорода.

Основными причинами обезлесения являются: распашка лесных земель под сельскохозяйственные угодья; увеличение спроса на древесное топливо; промышленная вырубка лесов; осуществление крупномасштабных проектов развития.

Миграция населения в зоны тропических лесов иногда получает поддержку правительства, например в Бразилии (при осуществлении проекта колонизации Амазонии) с целью открытия новых земель для сельскохозяйственного освоения. В странах Латинской Америки и Карибского бассейна большой урон тропическому лесу был нанесен политикой развития животноводческого хозяйства, работающего на экспорт. Энергетический кризис в развивающихся странах в сочетании с увеличением числа неимущих слоев – еще одна причина обезлесения.

По данным ООН, примерно 90 % сельского и 30 % городского населения в странах Азии, Африки и Латинской Америки используют преимущественно древесное топливо. Коммерческие лесозаготовительные работы осуществляются без учета экологических требований и, как правило, не сопровождаются посадками деревьев на вырубках.

После проведения конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992 г.) развивающиеся страны подтвердили свою готовность в достижении международного консенсуса по проблеме сохранения лесных ресурсов, намереваясь принять со своей стороны меры по обеспечению устойчивого развития лесного хозяйства. В 1993 г. в городе Бандунге (Индонезия) состоялась встреча, на которой была выдвинута идея создания международного комитета, ответственного за разработку программы действий по обеспечению устойчивого развития лесного хозяйства во всех климатических зонах мира. В 1995 г. была создана международная комиссия по проблеме консервации лесных ресурсов и устойчивого развития.

Дефицит воды. Многие ученые связывают его с непрерывным в последнее десятилетие повышением температуры воздуха из-за роста содержания в атмосфере углекислого газа. Нетрудно составить цепь проблем, порождающих друг друга: большое энерговыделение (решение энергетической проблемы)

– парниковый эффект – нехватка воды – недостаток пищи (неурожай). За последние 100 лет температура возросла на 0,6 °С. В 1995–1998 гг. наблюдался особенно большой ее рост. Углекислый газ, метан и некоторые другие газы поглощают тепловое излучение и усиливают парниковый эффект.

Еще более важный фактор – резкое увеличение расхода воды на промышленные и бытовые цели. В некоторых районах Индии, Китая, США уровень подземных вод в последние годы из-за этого заметно понизился. В отдельных местах для полива приходится использовать уже не дождевые, а глубоко залегающие ископаемые воды.

Одна из величайших рек Китая Хуанхэ уже не доходит, как прежде, до Желтого моря, за исключением отдельных годов. Крупная река Колорадо в США далеко не каждый год добирается до Тихого океана. Амударья и Сырдарья давно уже не впадают в Аральское море, которое из-за этого почти пересохло. Нехватка воды резко ухудшила экологическую обстановку во многих регионах и вызвала продовольственный кризис.

Опустынивание. Так называется совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к разрушению (нарушению) равновесия в экосистемах и к деградации всех форм органической жизни на конкретной территории. Опустынивание происходит во всех природных зонах мира.

Главные причины современного роста опустынивания в различных странах мира – несоответствие сложившейся структуры хозяйственного использования природных ресурсов с потенциальными природными возможностями данного ландшафта, рост народонаселения, увеличение антропогенных нагрузок, несовершенство социально-экономического устройства ряда стран. По данным ЮНЕП (глобальная информационная база данных о ресурсах, созданная в 1985 г. странами – членами ООН), сейчас пустынями антропогенного происхождения занято более 9 млн. км² и ежегодно выбывает из продуктивного использования до 7 млн. га земель.

Проблемы Мирового океана

Загрязнение Мирового океана. Мировой океан, покрывающий 2/3 земной поверхности, – это огромный резервуар, масса воды в котором равняется 1,410²¹ кг. Вода океана составляет 97 % всей воды на планете. Мировой океан дает 1/6 часть всех белков жи-

вотного происхождения, потребляемых населением планеты в пищу. Океану, особенно его прибрежной зоне, принадлежит ведущая роль в поддержании жизни на Земле, ведь около 70 % кислорода, поступающего в атмосферу планеты, вырабатывается в процессе фотосинтеза планктона. Таким образом, Мировой океан играет огромную роль в поддержании устойчивого равновесия биосферы и его охрана является одной из актуальных международных экологических задач.

Особое опасение вызывает загрязнение Мирового океана *вредными и токсичными веществами*, в том числе нефтью и нефтепродуктами, радиоактивными веществами.

О масштабах загрязнения говорят следующие факты: ежегодно прибрежные воды пополняются 320 млн. т железа, 6,5 млн. т фосфора, 2,3 млн. т свинца. Например, только в водоемы Черного и Азовского морей в 1995 г. было сброшено 7,7 млрд. м³ загрязненных производственных и коммунальных сточных вод. Наиболее загрязнены воды Персидского и Аденского заливов. Воды Балтийского и Северного морей также таят в себе опасность. В 1945–1947 гг. английским, американским и советским командованием в них было затоплено около 300 тыс. т трофейных и собственных боеприпасов с отравляющими веществами (ипритом, фосгеном). Операции по затоплению проводились в большой спешке и с серьезными нарушениями норм экологической безопасности. Корпуса химических боеприпасов под воздействием воды к сегодняшнему дню сильно разрушились, что чревато тяжелыми последствиями.

Наиболее распространенными веществами, загрязняющими океан, являются *нефть и нефтепродукты*. В Мировой океан ежегодно поступает в среднем 13–14 млн. т нефтепродуктов. Нефтяное загрязнение опасно по двум причинам: во-первых, на поверхности воды образуется пленка, которая лишает доступа кислорода морскую флору и фауну; во-вторых, нефть сама по себе является токсичным соединением, которое имеет большой период полураспада, при содержании нефти в воде 10–15 мг/кг гибнет планктон и мальки рыб. Настоящими экологическими катастрофами можно назвать крупные разливы нефти при крушении супертанкеров.

Особенно опасным является *радиоактивное загрязнение* при захоронении радиоактивных отходов (РАО). Первоначально ос-

новным способом избавления от радиоактивного мусора было захоронение РАО в морях и океанах. Это были, как правило, низкоактивные отходы, которые упаковывали в 200-литровые металлические барабаны, заливали бетоном и сбрасывали в море. Первое такое захоронение РАО произвели США в 80 км от побережья Калифорнии. До 1983 г. 12 стран практиковали сброс РАО в открытое море. В воды Тихого океана за период с 1949 г. по 1970 г. был сброшен 560 261 контейнер с РАО.

Вместе с тем анализ имеющихся материалов об уровне радиоактивного загрязнения Мирового океана показывает, что официальные данные, представленные 12 странами в МАГАТЭ, не дают исчерпывающего перечня о захоронении РАО в море, особенно за период после 1989 г.

В последнее время был подписан ряд международных документов, основной целью которых является охрана Мирового океана. В 1972 г. в Лондоне была подписана Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов с высоким и средним уровнем радиации, в которой указывалось, что захоронение РАО с низким и средним уровнем радиации допускается по специальным разрешениям. С начала 1970-х гг. осуществляется экологическая программа ООН «Региональные моря», которая объединяет усилия более чем 120 стран мира, совместно использующих 10 морей. Были приняты региональные многосторонние соглашения: Конвенция по защите морской среды Северо-Восточной Атлантики (Париж, 1992 г.); Конвенция по защите Черного моря от загрязнения (Бухарест, 1992 г.) и др.

Уникальным климатическим явлением является исчезновение течения Эль-Ниньо в 1997–1998 гг. Это теплое сезонное поверхностное течение в Тихом океане в южной части Атлантики (Эль-Ниньо – в переводе с испанского «младенец») прославилось своим по-младенчески капризным нравом – практически ежегодными переменами характеристик, которые отражались на климате, урожайности и жизни десятков миллионов людей обширного региона, охватывающего большинство стран Южной и Центральной Америки. Его (беспрецедентное в современной истории) исчезновение может иметь драматические последствия для климата планеты. Причиной его исчезновения могло стать необычное усиление восточных ветров над Тихим океаном.

Социально-экономические проблемы

Недостаток пищи. Мировое производство зерна, мяса, рыбы и ряда других продуктов на душу населения непрерывно снижается с 1985 г. По прогнозам, к 2020 г. цены на пшеницу и рис поднимутся на порядок. В наиболее бедных странах это может вызвать массовый голод.

Важная причина нехватки продовольствия – сокращение с 1956 г. пахотных площадей на душу населения из-за эрозии почвы и изъятия плодородных земель на другие цели. Благодаря «зеленой революции» 1970-х гг. удалось компенсировать снижение урожая за счет внедрения новых сортов, орошения, применения удобрений и гербицидов. Однако в Австралии и Африке этого добиться не смогли – не хватило воды для орошения. Теперь ее явно недостает в Азии и в Америке.

Резко сократились рыбные запасы. С 1950 по 1989 гг. мировой улов вырос с 19 до 89 млн. т, после чего прироста уже не было. Увеличение рыболовецкого флота не ведет к росту улова.

Рост численности населения. Стремительно растущая численность населения – самая серьезная проблема Земли (рис. 7).

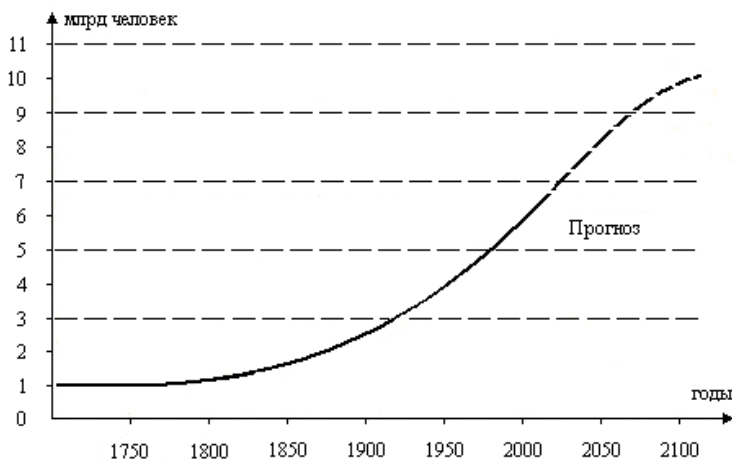


Рис. 7. Рост народонаселения Земли за 1750–2100 гг.

Многочисленные попытки сократить рождаемость не увенчались успехом. В настоящее время в странах Африки, Азии и Южной Америки имеет место демографический взрыв. В Российской Федерации неблагоприятная для роста населения ситуация сложилась из-за падения рождаемости.

За годы реформ сформировались следующие сдерживающие рождаемость факторы: социально-экономическое неблагополучие (бедность, безработица, низкое образование, неквалифицированный труд); военные конфликты, войны.

Например, в Москве смертность превышает рождаемость, число москвичей ежегодно уменьшается в среднем на 70 тыс. человек. Уже через 20–25 лет наступит качественная деформация демографической структуры столицы. Доля инвалидов и пенсионеров составит 50 % населения города, что приведет к резкому снижению творческого потенциала общества. Российскому этносу вообще и москвичам в частности грозит в наступившем столетии реальная опасность оказаться на страницах Красной книги.

5.2. Влияние урбанизации на биосферу

Урбанизация (от лат. «*urbs*» – город) – одно из важнейших глобальных явлений современного мира, затрагивающее все народы и страны.

Урбанизация – это процесс концентрации населения в городах, увеличения числа и размеров городов, повышения технической оснащённости, этажности и плотности застройки, создания комфортных условий жизнедеятельности.

Современная урбанизация как всемирный процесс обладает тремя общими чертами, характерными для большинства стран:

во-первых, быстрые темпы роста городского населения (в 1990 г. доля городского населения от общей численности населения составляла 13 %, а в 2010 г. эта доля достигла 50 %);

во-вторых, продолжающаяся концентрация городского населения, прежде всего в больших городах (в 1990 г. городов-"миллионеров" в мире насчитывалось 10, а в 2000 г. стало уже 430);

в-третьих, "расползание" городов, расширение их территории, т. е. для современного этапа урбанизации особенно характерен переход от "точечного" города к городским агломерациям, которые трансформируются в ещё более крупные образования – мегаполисы.

С точки зрения экологии, современный город-мегаполис – очень сложная экосистема, специфика которой определяется не только высокой концентрацией большого количества людей на ограниченном пространстве, но и концентрацией на том же пространстве промышленного производства и производства услуг, а

также транспортных средств, включая автотранспорт. Все это приводит к росту антропогенной нагрузки на окружающую среду и усиливает ее засорение.

Быстроразвивающаяся урбанизация породила непредсказуемую опасность возникновения тяжелых последствий для населения нашей планеты – физическую тяжесть городов. Многоэтажные здания давят своей тяжестью на землю и вырастают в нее, оседают.

Например, в Мехико (столице Мексики) осадка Дворца изящных искусств достигла 4,8 м, здание Национального театра осело на 3 м и продолжает опускаться на 13 см в год. Особую опасность представляют неравномерные осадки грунта в городах. Знаменитая Пизанская башня в Италии высотой 60 м из-за неравномерного погружения отклонилась от вертикали уже почти на 5 м. В Бристоле (Англия) большую неравномерную осадку дала старинная церковь, построенная в XV в. на болотистом грунте. Отклонение церковной башни в нижней части достигло 1,2 м.

В Самарканде (Узбекистан) наклонились некоторые минареты Улугбека – уникальные архитектурные памятники первой четверти XV в. Например, юго-восточная башня-минарет массой более 1 тыс. т отклонилась вверх почти на 2 м от вертикали. Чтобы спасти эти шедевры, были проведены уникальные инженерные работы: осевший край приподняли почти на 10,5 м. Минарет был выровнен.

Под крупными городами сейчас нет действующих рудников, их по своему воздействию на земную кору заменяет метрополитен. Над его подземными магистралями земля опускается, проседает, повторяя контуры тоннелей и станций. В Москве это проседание достигает 1 м, Санкт-Петербурге – 80 см, Киеве – 50 см, Баку – 26 см.

Воду города часто берут из-под земли. В прошлом нередко под городом добывали и строительные материалы. Например, известняк для строительства домов долгое время извлекали из месторождения, которое находилось под Парижем. Так возникли знаменитые катакомбы. Добыча известняка была прекращена только в конце XVII в., когда люди поняли всю опасность своих действий.

Город потребляет из окружающей природной среды огромное количество природных ресурсов, а возвращает в нее отходы своей жизнедеятельности, которые накапливаются в биосфере.

Потребление природных ресурсов. Город потребляет огромное количество энергии. Основные источники энергии для предприятий города, отопления и освещения квартир горожан (за исключением теплоцентралей) расположены за его пределами: это месторождения нефти, газа, угля, гидро- и атомные электростанции. Кроме того, чтобы накормить одного горожанина, требуется 1 га сельскохозяйственных угодий (включающих пашню, сенокосы и пастбища). В России на одного горожанина приходится около 2 га сельскохозяйственных угодий. Собственное производство продуктов питания (теплицы, пригородные сады) в городе незначительно. Город потребляет большое количество воды, лишь незначительную часть которой человек использует непосредственно для своих нужд, основную часть воды тратит на производственные нужды. Личное потребление воды в городах составляет от 150 до 500 л в сутки, а с учетом промышленности на одного горожанина приходится до 1000 л в сутки.

Загрязнение окружающей среды продуктами жизнедеятельности города. Здесь следует выделить несколько проблем: загрязнение воды, твердые городские отходы, загрязнение атмосферы городов, шумовое загрязнение.

Загрязнение воды. Использованная городская вода насыщена тяжелыми металлами, остатками нефтепродуктов, фенолами и т. д. В России лидерами по сбросу загрязненных сточных вод за 2009 г. были следующие города: Москва – 1595 млн. м³ (7,7 % от общего объема сброса загрязненных вод по Российской Федерации); Свердловская обл. – 780 млн. м³ (3,7 %); Челябинск – 749,8 млн. м³ (3,6 %);

Водные объекты в местах ниже сброса сточных вод классифицируются как "очень грязные" и "чрезвычайно грязные". В настоящее время концентрация загрязняющих веществ в сточных водах коммунально-бытового сектора составляет 1 кг/м³ воды.

Очень острой является проблема очистки воды. Объем сточных вод в мире в наши дни составляет более 500 км³ в год. Большую часть этого объема выделяют города, и только 50 % стока подвергается очистке. Загрязнение вод связано не только с недостаточным объемом и качеством очистки воды, но также с плохим состоянием систем водоотведения и с отсутствием систем очистки. Данная проблема, наряду с контролем качества

ливневых стоков, является сейчас наиболее актуальной. По очистке сточных вод сейчас стали предприниматься определенные меры, в частности, обязательным требованием к автомойкам является наличие системы сбора и очистки сточных вод.

Твердые городские отходы. Проблема переработки твердых городских бытовых и промышленных отходов до сих пор полностью не решена. Только бытовых отходов из Москвы вывозится 15,0 млн. м³ в год. Обычный метод накопления городских отходов на свалках не является решением проблемы, так как отходов производится все больше, а мест, где их можно складировать, становится все меньше. Ежегодно такие полигоны занимают в пригородах Москвы не менее 25 га земли. Кроме того, процесс разложения отходов происходит крайне медленно: бумага разлагается 2–10 лет; полиэтиленовая упаковка – 200 лет; пластмасса – 500 лет. Таким образом, проблема уничтожения и переработки отходов является также весьма актуальной. В последнее время в Москве создана сеть пунктов приема переработки вторичного сырья, в которых собирают, сортируют и частично перерабатывают бытовые отходы. Это достаточно сложный технологический процесс. Например, чтобы переработать макулатуру, ее предварительно надо рассортировать по 13 видам.

Загрязнение воздушной среды города. В загрязнении атмосферы городов одно из ведущих мест занимает автотранспорт. Во многих городах на выхлопные газы автомобилей приходится 30 %, а в некоторых – 50 % загрязнений воздуха. В Москве за счет автотранспорта в атмосферу поступает около 96 % оксида углерода, 33 % диоксида углерода, 64 % углеводородов. Выхлопные газы автотранспорта остаются в приземном слое атмосферы, что затрудняет их рассеивание. Узкие улицы и высокие здания также способствуют задерживанию токсичных соединений выхлопных газов в зоне дыхания пешеходов.

В состав выхлопных газов автотранспорта входит более 200 компонентов, тогда как нормируются лишь немногие из них (дымность, оксиды углерода и азота, углеводороды). Во многих городах России отмечается превышение предельных нормативов содержания вредных и токсичных веществ в атмосфере. Превышение в 10 раз по целому ряду соединений отмечено в 14 городах, среди которых Братск, Барнаул, Москва, Тюмень и др.

Повышенное содержание токсичных веществ в атмосфере городов приводит к тому, что над крупными городами происходит образование *смога*, который представляет собой сложное сочетание пылевых частиц, капель тумана, токсичных газов. Возникая при определенных погодных условиях над крупными промышленными городами, смог вызывает удушье, приступы бронхиальной астмы, аллергические реакции. Печально знаменитый смог 1952 г. в Лондоне за несколько дней унес более 4 тыс. жизней.

Шумовое загрязнение. Город является источником не только вредных и токсичных веществ, но и *физических загрязнителей*, к числу которых относится шум. Шумовое загрязнение, наряду с перечисленными выше, является также актуальной для города проблемой, так как приводит к повышенным нервным и психическим нагрузкам. От чрезмерных шумовых воздействий страдает не только человек, но и растительный и животный мир. Шумовая какофония города складывается из многих факторов: грохота железных дорог, шума заводских цехов, рокота строительной техники и т. д. Под оптимальным шумовым фоном понимают энергию шума 20 децибел (дБ). Городской шум составляет в среднем уровень 30–40 дБ. За последние 10 лет уровень шума в крупных городах поднялся на 5–8 дБ.

Таким образом, главная особенность экосистемы города состоит в том, что в нем невозможно экологическое равновесие. Все процессы регулирования потоков веществ и энергии человеку приходится брать на себя. Человек должен регулировать как потребление городом энергии и ресурсов (сырья для промышленности и пищи для людей), так и количество ядовитых отходов, поступающих в биосферу в результате деятельности промышленности и автотранспорта. Наконец, должны регулироваться и размеры этих экосистем, которые, как уже отмечалось выше, распространяются, занимая все новые территории. В результате уменьшается площадь санитарно-защитных зеленых городских зон, пригородных сельскохозяйственных предприятий.

5.3. Охрана биосферы от загрязнений выбросами хозяйственной деятельности

Охрана биосферы от загрязнения является комплексной задачей. Экологическая безопасность общества определяется многими факто-

рами: экономическими, социальными, технологическими и др.

Охрана биосферы осуществляется по двум направлениям:

- совершенствование производственных отношений, т. е. создание действующей системы природоохранных мероприятий;
- совершенствование производительных сил, т. е. создание не разрушающих природу производств.

Совершенствование производственных отношений возможно при сочетании административного и экономического методов.

Административный метод охраны окружающей природной среды предполагает регулирование со стороны государства. Государство через систему соответствующих органов устанавливает правовые нормы, регулирующие экологические отношения, определяет меры и средства осуществления государственного контроля, устанавливает меры юридической ответственности за экологические правонарушения. Административный метод используется для обеспечения порядка управления и поэтому исходит из отношений власти и подчинения.

У нас в стране до принятия Конституции РФ в 1993 г. признавалась только государственная собственность на природные ресурсы, что обуславливало преимущественно административный способ управления ими. В Конституции РФ сказано, что «земля и иные природные ресурсы могут находиться в частной, государственной, муниципальной и иных формах собственности» (ст. 9). Признание равноправных форм собственности на природные ресурсы явилось предпосылкой для формирования экономического механизма охраны окружающей природной среды и природопользования.

Экономический метод охраны окружающей природной среды подразумевает усиление рыночных средств воздействия на экологические процессы, предупреждение загрязнений. В России установлена система платежей за природные ресурсы, определены меры экономического стимулирования для предприятий, которые используют ресурсосберегающие технологии или выпускают экологически чистую продукцию.

Совершенствование производительных сил достигается технологическими методами, т. е. путем улучшения очистки промышленных выбросов и переработки отходов производства, создания малоотходных технологий, комплексного использования

природного сырья.

Технологические методы направлены на создание не разрушающих природу производств. Основным принципом при создании таких производств является оказание минимального воздействия на окружающую природную среду. Эта задача решается двумя путями: уничтожение вредных выбросов (очистка и утилизация); создание малоотходных и ресурсосберегающих производств.

5.4. Уничтожение вредных выбросов

Уничтожение вредных выбросов достигается в процессе очистки бытовых и промышленных стоков, газообразных выбросов, а также методами утилизации, т. е. переработки бытовых и промышленных отходов.

Очистка газообразных выбросов включает:

1. Рассеяние химических соединений в атмосфере через высотные трубы. На большинстве бытовых и промышленных предприятий для отвода газообразных выбросов используются трубы высотой 200–350 м. Такая высота труб позволяет распределить загрязняющие вещества на большие площади, при этом значительно снижается их концентрация в атмосфере. Из трубы высотой 200 м газовые потоки рассеиваются на 20 км, а из трубы высотой 250 м – на 75 км.

2. Очистку атмосферных выбросов от пыли с применением:

– механических обеспыливающих устройств, в которых пыль отделяется под действием гравитационных, инерционных или центробежных сил;

– мокрых методов очистки (использование аппаратов, в которых пыль поглощается жидкостью);

– электрофильтров (осаждение пыли осуществляется за счёт ионизации газа и содержащейся в нем пыли).

Механические обеспыливающие устройства используются для предварительной очистки отходящих газов. Простейшими аппаратами являются *осадительные камеры*, в которых крупные частицы пыли под действием инерционных сил осаждаются на дно камеры и впоследствии удаляются. Наиболее широкое распространение получили *циклоны*, в которых частицы пыли выделяются под действием центробежной силы в процессе вращения газового потока в корпусе аппарата.

Мокрые (гидравлические) способы очистки промышленных

газов от пыли более эффективны и менее энергоемки по сравнению с механическими методами. В гидравлических аппаратах газы пропускаются через поток распыляемой или стекающей по насадке жидкости. Частицы пыли захватываются потоками промывной жидкости и осаждаются в аппарате, а очищенные газы выбрасываются в атмосферу.

Электрофильтры являются наиболее совершенным способом очистки промышленных выбросов, их эффективность достигает 99 %. Принцип действия электрофильтра заключается в том, что пылевидным частицам сообщается заряд, после чего они осаждаются на противоположно заряженном (осадительном) электроде, откуда пыль периодически удаляют.

3. Очистку атмосферных выбросов от токсичных веществ:

– адсорбционные методы очистки, которые основаны на избирательном поглощении газов или паров жидкостями;

– каталитические методы очистки, которые основаны на каталитических окислительно-восстановительных реакциях, в результате которых происходит химическое превращение токсичных веществ в более безобидные соединения.

Адсорбционные методы применяются для очистки отходящих газов от оксидов углерода и от диоксида серы. Оксиды углерода поглощаются водой или медно-аммиачным раствором. Для очистки газов от диоксида серы используется содовый метод, который осуществляется пропусканием отходящих газов через раствор соды, при этом происходит нейтрализация диоксида серы.

Каталитические методы очистки газов от диоксида серы позволяют переработать уловленный диоксид серы в серную кислоту. В качестве катализаторов используют пирролюзит или активированный уголь.

Очистка сточных вод производится различными методами в зависимости от вида стоков.

Различают *промышленные и бытовые стоки*. Промышленные стоки содержат специфические загрязнители, поэтому их запрещено сбрасывать в общую городскую систему водоотведения. Методы очистки промышленных стоков определяются физико-химической природой загрязнителей. Очистка производится в несколько этапов.

На первом этапе осуществляется очистка от взвешенных и

коллоидных частиц, т. е. механическая очистка, которая производится методами фильтрации, флотации, коагуляции.

Фильтрация применяется для отделения твердых или жидких веществ от сточных вод. В качестве фильтров используются: металлическая или пластмассовая сетка, зернистый слой (песок, уголь, коксовая мелочь), тканевые перегородки из асбеста, стеклянного или искусственного волокна. Фильтры, благодаря пористости, задерживают взвешенные частицы и свободно пропускают воду.

Флотация – метод основан на различной смачиваемости частиц. Этот метод применяется для очистки стоков от взвешенных механических примесей. В емкость с очищаемыми водами снизу подается воздух. Пузырьки адсорбируются на поверхности частиц и выносят их на поверхность, т. е. образуется пена. Флотационные методы используются для очистки сточных вод нефтеперерабатывающих, целлюлозно-бумажных, пищевых и других производств.

Коагуляция – процесс укрупнения диспергированных частиц и объединение их в агрегаты под влиянием физических и химических процессов, самопроизвольно протекающих в растворе, или под влиянием специальных веществ – коагулянтов. В качестве коагулянтов используют соли железа, кремниевую кислоту. В некоторых случаях для коагулирования достаточно подкислить сточные воды. Например, при подкислении бытовых стоков в осадок выпадают мыла. Метод коагуляции применяется для очистки сточных вод текстильных предприятий, фабрик искусственного волокна, нефтеперерабатывающих заводов.

На втором этапе производится очистка сточных вод от растворенных в них химических соединений. На этом этапе применяются экстракция, адсорбция, ионообменные методы очистки.

Экстракция – использование растворителей для извлечения токсичных веществ из очищаемых стоков. Этот метод применяется для очистки стоков от органических соединений (масел, фенолов, органических кислот). Метод основан на избирательной растворимости органических соединений, которые не растворяются в воде, но хорошо растворяются в органических растворителях (бензол, хлороформ, спирт и т. п.). Экстракция осуществляется в колонках с насадкой, куда подаются сточные воды и экстрагент. Извлекаемые вещества растворяются в экстрагенте.

По мере пропускания через насадку экстрагент насыщается извлекаемыми примесями. Очищенные воды направляются на дальнейшую обработку.

Адсорбция – поглощение токсичных веществ твердым веществом – адсорбентом. Этот метод применяется для очистки сточных вод от органических соединений (красители, пестициды, фенолы). Сточные воды пропускают через фильтр, который заполнен адсорбентом. В качестве адсорбентов применяют вещества и материалы, которые обладают высокой поглощательной способностью, например: торф, опилки, уголь, шлаки. Сорбент может также добавляться в очищаемые стоки в измельченном виде.

Ионообмен – использование ионитов, которые участвуют в реакции с ионами очищаемых сточных вод. Ионообменная очистка применяется для извлечения из сточных вод металлов, а также соединений мышьяка, фосфора, цианидов. В качестве ионитов используются природные соединения (цеолиты, глинистые минералы, фторapatиты), а также синтетические смолы – высокомолекулярные соединения. В воде иониты набухают в 1,5–3 раза. Ионитами заполняют емкость, через которую пропускают очищаемые воды.

Очищенные стоки возвращаются в производственный процесс или сбрасываются в городскую систему водоотведения. Для каждого промышленного предприятия установлены нормативы содержания загрязняющих веществ в стоках, поэтому очистка вод является обязательным условием деятельности предприятий. За соблюдением этих нормативов осуществляется контроль как со стороны специальных служб самого предприятия, так и со стороны специально уполномоченных на то государственных органов. За несоблюдение установленных нормативов могут применяться меры юридической ответственности, вплоть до закрытия предприятия.

Бытовые стоки очищают на городских станциях очистки также в несколько этапов.

Первый этап – *очистка от механических примесей*, которая производится в отстойниках, где удерживается 20–30 % загрязнений.

Второй этап – *биологическая очистка* (очистка от органических соединений), для которой используется так называемый активный ил. В специальных бассейнах, которые продуваются воз-

духом, микроорганизмы превращают органические соединения в ил, способный осесть. Выпавший осадок собирают, высушивают и компостируют вместе с мусором или в жидком виде отправляют на поля в качестве удобрений. После двух этапов очистки в воде остается около 10 % загрязнений.

Третий этап – *химическая очистка*. Она производится с целью удаления из воды растворенных соединений фосфора, стимулирующих размножение водорослей. К воде примешивают особые химикаты, которые вызывают выпадение всех растворенных веществ, в том числе фосфатов, в осадок. В воде образуются хлопья, опускающиеся на дно и по пути захватывающие с собой всю взвесь, которая еще осталась.

Утилизация твердых отходов. Под *твердыми отходами* подразумевается бытовой и промышленный мусор.

Прежде проблема мусора решалась вывозом на городскую свалку. В настоящее время, когда объем отходов многократно возрос, такой антиэкологический подход недопустим. Свалки портят ландшафт, отравляют грунтовые воды, заражают воздух. Остро встал вопрос о переработке мусора и о вторичном его использовании, т. е. получении сырья и энергии из мусора. В природе, т. е. в естественной экосистеме, отходов не бывает благодаря механизму кругооборота.

В лесу, например, старые деревья или трава становятся пищей для микроорганизмов, живущих в почве, т. е. перегнивают, удобряют почву, на которой вырастают новые деревья и трава. По такому же пути должна идти и переработка отходов деятельности человека. В мусоре среднестатистического города содержится 30 % органических веществ, пригодных для приготовления компоста, 23,1 % – бумаги и картона, 22,7 % – стекла и 4,5 % – металлов.

Утилизация бытового мусора происходит путем компостирования и сжигания. При сжигании образуется энергия, которую можно использовать. Например, в Роттердаме (Нидерланды) мусоросжигательная установка снабжает химическую промышленность города дистиллированной водой. В Изерлоне (Германия) мусоросжигательная установка снабжает город водой и электроэнергией.

Утилизация промышленного мусора. Отходы горнодобывающей и металлургической промышленности используются в строительной промышленности в качестве пористого строитель-

ного материала.

Важнейший метод переработки твердых промышленных отходов – низкотемпературный пиролиз. *Пиролиз* – это нагревание без доступа воздуха, при этом химические соединения разрушаются, образуя смолисто-угольную массу. Выделяющиеся при этом газы и пары улавливаются и перерабатываются так же, как пары нефти на нефтеперерабатывающем заводе, и их можно использовать в качестве горючего сырья для химической промышленности.

Найдены новые возможности для использования старых шин – их пиролиз. При высокой температуре резина шин разлагается на горючий газ, металлический каркас, выделяется сажа, и все эти материалы можно использовать вторично. Вторичной переработке подвергается и смазочное масло.

5.5. Малоотходные и ресурсосберегающие производства

Малоотходное производство – это такая форма организации технологического процесса, когда отходы производства сведены к минимуму или перерабатываются во вторичные материальные ресурсы.

Идеальной формой организации производственного процесса является безотходная технология, но это понятие весьма условно, так как ни одно производство невозможно без отходов. Малоотходные и безотходные технологические процессы и системы должны функционировать таким образом, чтобы не нарушать естественного хода процессов, протекающих в природе.

Разработаны следующие рекомендации по организации малоотходных и ресурсосберегающих технологий:

- все производственные процессы должны осуществляться при минимальном числе технологических этапов, поскольку на каждом из них образуются отходы и теряется сырье;

- единичная мощность технологического оборудования должна быть оптимальной, что соответствует максимальному коэффициенту полезного действия и минимальным потерям;

- технологические процессы должны быть непрерывными, что позволяет наиболее эффективно использовать сырье и энергию;

- при разработке нового оборудования необходимо предусматривать широкое использование автоматических систем на базе компьютерной техники, обеспечивающих оптимальное ве-

дение технологических процессов с минимальным выходом вредных веществ;

– выделяющаяся в различных технологических процессах теплота должна быть полезно использована, что позволит экономить энергоресурсы и снизить тепловую нагрузку на окружающую среду.

Организация малоотходных и ресурсосберегающих технологий развивается по многим направлениям, которые имеют свои специфические особенности в каждой промышленной отрасли. Мы рассмотрим только некоторые из них: во-первых, совмещение различных видов производств, во-вторых, максимальное использование сырья.

Совмещение различных видов производств. Например, щелочь (NaOH) получают электролизом поваренной соли (NaCl), но при этом вторым (побочным) продуктом химической реакции является хлор (Cl₂). Чтобы не производить выбросы хлора в атмосферу, целесообразно его использовать в качестве сырья в другом технологическом процессе. Поэтому производство каучука часто совмещают с производством хлорорганических соединений, например хлоропренового каучука. Таким образом, создается производственная цепь по принципу пищевой (рис. 8).

Максимальное использование сырья. Проблема максимального использования сырья в разных отраслях промышленности решается по-своему. Например, горнодобывающая промышленность должна быть ориентирована на комплексное извлечение полезных ископаемых из руд. В химической промышленности выход основного продукта реакции невысок (от 5 до 50 %).

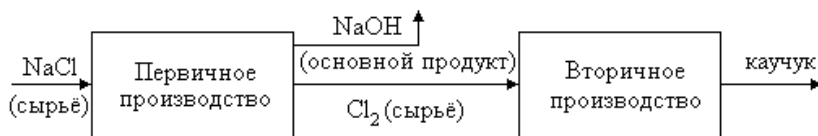


Рис. 8. Совмещенное производство щелочи и хлоропренового каучука

Чтобы в результате химического процесса можно было выделить максимальное количество основного продукта, целесообразно применять различные методы разделения смесей (*экстракция, ректификация* и т. д.). Эти методы используются для выделения максимального количества продуктов химической реакции.

Таким образом, создание малоотходных и ресурсосберегающих технологий происходит различными путями, но оно должно способствовать минимизации производственно-хозяйственной нагрузки на окружающую природную среду.

Контрольные вопросы

1. Что такое экологический кризис?
2. Какие глобальные изменения происходят в атмосфере?
3. В чем причины и каковы последствия разрушения озонового слоя?
4. В чем причины и каковы последствия парникового эффекта?
5. Перечислите глобальные континентальные проблемы.
6. Каковы основные причины уничтожения тропических лесов?
7. С чем связан дефицит воды?
8. Что является основными источниками загрязнения Мирового океана?
9. Каковы последствия увеличения численности населения?
10. Почему процесс урбанизации опасен для окружающей природной среды?
11. Назовите основные методы регулирования охраны окружающей природной среды.
12. Какие основные административные меры охраны окружающей природной среды вы знаете?
13. Перечислите основные методы очистки газообразных выбросов.
14. Каким образом при помощи строительства высоких труб достигается рассеяние выбросов в атмосфере?
15. Опишите этапы и способы очистки промышленно-бытовых сточных вод.
16. Раскройте сущность утилизации промышленного мусора.
17. Дайте определение понятию "малоотходное производство". Какова его цель?
18. Назовите основные принципы организации малоотходных производств.
19. Приведите примеры совмещения различных видов производств.

Глава VI. ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

6.1. Факторы, формирующие здоровье человека

Приступая к рассмотрению вопросов влияния загрязнений окружающей среды на здоровье населения, необходимо остановиться на понятии здоровья. Согласно определению Всемирной организации здравоохранения, *под здоровьем понимается состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезни или физических факторов, как это до сих пор было достаточно широко распространено в общественном сознании.* С философских позиций здоровье можно интерпретировать в соотношениях категорий качества и количества.

Величина утраты здоровья, выражающаяся в показателях заболеваемости и инвалидности, *отражает нарушения в структурах и функциях организма, изменение адаптивных возможностей.* Но эти данные дают весьма ограниченные возможности для прогноза на предстоящую жизнь.

В медико-биологических исследованиях для оценки здоровья используют показатели физического развития. Функции организма оценивают по *показателям физической и умственной работоспособности.*

Показатель болезненности отражает распространенность заболеваний, которая определяется отношением числа заболеваний за год, умноженного на 1000 и отнесённого к средней численности населения.

Категория «окружающая среда» включает совокупность *природных и антропогенных факторов.* Последние представляют собой факторы, порождённые человеком и его хозяйственной деятельностью и оказывающие преимущественно негативные воздействия на человека, условия его жизни и состояние здоровья. Структура окружающей среды может быть условно разделена на элементы (рис. 9):

Природные	Социальные
Механические	Труд
Физические	Быт
Химические	Социально-экономический уклад
Биологические	Информация

Рис. 9. Элементы окружающей среды

Условность такого деления объясняется тем, что природные факторы действуют на человека в определённых социальных условиях и нередко существенно изменены в результате производственной и хозяйственной деятельности человека.

Свойства факторов окружающей среды обуславливают специфику влияний на человека. Природные элементы влияют своими физическими свойствами: усиление ветрового режима, солнечной радиации; изменение ионизации воздуха; динамика осадков; частота и разнообразие стихийных явлений. Природные геохимические факторы оказывают влияние на человека аномалиями качественного и количественного соотношения микроэлементов в почве, воде, воздухе и, следовательно, в с/х продуктах. Действие природных биологических факторов проявляется в изменениях макрофауны, флоры и микроорганизмов, в появлении новых аллергенов естественно-природного происхождения.

Социальные факторы также обладают определёнными свойствами, и можно выделить следующие группы факторов, формирующих условия труда: социально-экономические (нормативно-правовые, социально-психологические, экономические), технические (средства, предметы, орудия труда, технологические процессы, организация производства), организационные и естественно-природные. Быт оказывает влияние через жилище, одежду, питание, водоснабжение, развитость инфраструктуры сферы обслуживания и т. п. Социально-экономический уклад воздействует на человека через социально-правовое положение, материальную обеспеченность, уровень культуры, образование. Информационное воздействие определяется объёмом информации, её качеством, доступностью к восприятию.

Эта структура факторов, формирующих окружающую среду, показывает, что изменения в уровнях воздействия любого из перечисленных факторов могут привести к нарушениям в состоянии здоровья.

Особенности воздействия факторов окружающей среды привели к существенным изменениям показателей здоровья населения, которые заключаются в том, что наблюдаются новые закономерности в распространённости и характере патологий человека, иначе протекают демографические процессы.

Остановимся на тех изменениях в состоянии человека, кото-

рые обусловлены загрязнением окружающей среды. При этом следует принять во внимание, что *под загрязнением понимают такое состояние, когда в объекте окружающей среды загрязнитель находится в количествах, превышающих ПДК, и может оказывать неблагоприятное влияние на здоровье и санитарно-бытовые условия проживания человека.* Согласно принятому ООН определению, *под загрязнением понимают экзогенные химические вещества, встречающиеся в ненадлежащем месте, в ненадлежащее время и в ненадлежащем количестве.*

По степени опасности для человека и окружающей среды первенство в настоящее время принадлежит следующим классам веществ: тяжёлые металлы, хлорированные углеводороды, нитраты, нитриты и нитросоединения, асбест, пестициды.

Считается, что из ядов, регулярно попадающих в организм человека, около 70 % поступают с пищей, 20 % – из воздуха и 10 % – с водой.

6.2. Нормирование качества окружающей среды

Технологические процессы производств без принятия природоохранных мероприятий оказывают отрицательное воздействие как на человека, так и на животных, микроорганизмы, растения.

Воздействия от хозяйственной деятельности человека проявляются в механических повреждениях растений, замедлении или прекращении биохимических процессов под влиянием отходящих газов, продуктов сгорания топлива, испаряющихся веществ, пыли.

Пыль в зависимости от своего происхождения оказывает различное воздействие. Так, химически инертная пыль, покрывающая растения, ухудшает тепло- и газообменные процессы, снижает процесс фотосинтеза на 8–22 %, замедляет рост растений на 15–20 %. Токсичная пыль, попадая через поры и соединяясь с водой, разрушает растения, вступая в химические реакции, накапливается растениями и через трофические цепи поражает животных и человека.

Для защиты растений от вредных влияний устанавливаются ПДК некоторых атмосферных загрязнений для растений. Нормы загрязнений устанавливаются исходя из минимальных изменений процесса фотосинтеза. За предельно допустимую разовую дозу загрязнённого воздуха принимается такая концентрация га-

за, при которой после 5-минутного действия наблюдается уменьшение процесса фотосинтеза более чем на 10 %.

Вся сфера экологического нормирования и стандартизации, особенно связанная с техногенными загрязнениями среды, так или иначе опирается на гигиенические нормы и использует установленные ПДК или предельно допустимые дозы (ПДД) вредных агентов. ПДК – это та наибольшая концентрация веществ в среде и источниках биологического потребления (воздухе, воде, почве, пище), которая при более или менее длительном действии на организм (контакте, вдыхании, приёме внутрь) не оказывает влияния на здоровье и не вызывает остаточных эффектов (не сказывается на потомстве и т. п.). Поскольку возможный эффект зависит от длительности действия, особенностей обстановки, чувствительности реципиентов и других обстоятельств, различают ПДК среднесуточные (ПДКсс), максимальные разовые (ПДКмкр), ПДК рабочих зон (ПДКрз), ПДК для растений, животных и человека. В настоящее время установлены ПДК нескольких тысяч индивидуальных веществ в разных средах и для разных реципиентов. ПДК не являются международным стандартом и могут несколько различаться в разных странах, что зависит от методов определения и спецификации.

На основании величин ПДК с помощью специальных программ вычисляются значения предельно допустимых эмиссий: предельно допустимые выбросы в атмосферу (ПДВ), предельно допустимый сброс в водоёмы (ПДС) тех или иных веществ, выделяемых конкретными источниками (предприятиями) данной территории. При этом учитываются характеристики источников и условия распространения эмиссии.

ПДВ и ПДС уже непосредственно регламентируют интенсивность и качество технологических процессов, являющихся источником загрязнения, и приобретают свойство экологических нормативов. Сверхнормативные эмиссии влекут за собой экономические и административные санкции. Часто бывает, однако, что предприятие по техническим причинам не может соблюдать предписанные ему ПДВ, санкции безрезультатны, а сокращение или остановка производства чревато социальными и экономическими последствиями. В таких случаях применяется практика временного согласования выбросов и стоков на уровне фактических эмиссий (ВСВ и ВСС), что по существу является отказом от

нормирования и приводит к ухудшению экологической обстановки. Но и соблюдаемые ПДВ и ПДС не удовлетворяют многим требованиям экологического нормирования, т. к. существуют серьёзные сомнения в пригодности ПДК в качестве основы этих нормативов. Нормативный подход не соответствует потребностям решения экологических проблем:

во-первых, далеко не для всех загрязнителей установлены ПДК;

во-вторых, нет ПДК для множества разнообразных сочетаний различных агентов;

в-третьих, возможные взаимодействия между ними, образование вторичных продуктов и совмещённые эффекты не позволяют рассчитать «комплексы» ПДВ;

в-четвёртых, ПДК одного и того же вещества для ценных растений и животных могут быть существенно меньше, чем для человека; это вынуждает делать очень ответственный выбор.

Наконец, расчёт большинства ПДВ делается на основании максимально разовых ПДК, которые могут быть на порядок выше среднесуточных. Ясно, что регламентация должна строиться на другой основе.

Отсюда вытекает необходимость перестройки отраслевой структуры и масштабного механического перевооружения энергетики и промышленности. Но не менее важна *опережающая регламентация* количественного роста производства, запрет на размещение предприятий выше определённого для данной территории уровня природоёмкости.

Экологическое нормирование не ограничивается лишь регламентацией хозяйственной деятельности. В его задачи входит создание системы экологических территорий, которые учитывают природные ресурсы, устойчивость природных комплексов, их экологическую ценность, биоразнообразие, способность быть резервами чистой природной среды. Это сближает экологическое нормирование с целями и задачами контроля экологической регламентации.

6.3. Здоровье человека и окружающая среда

В настоящее время в нашей стране и за рубежом определяющее значение для контроля и управления качеством окру-

жающей среды имеют гигиенические нормативы, преимущественно направленные на профилактику неблагоприятного воздействия химических веществ на здоровье человека.

Санитарно-гигиенические нормативы – это устанавливаемые в законодательном порядке обязательные для исполнения всеми ведомствами, органами и организациями допустимые уровни содержания химических соединений в объектах окружающей среды. Предположение о возможности установления нормативов для некоторых токсичных веществ было высказано ещё в прошлом веке на основе данных о пороговом действии промышленных ядов. В начале XX в. немецкие и американские исследователи разработали перечни пороговых концентраций для нескольких десятков наиболее распространённых промышленных химических соединений. В середине 20-х гг. в СССР впервые в мире были включены в санитарное законодательство ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны. В 30-е годы ПДК были введены в Германии и США. В последующий период в СССР были заложены основы методологии гигиенического нормирования химических соединений в воде водоёмов, атмосферном воздухе населённых мест, почве, продуктах питания. В настоящее время санитарно-гигиенические нормативы существуют во всех экономически развитых странах. Кроме того, нормативы допустимого содержания химических соединений разрабатываются рядом международных организаций: Международной организацией труда (МОТ), Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ).

В течение длительного времени санитарно-гигиенические нормативы оставались единственным критерием качества окружающей среды. В настоящее время наряду с гигиеническими ПДК разрабатываются также ПДК для водоёмов рыбохозяйственного назначения. Нормируется химический состав ирригационных вод, содержание вредных веществ, устанавливается ПДК химических соединений в сточных водах. Однако до настоящего времени гигиенические ПДК остаются пока ведущими критериями качества окружающей среды и используются для оценки опасности экологической обстановки, расчёта ПДВ и ПДС, установления связи загрязнений окружающей среды с риском разви-

тия нарушений здоровья населения. Несмотря на это, при гигиеническом нормировании химических веществ в некоторых средах (вода, почва) наряду с медико-биологическими показателями учитываются и экологические критерии. Действующие ПДК не могут гарантировать отсутствие биологических изменений (нарушения экосистем, влияния на популяцию). Однако данный факт не может свидетельствовать о малой надёжности гигиенического норматива, а лишь подчёркивает необходимость скорейшей разработки концепции экологического нормирования и включения в законодательство не только санитарно-гигиенических критериев, но и экологических стандартов.

Необходимо отметить, что традиционная методология гигиенического нормирования требует больших затрат и значительного времени (от 1 до 2–3 лет) на проведение исследований. Так, в США токсикологические исследования одного химического вещества стоят около 500–600 тыс. долларов. Вместе с тем только в США работающие подвергаются воздействию более 650 тыс. промышленных химических веществ, в то время как допустимые уровни воздействия в этой стране установлены менее, чем для 1000 соединений. Рост числа новых химических веществ требует, с одной стороны, тщательной регистрации всех существующих и внедряемых в производство соединений, а с другой – значительного ускорения исследований по обоснованию гигиенических нормативов.

Гигиенические нормативы утверждаются Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации. Они входят в состав санитарно-гигиенических норм и правил, а также в некоторые ГОСТ.

6.4. Состояние здоровья населения

Всё увеличивающийся прессинг на природную окружающую среду напрямую зависит от роста населения нашей планеты. Население мира увеличивается сегодня на *250 тыс. человек ежедневно, 1,750 млн. каждую неделю, 7,5 млн. в месяц, 90 млн. в год*. Если бы современные темпы прироста сохранились, то меньше, чем через 700 лет, на одного жителя планеты пришёлся бы 1 кв. метр площади, включая поверхность океанов и льдов Антарктиды.

По данным ООН основной прирост населения нашей планеты приходится на развивающиеся страны.

Большие цифры – миллиарды и миллионы – трудны для восприятия, поэтому одно популярное американское издание опубликовало следующие расчёты: если бы всё население Земли ссечь до размеров деревушки с населением в 100 человек, а все соотношения современного человечества остались бы прежними, то получилась бы следующая картина:

- в ней бы проживало 57 азиатов, 21 европеец, 14 представителей Северной, Центральной и Южной Америки, 8 африканцев;
- 70 из 100 были бы «цветными»;
- 50 % всех богатств оказались бы в руках 6 человек, граждан США;
- 70 человек не умели бы читать;
- 50 страдали бы от недоедания;
- 80 человек жили бы в жилищах, для проживания не приспособленных;
- только один человек имел бы университетское образование.

Низкая рождаемость в экономически развитых странах – фактор в глобальном масштабе положительный. Однако он может привести к неблагоприятным социально-политическим последствиям. Происходит «старение» населения. Рост численности пенсионеров ложится тяжким бременем на экономику. В прошлом новое поколение было по численности всегда больше предыдущего. Молодёжь заботилась о стариках, поэтому содержание пенсионеров не ложилось полностью на систему социального обеспечения.

Само по себе тысячекратное превышение нормальной численности широко распространённого крупного консумента, каким является человек, не может не сказываться на биологическом равновесии в природе. Необходимо подчеркнуть, что *основной причиной современного экологического кризиса* является именно количественная экспансия человеческого общества – непомерный уровень и быстрое нарастание совокупной антропогенной (техногенной) нагрузки на природу.

С позиций экологии человека не менее важны и качественные аспекты проблемы. Что происходит с качеством людей при столь большом их количестве и быстром росте численности?

Социальные и биологические критерии качества человека как биологического индивидуума и личности не совпадают, но и не так уж далеки друг от друга. По крайней мере, из трёх главных критериев: здоровье, одарённость и воспитанность (в широком смысле каждого из этих понятий) – два первых имеют существенную биологическую обусловленность.

Здоровье

В ходе эволюции и развития цивилизации человечество как вид избавилось от конкурентов и многих врагов, смогло значительно ослабить давление инфекций, паразитов и дефицита биоресурсов. Оно многократно расширило ёмкость своей среды. Но отключение большинства механизмов естественного отбора, успехи гигиены и медицины, спасение большинства больных и перевод острых заболеваний в хронические формы, подмена защитных сил организма лекарствами и процедурами, сохранение жизни людей сотягающей наследственностью, загрязнение окружающей среды, стрессы, курение, алкоголь, наркотики – всё это никак не способствовало сохранению здорового видового генофонда. Человечество накопило опасный генетический груз за счёт мутаций, большинство из которых не сохранились бы, если бы естественный отбор продолжал действовать так, как он действует в природных популяциях животных.

По данным медицинской генетики, *наследственная отягощённость современной популяции людей в среднем составляет более 5 %*. Установлена наследственная предрасположенность к гипертонии, диабету, ожирению, аллергическим заболеваниям, шизофрении, глаукоме, ревматизму, язве желудка, подагре, к некоторым формам рака и ко многим другим болезням. Наследственные болезни составляют только часть многочисленных недугов человека, но они становятся всё более ответственными за общую заболеваемость. Их сочетание с экологическими источниками патологии создаёт тот уровень нездоровья современного человечества, который был бы совершенно немислим в природе без многочисленных средств сохранения жизни.

Экологические аспекты патологии многообразны. Они могут быть подразделены на *аутогенные* (т. е. возникшие в результате неправильного поведения и взаимовлияния самих людей) и *природные*.

К патологиям «образа жизни» относится большое число заболеваний, прямо или опосредованно вызванных различными отклонениями и нарушениями двигательной активности, физических и психоэмоциональных нагрузок, питания, режима работы и отдыха. Сюда же относятся все болезни, вызванные вредными привычками, и значительная часть сферы профессиональных заболеваний. Только разными формами сердечно-сосудистой патологии страдает более миллиарда жителей Земли.

Загрязнение окружающей человека среды всегда было опасным источником различных заболеваний. Вовлекая в своё потребление и обиход намного больше разных веществ, материалов, предметов, чем нужно для еды, люди с давних пор окружили себя скоплениями отходов и нечистот. В этой среде, более грязной, чем у дикого животного, сформировалось и биологическое окружение человека. Кроме прирученных животных, стада которых увеличивали общее загрязнение, человека повсюду стали сопровождать сжившиеся с ним организмы: разнообразные микробы, грибки, клещи, вши, клопы, тараканы, мухи, мыши, крысы, воробьи, вороны. Паразитируя на человеке или питаясь антропогенной органикой, многие из них способствуют включению последней в биотический круговорот, но одновременно являются источниками инфекций.

Развитие гигиены и санитарии, применение сильных дезинфицирующих средств, а затем и специализированных ядов (пестицидов и биоцидов) постепенно привели к качественному изменению окружающей человека среды. Одна грязь заменилась другой, вряд ли менее опасной в эпидемиологическом отношении. Во всяком случае, превалирование биогенного загрязнения в прошлом было более естественным по природе антигенов и способствовало обогащению иммунитета человека. В противоположность этому по отношению к большому числу современных загрязнителей организм человека не располагает эффективной иммунной защитой, а механизмы детоксикации и выведения ядов часто уже не справляются с задачей самоочищения.

Природные экологические аспекты патологий человека связаны в основном с географическими факторами размещения человеческих популяций и распространения болезней. В зависимости от конкретных причин они распадаются на 3 категории:

– абиотические факторы среды (связь географического распределения обморожений, «полярной одышки», тепловых ударов, горной болезни и т. д.);

– питание (особенности химического состава почвы, видов выращиваемых культур, традиций земледелия, приготовления пищи и т. д.);

– биотические компоненты окружающей среды (вирусы, бактерии, паразиты и их переносчики).

Медицина по праву гордится победами над многими страшными инфекциями, но, строго говоря, ни одну из этих побед нельзя считать абсолютной, т. к. ни один вид патогенных организмов и переносчиков окончательно не уничтожен и вряд ли может быть уничтожен. Приходится постоянно держать наготове сотни вакцин, сывороток и т. д. Всё время регистрируются живые очаги чумы, сибирской язвы, локализуются вспышки холеры, тифа, жёлтой лихорадки, бешенства, энцефалита; продолжается широкая борьба с гриппом, малярией, вирусным гепатитом, туберкулёзом, дифтерией, сифилисом и многими другими, давно изученными и неоднократно «побеждёнными» инфекциями. Рост плотных человеческих популяций и возросшая подвижность больших контингентов людей на фоне ослабления или срывов иммунитета увеличивают эпидемиологическую напряжённость и время от времени приводят к рецидивам опасных инфекций и появлению новых инфекционных заболеваний.

Даже без обзора мировой или национальной медицинской статистики ясно, что с точки зрения эволюционной экологии человека качество людей по критериям здоровья очень низкое и продолжает снижаться. Человечество оказывается во всё большей зависимости от медицинской помощи и применения по существу противоестественных средств поддержания и продления жизни, которые не в состоянии уменьшить общую болезненность людей. Можно сказать, что мы, *homo sapiens*, больной вид и нуждаемся в тотальной диспансеризации.

Жизнеспособность и выживаемость

«Выживаемость русских достигла критической отметки» – так считают авторитетные зарубежные эксперты ЮНЕСКО и ВОЗ. Они периодически проводят исследования уровня жизни и так называемой жизнеспособности народов в зависимости от со-

циально-экономической политики правительства и экологической ситуации в той или иной стране. *Коэффициент жизнеспособности измеряется по пятибалльной шкале*, он характеризует возможность сохранения генофонда, физиологического и интеллектуального развития нации в условиях продолжения социально-экономической политики правительства, осуществляющейся на момент обследования конкретной страны. При этом учитывается и реальная экологическая обстановка, как бы «сопровождающая» такую политику.

Согласно исследованиям ЮНЕСКО и ВОЗ, в настоящее время 5 баллов не имеет ни одна страна в мире, 4 балла получили Швеция, Голландия, Бельгия, Дания, Исландия, 3 балла – США, Япония, Германия и другие индустриально развитые страны, а также новые индустриальные «драконы» (Тайвань, Южная Корея, Сингапур, Малайзия и др.). Коэффициент жизнеспособности России в 1992–1993 гг. был оценен в 1,4 балла.

Баллы от 1 до 1,4 рассматриваются экспертами, по существу, как смертельный приговор нации. Этот диапазон означает, что население обречено либо на постепенное вымирание, либо на деградацию: «воспроизведённые» поколения будут отличаться физиологической и интеллектуальной неполноценностью, существуя лишь за счёт удовлетворения естественных природных инстинктов (за последние 30 лет мышечная сила уменьшилась на 30 %). Эти поколения не смогут аналитически мыслить, т. к. у них не будет способностей к самостоятельному мышлению. Это означает также, что население страны всё более восприимчиво к инфекциям и болезням и характеризуется возрастающим уровнем нетрудоспособности. А личная и творческая индивидуальность такого населения постоянно снижается. ВОЗ и ЮНЕСКО называют этот процесс «обезличиванием и дебилизацией».

Ниже России – Республика Буркина Фасо, до 80 % населения которой являются носителями СПИДа. Эта страна, а также ЧАД, Эфиопия, Южный Судан имеют баллы 1,1–1,3. Согласно критериям и разъяснениям ЮНЕСКО–ВОЗ, балл ниже 1,4 указывает на то, что «физиологическая и интеллектуальная агония населения может продолжаться вечно.... Нация с таким коэффициентом жизнеспособности уже не имеет внутренних источников поступательного развития и иммунитета. Её удел – медленная деградация...».

Протестов российских медиков после этой публикации не последовало...

По данным начальника управления санитарного контроля Роспотребнадзора РФ, 109 млн. россиян из 148 млн. проживают в неблагоприятных экологических условиях. По его словам, 40–50 млн. человек испытывают влияние 10-кратного превышения ПДК различных вредных веществ в окружающей среде, 55–60 млн. – 5-кратное превышение ПДК.

В этих условиях учёные предсказывают гибель человечества в необозримом будущем. Это произойдёт, если мы не сумеем в ближайшее время сменить доминирующие тенденции мирового развития и наше отношение к природе.

Иными словами, наблюдается «эффект бумеранга»: человек угнетает сам себя через посредство угнетения природы. Человек сам создал опасную для себя среду.

Рассмотрим теперь понятия экологической опасности и экологической безопасности.

Под экологической опасностью подразумевают экологические воздействия, в результате которых могут произойти изменения в окружающей среде и вследствие этого изменятся условия существования человека и общества.

Под экологической безопасностью понимается состояние защищённости жизненно важных интересов личности, общества, окружающей природной среды от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду.

Обеспечение экологической безопасности – система действий по предотвращению возникновения, развития экологически опасных ситуаций и ликвидации их последствий, включая отдалённые.

Рассмотрим возможные действия человека на пути к собственной безопасности.

Угрозу экологической катастрофы можно снять лишь принимая соответствующие меры:

– *Сокращение техносферы* и по площади, и по степени вмешательства в атмосферный обмен веществ и энергии.

– *Торможение потока отрицательных воздействий экономики на экологическую среду возможно и за счёт уменьшения потока техногенного загрязнения.* Однако существуют серьёзные

технические и экономические ограничения снижения отходности производства.

– Снижение неблагоприятных влияний окружающей среды на человека возможно также за счёт *изоляции*. Человек довольно далеко зашёл в деле изоляции от окружающей среды, создав жилище, внутренний микроклимат, искусственный термический и световой режим. На это затрачиваются гораздо большие материальные ресурсы, чем на охрану окружающей среды. Но полная изоляция массы людей от неблагоприятных воздействий среды невозможна и не имеет перспективы.

– Приспособление, или *адаптация человека к неблагоприятным воздействиям среды*, имеет довольно широкий диапазон по отношению к природным факторам и условиям деятельности, но очень ограничено по отношению к тем условиям, которые не были факторами биологической эволюции человека, – к техногенным воздействиям, загрязнению среды. В последнем случае адаптация реализуется не столько на физиологическом, сколько на технологическом уровне.

– Самовлияние людей на свою численность, уменьшение её – *депопуляция*. Уменьшение народонаселения при прочих равных условиях приводит к сокращению масштабов экономики, что в свою очередь уменьшает техногенное давление на природу.

– Сокращение потребностей людей, которое ведёт к сокращению объёмов материального производства, а, следовательно, к снижению объема производства на душу населения.

Контрольные вопросы

1. Что такое здоровье?
2. Что отражает утрата здоровья?
3. Как оцениваются функции организма?
4. Что включает в себя категория «окружающая среда»?
5. На какие элементы подразделяется окружающая среда?
6. Что понимают под загрязнением среды?
7. Расшифруйте и поясните термины: ПДК, ПДД, ПДКсс, ПДКмкр, ПДКрз, ПДС, ПДВ.
8. Перечислите основные пункты несоответствия нормативного подхода к решению экологических проблем.
9. Что определяют санитарно-гигиенические нормативы?

10. Когда ПДК были включены в санитарное законодательство в СССР, Германии и США?
11. Как в настоящее время растёт население мира в день, в неделю, в месяц, в год?
12. Как низкая рождаемость в экономически развитых странах влияет на их экономику?
13. Что является основной причиной современного экологического кризиса?
14. Какой процент по данным генетики составляет наследственная отягощённость популяции людей?
15. К каким болезням установлена наследственная предрасположенность?
16. На какие аспекты подразделяются экологические патологии? В чём их суть?
17. По какой шкале измеряется коэффициент жизнеспособности? Чему он равен для Швеции, США, России?
18. Сколько миллионов россиян проживают в неблагоприятных экологических условиях?
19. Что подразумевают под экологической опасностью?
20. Что понимается под экологической безопасностью?
21. Перечислите и поясните меры снятия угрозы экологической катастрофы.

Глава VII. ЭКОБИОЗАЩИТНАЯ ТЕХНИКА

7.1. Назначение и классификация экобиозащитной техники

Экобиозащитная техника – это средства и приспособления, защищающие человека и природную среду от воздействия вредных и опасных производственных факторов (рис. 10).

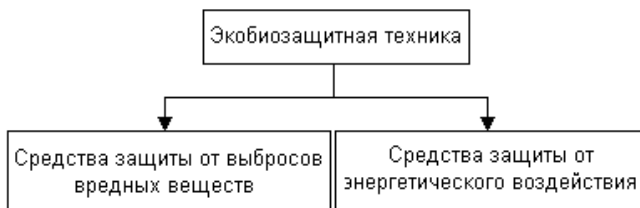


Рис. 10. Принципы использования экобиозащитной техники

К экобиозащитной технике относят средства и приспособления, защищающие человека и природную среду от воздействия вредных производственных факторов.

Наибольший защитный эффект дают средства локализации источника негативного воздействия, которые можно классифицировать следующим образом (рис. 11).

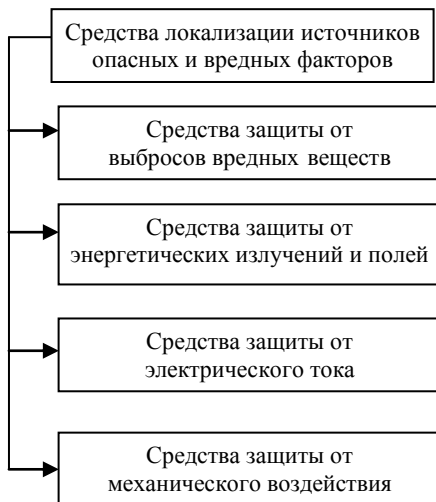


Рис. 11. Классификация средств локализации источников опасных и вредных факторов

7.2. Средства защиты от выбросов вредных веществ

Средства защиты атмосферы

Повышенное загрязнение воздуха рабочей зоны, а, следовательно, и удаляемый из помещения вентиляционный воздух может стать причиной загрязнения атмосферного воздуха промышленных площадок и населенных мест. На практике реализуются следующие варианты использования средств защиты атмосферы: локализация токсичных веществ в зоне их образования, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах и его возврат в производственное или бытовое помещение, если после аппарата воздух соответствует нормативным требованиям к приточному воздуху; локализация токсичных веществ в зоне их образования, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере (в ряде случаев перед выбросом отходящие газы разбавляют

атмосферным воздухом); очистка отработанных газов энергоустановок, например, двигателей внутреннего сгорания.

Во всех системах очистки загрязненных газов используют аппараты очистки вентиляционных и технологических выбросов. Классификация аппаратов очистки дана на рис. 12.

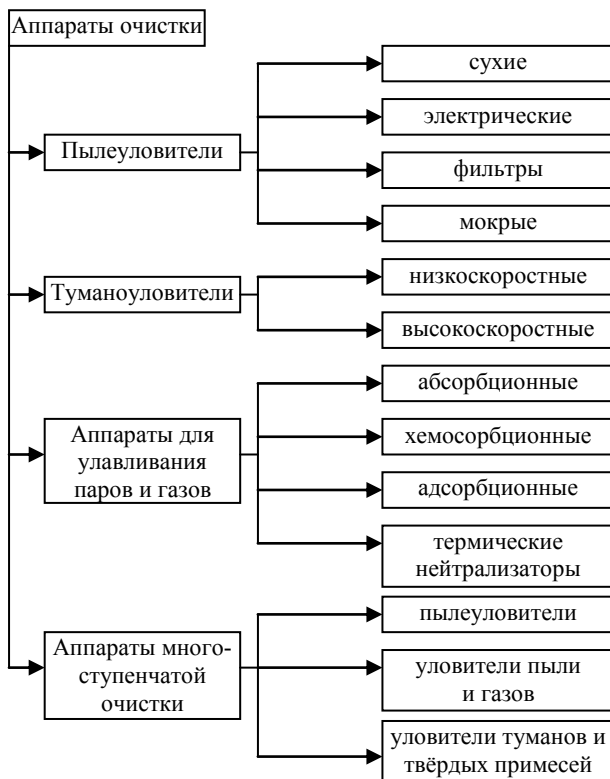


Рис. 12. Классификация аппаратов очистки вентиляционных и технологических газовых выбросов

Пылеулавливающее оборудование основано на различных принципах отделения твердых частиц от газового потока, оно весьма разнообразно по конструктивным решениям.

Для очистки воздуха от туманов, кислот, щелочей, масел и других жидкостей используют *туманоуловители* – волокнистые фильтры, принцип действия которых основан на осаждении капель на поверхности пор с последующим стеканием жидкости под действием сил тяжести.

Метод абсорбции – очистка газовых выбросов от газов и паров, основанная на поглощении последних жидкостью. Решающим условием для применения метода абсорбции является растворимость паров или газов в абсорбенте.

Метод адсорбции основан на способности некоторых тонкодисперсных твердых тел селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты газовой смеси. В качестве адсорбентов (поглотителей) применяют вещества, имеющие большую площадь поверхности на единицу массы (активированный уголь, активированный глинозем, силикагель, синтетические цеолиты). Адсорберы выполняются в виде ёмкостей, заполненных пористым адсорбентом, через который фильтруется поток очищаемого газа. Адсорберы нашли широкое применение в респираторах и противогазах.

Хемосорберы работают на принципе поглощения газов и паров жидкими или твердыми поглотителями с образованием малорастворимых или малолетучих химических соединений. Хемосорбция – один из распространенных методов очистки отходящих газов от оксидов азота.

В основе работы *термических нейтрализаторов* лежит способность горючих газов и паров, входящих в состав вентиляционных или технологических выбросов, сгорать с образованием менее токсичных веществ.

В *аппаратах многоступенчатой очистки* очищаемые газы предварительно проходят несколько автономных аппаратов очистки и один агрегат, включающий несколько ступеней очистки. Такие аппараты применяются для высокоэффективной очистки газов.

Средства защиты гидросферы

При *механической очистке* сточных вод от взвешенных веществ используют *процеживание* (в решетках и волокнуловителях), *отсеивание* (в песколовках, отстойниках и жиролоуловителях), *обработку поля действия центробежных сил* (в открытых или напорных гидроциклонах и центрифугах) и *фильтрование* (зернистыми фильтрами или фильтрами-сепараторами).

Физико-химические методы используют для очистки сточных вод от растворенных примесей, а в некоторых случаях и от взвешенных веществ. В настоящее время в связи с использованием оборотных систем водоснабжения существенно увеличива-

ется роль физико-химических методов очистки сточных вод, основными из которых являются: *флотация* (молекулярное слипание частиц масла и пузырьков тонкодиспергированного в воде воздуха), *экстракция* (перераспределение примесей сточных вод в смеси двух взаимно растворимых жидкостей – сточной воды и эстрагента), *нейтрализация* (объединение ионов водорода и гидроксильной группы в молекулу воды, в результате чего сточная вода становится нейтральной – применяется для выделения из сточных вод кислот и щелочей), *сорбция* (использование мелкодисперсных материалов: золы, торфа, опилок, шлаков), *ионообменная очистка* (обессоливание и очистка сточных вод от ионов металлов применением ионитов), *электрохимическая очистка* (использование гидролиза для очистки сточных вод гальванических процессов, содержащих цианиты цинка, меди, железа и др.).

Биологическая очистка применяется для выделения из сточных вод тонкодисперсных и растворенных органических веществ и основана на способности микроорганизмов использовать для питания содержащиеся в сточных водах органические вещества (кислоты, белки, углеводы и т. д.). Биологическую очистку осуществляют в естественных условиях (на полях орошения, полях фильтрации и биологических прудах) и искусственных сооружениях (аэротэнки и биофильтры).

Средства защиты литосферы

Для защиты почв, лесных угодий, поверхностных и грунтовых вод от твердых и жидких отходов в настоящее время широко используют сбор и складирование промышленных и бытовых отходов на свалках и полигонах. Переработку промышленных отходов производят на специальных полигонах, создаваемых в соответствии с требованиями СНиП 2.01.28-85 и предназначенных для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения токсичных отходов промышленных предприятий, НИИ и учреждений. Приему на полигоны подлежат: мышьякосодержащие неорганические твердые отходы и шламы; отходы, содержащие свинец, цинк, олово, кадмий, никель, сурьму, кобальт и их соединения; отходы гальванического производства; использованные органические растворители; органические горючие; неисправные ртутные дуговые и люминесцентные лампы; формовочная земля; песок, загрязненный нефтепродуктами; испорченные

баллоны с остатками веществ и др. Приему на полигон не подлежат: отходы, для которых разработаны эффективные методы извлечения металлов и других веществ; нефтепродукты, требующие регенерации; радиоактивные отходы.

Переработка отходов на полигонах предусматривает использование физико-химических методов, термическое обезжиривание с утилизацией теплоты, демеркуризацию ламп с утилизацией ртути и других ценных металлов, прокаливание, затаривание отходов в герметичные контейнеры и их захоронение. Полигоны должны иметь санитарно-защитные зоны.

В 70–80-е гг. получила развитие термическая переработка отходов сжиганием их в печах на мусоросжигающих заводах. Термический способ переработки отходов экологичнее складирования на свалках, полигонах, однако наличие токсичных газообразных выбросов и токсичных отходов в виде золы и шлаков не позволяет считать такой способ переработки отходов экологически чистым.

Более рациональным способом защиты литосферы от отходов производства и быта является освоение специальных технологий по сбору и переработке отходов.

Наиболее эффективным методом решения проблемы защиты литосферы от промышленных отходов является применение безотходных и малоотходных технологий и производств.

Под *безотходной технологией, безотходным производством, безотходной системой* понимают не просто технологию или производство того или иного продукта, а принцип организации функционирования производства, региональных промышленно-производственных объединений, территориально-производственных комплексов народного хозяйства в целом. При этом рационально используются все компоненты сырья и энергия в замкнутом цикле (первичные сырьевые ресурсы – производство – потребление – первичные сырьевые ресурсы), т. е. не нарушается сложившееся экологическое равновесие в биосфере.

Основой безотходных производств является комплексная переработка сырья с использованием всех его компонентов, поскольку отходы производства – это по тем или иным причинам неиспользованная или недоиспользованная часть сырья. Большое значение при этом приобретает разработка ресурсосберегающих технологий.

Малоотходная технология является промежуточной ступенью для создания безотходного производства. При малоотходном производстве вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарными нормами, но по техническим, экологическим, организационным или другим причинам часть сырья, материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

Малоотходная и безотходная технологии должны обеспечить комплексную переработку сырья с использованием всех его компонентов на базе создания новых безотходных процессов; создание и выполнение новых видов продукции с учетом требований повторного ее использования; переработку отходов производства и потребления с получением товарной продукции или любое полезное их использование без нарушения экологического равновесия; использование замкнутых систем промышленного водоснабжения.

7.3. Средства защиты от энергетического воздействия. Основные методы борьбы с шумом и вибрацией

Основными мерами по снижению уровня шума являются снижение шума в источнике образования и снижение шума на пути распространения.

Для снижения шума в источнике образования изменяют технологию производства, способы обработки и транспортировки, улучшают конструкции машин и механизмов. Ударного действия механизмы заменяются на безударные; вместо подшипников качения применяют подшипники скольжения; металлические детали заменяют пластмассовыми; тщательно уравнивают детали, уменьшают зазоры между ними. Аэродинамический шум уменьшают, применяя глушители, а также воздухопроводы с изменяющимся поперечным сечением, в которых происходит дробление потока воздуха или газа. Для борьбы с электромагнитными шумами тщательно уравнивают вращающиеся детали машин (ротор, подшипники), протирают щетки электродвигателей, применяют плотную прессовку пакетов трансформаторов.

Для снижения шума на пути распространения применяют средства звукопоглощения и звукоизоляции. Звукоизолирующие материалы обладают высокой плотностью и гладкой поверхно-

стью (кирпич, бетон, дерево, стекло и т. д.), звуковая волна от них отражается, что позволяет снизить уровень шума до 45 дБ.

Звукопоглощающие материалы – пористые, рыхлые (вата, пемза и т. д.). Звуковая волна, попадая между волокнами, многократно от них отражается и гасит свою энергию. Такими материалами облицовывают стены, потолки в помещениях, а также кухни, звукоизолирующие экраны. Их применение снижает шум на 8–12 дБ.

В помещениях большого объёма используют звукопоглотители в виде продольных и поперечных диафрагм, подвешенных к потолку. На пути распространения шума от мощного источника ставят акустические экраны, которые представляют плоские кирпичные, железные или железобетонные конструкции различной формы. Со стороны источника шума их покрывают звукопоглощающими материалами.

Кроме коллективных средств защиты, используют индивидуальные средства защиты органов слуха. К ним относятся вкладыши, наушники и шлемы. Их применение снижает шум на 40–50 дБ и позволяет избежать необратимых потерь слуха.

Для защиты окружающей среды от шума используются лесные насаждения. При этом снижается уровень звука от 40 до 5 дБ.

Для измерения уровня шума используют шумомеры (ВШВ-003, ШВК-1). Находящиеся в них конденсаторные или пьезоэлектрические микрофоны преобразуют звуковые колебания в электрические, которые затем усиливаются, проходят через корректирующие фильтры и выпрямитель и поступают на прибор.

Основные методы защиты от вибрации делятся на две большие группы:

- снижение вибрации в источнике её возникновения;
- уменьшение вибрации по пути её распространения от источника.

Для снижения вибрации в источнике возникновения изменяют технологические процессы (например, ковку и штамповку заменяют прессованием, клёпку – сваркой), к минимуму сводят зазоры и перекосы между деталями, уравнивают движущиеся детали и т. д.

Для ослабления передачи колебаний от машины к фундаменту между ними устанавливают амортизаторы в виде стальных пружин или виброгасители, выполненные из резины, пробки, вой-

лока, пропитанного парафином, и других материалов. У пружинных амортизаторов собственная частота колебаний не должна совпадать с частотой вибрации. Для ограничения распространения вибрации через почву между фундаментом и грунтом оставляют воздушный промежуток (акустический разрыв).

Применяют индивидуальные средства защиты – обувь на толстой резиновой подошве и перчатки с виброгасителями.

При работе с виброинструментом устанавливается нормируемая связь между повышением уровня вибрации выше нормируемой и временем воздействия этой вибрации на человека. Например, если вибрация превышает нормируемую на 12 дБ, то время работы в контакте с этой вибрацией составляет не более 20 минут.

Лечебно-профилактические мероприятия включают в себя обязательные предварительные и периодические медицинские обследования, а также определённые методы выявления ранней стадии виброболезни и проведение комплексного лечения.

Способы и методы защиты от ионизирующих излучений

В основу положен отечественный и зарубежный опыт обеспечения радиационной безопасности, а также рекомендации по радиационной защите МКРЗ.

Нормы основаны на следующих принципах:

- непревышение основного дозового предела;
- исключение всякого необоснованного облучения;
- снижение дозы облучения до возможно низкого уровня.

Дозовые пределы не включают:

- дозу, получаемую при медицинском обследовании и лечении;
- дозу, обусловленную естественным фоном излучения.

Предельно-допустимая доза – наибольшее значение индивидуальной эквивалентной дозы за год, которое при равномерном воздействии в течение 50 лет не вызовет в состоянии здоровья персонала категории А неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами.

Предельная доза (ПД) устанавливается меньше ПДД и для категории В она составляет 0,05 бэр/год.

Контроль за облучением категории В ведётся Минздравом РФ.

При возникновении аварийных ситуаций однократное поступление в организм радионуклидов свыше 5 пределов годового

поступления, а также однократное внешнее облучение более 5 предельно допустимых доз опасны. После такого воздействия необходимо медицинское обследование.

Для защиты населения категорий Б и В применяются следующие меры:

- создание санитарно-защитных зон и зон наблюдения;
- всемерное ограничение поступления радиоактивных отходов в воду, воздух, почву.

Санитарно-защитная зона – территория вокруг источника радиоактивных выбросов, на которой уровень облучения может превышать ПД.

Критерием для определения размеров этой зоны служат: пределы годового поступления радиоактивных веществ через органы дыхания, воду (категория Б), допустимые концентрации радиоактивных веществ в воздухе и воде. В этой зоне устанавливается режим ограничения и жёсткого контроля. Для предприятий атомной промышленности и ядерной энергетики санитарно-защитные зоны устанавливаются спецнормами и зависят от количества населения, проживающего в городе. Для города с населением 100 тыс. человек санитарно-защитная зона вокруг АЭС – 25 км, 1 млн. чел. – 40 км.

Зона наблюдения – территория, находящаяся за санитарно-защитной зоной, на которой возможно влияние радиоактивных выбросов производственных учреждений и облучение населения, проживающего на ней, может достигать установленной ПД. Она в 3–4 раза больше санитарно-защитной зоны, и на ней также проводится радиационный контроль.

Защита населения и территорий от действия источников радиоактивных выбросов осуществляется при соблюдении требований:

- сбор, удаление и обезвреживание твёрдых и жидких радиоактивных отходов;

- применение пылеочистки.

Радиоактивные отходы классифицируются:

- *По физическому состоянию*: на пылеобразные, жидкие, твёрдые.

- *По активности*: на слабо-, средне- и высокоактивные.

Запрещен сброс жидких радиоактивных веществ в колодцы, скважины, системы орошения полей, системы подводного оро-

шения, в водоёмы, где разводится рыба и водоплавающая птица.

Если на предприятии образуется более 200 л в год радиоактивных отходов с концентрацией более 10 ПДК для воды, то необходимо устройство спецканализации для дезактивации сточных вод и повторного их использования.

Твёрдые отходы с удельной активностью ниже нормируемой удаляют с мусором на свалки. Отходы с повышенной радиоактивностью, содержащие коротко живущие нуклиды с периодом полураспада менее 15 суток, выдерживают в контейнерах до снижения радиоактивности, а затем удаляют с мусором. Фильтры, обтирочный материал предварительно сжигают, а затем пепел захороняют.

Средне- и высокоактивные отходы хоронят в подземных хранилищах на глубине 300–1000 м. Но это не всегда возможно, так как отходы выделяют большое количество теплоты, что может привести к взрывам.

Пыле- и газообразные выбросы относятся к низкоактивным, поэтому для их очистки применяют пылеуловители всех типов.

При работе с источниками ионизирующего излучения используют следующие методы защиты:

- защита временем – ограничение времени пребывания людей в зоне повышенного ионизирующего излучения;
- экранирование;
- защита расстоянием (применение дистанционных и автоматических систем управления, манипуляторов);
- СИЗ – средства индивидуальной защиты;
- радиопротекторы – химические вещества, повышающие стойкость организма против облучения и ослабляющие лучевую болезнь. Цианид натрия, азиды эффективно очищают кожу от радиоактивного загрязнения. "Клешневидные" препараты препятствуют поступлению в организм плутония и других изотопов.

Экранирование – основная мера защиты, позволяющая существенно снизить дозы облучения. Размеры, толщина и материал экрана зависят от вида излучения. Защитой от альфа-частиц является слой воздуха в несколько см; от бета-частиц – слой воздуха в несколько метров или экран из тонкого алюминия; для гамма-лучей, обладающих большой проникающей способностью, в качестве экранов используют свинец, вольфрам.

Средства индивидуальной защиты зависят от вида ионизирующего излучения.

При работе с альфа-лучами надевают белые халаты, шапочки, резиновые перчатки и средства защиты органов дыхания (ватно-марлевые повязки). Работая с бета-излучением, используют комбинезоны и нательное бельё из толстого бязевого полотна, ботинки. При работе с гамма-лучами – пневмокостюмы, бахилы.

Контроль доз радиоактивного излучения

При контроле доз радиоактивного излучения используются следующие методы.

Ионизационный метод основан на способности газов под воздействием ионизирующего излучения становиться проводниками.

Сцинтилляционный метод – способность некоторых твёрдых, жидких и газообразных тел светиться под воздействием ионизирующего излучения (йодистый натрий, сернистый цинк). Световые вспышки через фотоумножители подаются на электронные пересчётные устройства. Доза излучения оценивается по интенсивности вспышек.

Фотографический метод – способность эмульсии изменять свои свойства под воздействием излучения. Фотопластинку в светозащищённой бумаге помещают в зону воздействия облучения. Затем она проявляется, и по степени её потемнения судят о дозе.

Химический метод основан на способности некоторых химических веществ изменять свой цвет под воздействием ионизирующего излучения.

Приборы дозиметрические делятся на приборы для количественной оценки дозы облучения и на индикаторные для быстрого обнаружения источника излучения.

Способы защиты от электромагнитных полей (ЭМП)

Основные меры защиты:

- защита временем;
- защита расстоянием;
- уменьшение излучения в самом источнике;
- экранирование источников излучения;
- экранирование рабочих мест;
- СИЗ.

Защита временем – ограничение времени пребывания человека в рабочей зоне. Применяется, когда нет возможности снизить интенсивность излучения до допустимых значений другими способами.

Защита расстоянием – увеличение расстояния между излучателем и персоналом. Расстояние определяется расчетом и проверяется измерением. Для *экранирования источников излучения* применяют экраны в виде замкнутых камер, шкафов, кожухов из металлических листов или сетки. Металлы отражают всю падающую на них электромагнитную энергию, а в ряде случаев это недопустимо, так как отражённые волны увеличивают интенсивность облучения людей. Поэтому для уменьшения отражения от ограждающих конструкций помещений и особенно от металлических предметов, находящихся в нём, все отражающие поверхности покрываются материалами, поглощающими электромагнитные волны.

Для *экранирования рабочих мест* в качестве экранов применяются кабины, ширмы с покрытием из поглощающих материалов. Для смотровых окон применяют стекло, покрытое полупроводниковым диоксидом олова.

Уменьшение излучения в самом источнике достигается применением специальных устройств – это эквиваленты антенн, делители мощности, поглотители мощности коаксиального и волноводного типа и др.

При настройке антенно-фидерных устройств люди, непосредственно выполняющие эту работу, на некоторое время входят в зону излучения антенн, где напряженность поля может равняться сотням и тысячам В/м². В таких случаях необходимо применять средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Для защиты глаз используются специальные очки радиационной защиты (ОРЗ-5) со стеклами, покрытыми двуокисью олова. Одежда (комбинезоны) шьется из специальной металлизированной ткани, которая изготавливается из х/б нитей, содержащих внутри тонкий изолированный провод. Таким образом, ткань подобна металлической сетке.

Источниками ЭМП промышленной частоты являются линии электропередач (ЛЭП). При малых частотах (включая 50 Гц) электрические и магнитные поля не связаны между собой, по-

этому отдельно рассматривают влияние, которое они оказывают на биологический объект.

Расчеты показали, что тело человека поглощает в 50 раз больше энергии электрического поля, чем магнитного, поэтому отрицательное действие на организм человека ЭМП в устройствах промышленной частоты обусловлено электрическим полем.

Контроль напряженности ЭМП промышленной частоты проводится не реже 1-го раза в год, а также при приемке в эксплуатацию новых и модернизации старых электроустановок.

Для населения, находящегося рядом с ЛЭП, установлены следующие нормы предельно-допустимых уровней (ПДУ) ЭМП (кВ/м):

- внутри жилых зданий – 0,5 кВ/м;
- на территории зоны жилой застройки – 1 кВ/м.

В целях защиты населения от воздействия ЭМП вдоль трассы ЛЭП устраивают санитарно-защитные зоны шириной до 55 метров. В пределах этой зоны запрещено размещение жилых и общественных зданий, площадок и остановок всех видов транспорта, складов с горючими веществами. Запрещается также проводить работы с горючим и выполнять ремонт машин и механизмов.

Рассмотренные способы защиты от воздействия вредных веществ, шума, вибрации, ионизирующего излучения и электромагнитных полей позволяют ослабить вредное воздействие на человека, исключить возможность профессиональных заболеваний, производственных травм, сохранить здоровье работающих и их будущих поколений.

Контрольные вопросы

1. Какие средства и приспособления относятся к экобиозащитной технике?
2. Что такое безотходные и малоотходные технологии? Приведите примеры.
3. Как перерабатывают отходы на полигонах?
4. Перечислите способы защиты от шума.
5. Перечислите способы защиты от вибрации.
6. Какие вы знаете способы защиты населения от ионизирующего излучения?
7. Как проводятся сбор и утилизация радиоактивных отходов?
8. Какие существуют способы защиты от электромагнитных полей?

Глава VIII. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

8.1. Основные понятия

В процессе общественного производства человек непрерывно воздействовал на природную и окружающую его среду и использовал их в своих целях. Об этом свидетельствуют многочисленные следы трудовой деятельности в природе множества поколений людей, которые жили в условиях различных общественно-экономических формаций.

Практику использования природной среды и других природных ресурсов человечество называет природопользованием.

Природопользование – общественно-производственная деятельность, направленная на удовлетворение материальных и культурных потребностей общества путем использования различных видов природных ресурсов и природных условий.

По Н. Ф. Реймерсу (1992 г.) *природопользование включает в себя:*

- охрану, возобновление и воспроизводство природных ресурсов, их извлечение и переработку;
- использование и охрану природных условий среды жизни;
- сохранение, восстановление и рациональное изменение экологического равновесия природных систем;
- регуляцию воспроизводства человека и численности людей.

Природопользование может быть:

1. *Нерациональное* – не обеспечивает сохранение природно-ресурсного потенциала, ведет к оскудению и ухудшению качества природной среды, сопровождается загрязнением и истощением природных систем, нарушением экологического равновесия и разрушением экосистем.

2. *Рациональное* – комплексное научно обоснованное использование природных богатств, при котором достигается максимально возможное сохранение природно-ресурсного потенциала при минимальном нарушении экологического равновесия.

Рассмотрим теперь понятие «ресурсы». В самом общем виде, применительно к человеку, «ресурсы – это нечто, извлекаемое из природной среды для удовлетворения своих потребностей и желаний» (Миллер, 1993 г.).

Потребности человека можно разделить на материальные и духовные. Природные ресурсы в какой-то степени удовлетворяют духовные потребности человека, например эстетические («красота природы»), рекреационные и т. п., но главное их назначение – удовлетворять материальные потребности, т. е. создание материальных благ.

Итак, *природные (естественные) ресурсы – это природные объекты и явления, которые человек использует для создания материальных благ, обеспечивающих не только поддержание существования человечества, но и постепенное повышение качества жизни.*

Природные объекты и явления – это различные тела и силы природы, используемые человеком как ресурсы. Организмы, кроме человека и в значительной степени домашних животных, черпают живые энергетические ресурсы непосредственно из окружающей природной среды, являясь частью биохимических циклов. Эти ресурсы по своему действию можно рассматривать и как экологические факторы, в том числе как лимитирующие, например большая часть пищевых ресурсов.

Человек, благодаря своим всё возрастающим материальным потребностям, не может довольствоваться дарами природы только в той мере, при которой не должен нарушать её равновесие, т. е. около 1 % от ресурсов природной экосистемы, поэтому ему приходится использовать и те природные ресурсы, которые накоплены за миллиарды и миллионы лет в недрах земли. Для создания материальных благ человеку необходимы металлы (железо, медь, алюминий и др.) и неметаллическое сырьё (глина, песок, минеральные удобрения и др.), а также лесная продукция (строительный лес, сырьё для производства целлюлозы и бумаги и т. д.) и многое другое.

Иными словами, природные ресурсы, используемые человеком, многообразны, разнообразно их назначение, происхождение, способы использования. Это требует определённой их систематизации.

8.2. Классификация природных ресурсов

В основу классификации положены три признака:

– источники происхождения;

- использование в производстве;
- степень истощаемости.

По источникам происхождения ресурсы подразделяют на биологические, минеральные и энергетические.

Биологические ресурсы – это все живые средообразующие компоненты биосферы: продуценты, консументы и редуценты с заключённым в них генетическим материалом. Они являются источниками получения людьми материальных и духовных благ. К ним относятся промысловые объекты, культурные растения, домашние животные, живописные ландшафты, микроорганизмы, т. е. растительные ресурсы, ресурсы животного мира и др. Особое значение имеют генетические ресурсы.

Минеральные ресурсы – это все пригодные для употребления вещественные составляющие литосферы, используемые в хозяйстве как минеральное сырьё или источники энергии. Минеральное сырьё может быть *природным*, если из него извлекаются металлы, и *неприродным*, если извлекаются неметаллические компоненты (фосфор и т. д.) или оно используется как строительный материал.

Если же минеральные богатства применяются как топливо (уголь, нефть, газ, горючие сланцы, торф, древесина, атомная энергия) и одновременно как источник энергии в двигателях для получения пара и электричества, то их называют *топливно-энергетическими ресурсами*.

Энергетическими ресурсами называют совокупность энергии Солнца и космоса, атомно-энергетических, топливно-энергетических, термальных и др. источников энергии.

Второй признак, по которому классифицируются ресурсы – *использование их в производстве*. Сюда относятся следующие ресурсы:

– *Земельный фонд* – все земли в пределах страны и мира, входящие по своему назначению в следующие категории: сельскохозяйственные, населённых пунктов, несельскохозяйственного назначения (промышленности, транспорта, горных выработок и т. п.). Мировой земельный фонд – 13,4 млрд. га.

– *Лесной фонд* – часть земельного фонда Земли, на которой произрастает или может произрастать лес, выделенный для ведения сельского хозяйства и организации особо охраняемых при-

родных территорий; он является частью биологических ресурсов.

– *Водные ресурсы* – количество подземных и поверхностных вод, которые могут быть использованы для различных целей в хозяйстве (особое значение имеют ресурсы пресных вод, основным источником которых являются речные воды).

– *Гидроэнергетические ресурсы* – те, которые способна дать река, приливно-отливная деятельность океана и т. п.

– *Ресурсы фауны* – количество обитателей вод, лесов, отмелей, которые может использовать человек, не нарушая экологического равновесия.

– *Полезные ископаемые* (рудные, нерудные, топливно-энергетические) – природное скопление минералов в земной коре, которое может быть использовано в хозяйстве, а скопление полезных ископаемых образует их месторождения, запасы которых должны иметь промышленное значение.

С природоохранной точки зрения важное значение имеет классификация ресурсов по третьему признаку – *по степени истощаемости*. Истощение природных ресурсов с экологических позиций – это несоответствие между безопасными нормами изъятия природного ресурса из природных систем и недр и потребностями человечества.

Исчерпаемые ресурсы в свою очередь подразделяются на невозобновляемые и возобновляемые. Исчерпаемость *невозобновляемых* ресурсов определяется их запасами в природе и интенсивностью использования в народном хозяйстве. К невозобновляемым относятся те ресурсы, которые не возрождаются или восстанавливаются в сотни раз медленнее, чем расходуются. Это каменный уголь, нефть и большинство других полезных ископаемых. Запасы таких ресурсов ограничены, охрана их сводится к бережному расходованию.

Возобновляемые природные ресурсы – это почва, пресные подземные воды, зоны активного водообмена, растительный и животный мир. Такие ресурсы по мере использования постоянно восстанавливаются, но только в том случае, если сохраняются необходимые для этого условия и скорость восстановления. Процессы восстановления ресурсов протекают с разной скоростью: у животных – в течение нескольких лет, возобновление лесов происходит через 60–80 лет, а почвы, потерявшие плодородо-

дие, восстанавливаются в течение тысячелетий. Нарушение темпов расходования и воспроизводства неизбежно ведёт к истощению ресурсов и полному их исчезновению.

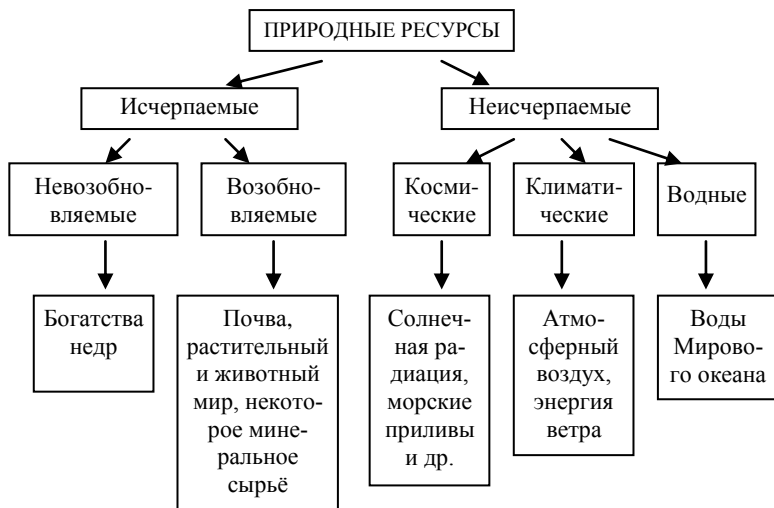


Рис. 13. Классификация природных ресурсов по степени истощаемости

Неисчерпаемые ресурсы разделяются на водные, климатические и космические. Общие запасы воды на планете остаются неизменными и неисчерпаемыми, но под влиянием деятельности людей в отдельных районах Земли они могут сильно уменьшаться и становиться непригодными. Даже воды Мирового океана в результате загрязнения нефтью и некоторыми отходами теряют свои свойства, что ухудшает условия жизни морских животных и растений. Пресные воды, необходимые для людей, стали истощаемым ресурсом, что связано с уменьшением водности рек, обмелением и осушением озёр, загрязнением сточными водами.

Климатические ресурсы – атмосферный воздух и энергия ветра – неисчерпаемы. С развитием промышленности и транспорта воздух стал сильно загрязняться вредными веществами: пылью, дымом. В городах и промышленных агломерациях загрязнение атмосферы принимает опасный для здоровья людей характер.

К космическим ресурсам относятся солнечная радиация и энергия морских приливов и отливов. В масштабах планеты эти ресурсы неисчерпаемы, но в городах и промышленных центрах солнечная радиация сильно уменьшается из-за задымлённости

воздуха, что отрицательно сказывается на здоровье людей.

Таким образом, одним из важнейших лимитирующих факторов выживания человека как биологического вида является ограниченная исчерпаемость важнейших для него природных ресурсов. Но человек ещё и социальное существо, поэтому для развития и выживания человеческого общества очень важен характер используемых ресурсов.

8.3. Принципы рационального природопользования и природоохранной деятельности

Согласно Закону РФ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7 ФЗ, *основными принципами охраны окружающей среды являются:*

- приоритет охраны жизни и здоровья человека;
- научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов;
- рациональное и неистощительное использование природных ресурсов;
- платность природопользования;
- соблюдение требований природоохранного законодательства, неотвратимость ответственности за его нарушение;
- гласность в работе экологических организаций и тесная их связь с населением и общественными объединениями в решении природоохранных задач;
- международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.

Наиболее *общие принципы рационального природопользования* предложены Реймерсом в 1994 г.:

- глобальный исходный природоресурсный потенциал в ходе исторического развития непрерывно истощается, что требует от человечества научно-технического совершенствования, направленного на более широкое и полное использование этого потенциала;
- экологичное экономично: чем экономичнее подход к природным ресурсам и среде обитания, тем меньше требуется энергетических и других затрат;
- все компоненты природной среды (воздух, воду, почву) охранять надо не по отдельности, а в целом, как единые природные экосистемы биосферы;

– темпы эксплуатации природных систем должны находиться в равенстве с интенсивностью самовосстановления этих систем; природоресурсный потенциал должен быть равен или быть больше уровня изъятия ресурсов и темпов изменения среды жизни;

– тщательная инвентаризация природных ресурсов (глобальный банк натуральных данных ныне абсолютно необходим, он должен включать в себя информацию о количестве и качестве ресурсов, динамике их изменения, реакции экосистем на антропогенные воздействия; все эти данные обобщают в виде *кадастров*).

Кадастр – систематизированный свод сведений, количественно и качественно характеризующих определённый вид природных ресурсов или явлений, в ряде случаев с их социально-экономической оценкой.

Кадастры составляют специально уполномоченные органы Госкомэкологии России для комплексного учёта природных ресурсов на территориях республик, краёв и областей, рационального их использования, для дифференциации платы за ресурсы и т. д.

Различают земельный, водный, лесной кадастр, кадастр недр, животного мира, медико-биологический, промысловый и др.

Земельный кадастр содержит данные регистрации землепользователей, учёта количества и качества земель, бантировки (качественная оценка земель).

Водный кадастр – это свод систематизированных данных о водных объектах, водных ресурсах, режиме, качестве и использовании вод, а также о водопользователях. Он включает три раздела:

- поверхностные воды;
- подземные воды;
- использование вод.

Источником сведений для составления и пополнения водного кадастра служит сеть гидрологических постов и станций. Полученные данные обрабатываются с помощью специальной автоматизированной информационной системы и *доводятся до потребителя*.

Лесной кадастр – это свод данных о лесах, степени их вовлечения в эксплуатацию, качественном составе запасов древесины, ежегодном её приросте и т. п. С помощью этого кадастра оценивают эколого-экономическое значение лесов, решают вопросы охраны лесных ресурсов. Аналогичные или близкие к не-

му функции выполняют кадастры других природных ресурсов.

В последнее время в связи с обострением экологической ситуации возникла необходимость учёта размещения отходов по составу и степени токсичности, а также регистрации загрязнителей окружающей среды. Объектом регистрации служат все опасные и потенциально опасные вещества, независимо от их происхождения, производимые как на территории России, так и ввозимые из-за рубежа.

8.4. Экономические рычаги регулирования рационального природопользования

Эффективными средствами охраны окружающей природной среды и рационального природопользования служат такие экономические рычаги, как лицензия, договор и лимиты.

Лицензия (разрешение) на комплексное природопользование – документ, удостоверяющий право его владельца на использование в фиксированный период времени природного ресурса (земель, вод, недр и др.), а также на размещение отходов, выбросов и сбросов.

В лицензию на комплексное природопользование включают:

- перечень используемых природных ресурсов, лимиты и нормативы их расхода и изъятия;
- нормативные платы на охрану и воспроизводство природных ресурсов;
- перечень, нормативы и лимиты выбросов (сбросов) загрязняющих веществ и размещения отходов;
- нормативные платы за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ и размещение отходов;
- экологические требования и ограничения, при которых допускается хозяйственная или иная деятельность.

Лицензия на комплексное природопользование выдаётся органами Госкомэкологии России сроком на 1 год, но в ряде случаев право пользования ею может быть досрочно прекращено, если возникает угроза экологической безопасности населения. Лицензия имеет существенное значение не только как средство защиты окружающей природной среды, но и как один из способов регулирования природопользования.

Принципы неистощимости природных ресурсов и охраны

природной среды могут быть соблюдены лишь при комплексном природопользовании, т. е. в тех случаях, когда использование одного ресурса не оказывает вредного воздействия на другие ресурсы. Поэтому, получив лицензию и пройдя соответствующую экспертизу на предлагаемую деятельность, природопользователь должен *заключить договор о комплексном природопользовании*.

Согласно Закону РФ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7 ФЗ, *договор о комплексном природопользовании предусматривает:*

- условия и порядок использования природных ресурсов,
- права и обязанности природопользователя,
- размеры платежей за пользование природными ресурсами,
- ответственность сторон и возмещение вреда.

Составной частью экономического механизма охраны окружающей природной среды является также лимитирование природопользования.

Лимиты на природопользование – предельные объемы природных ресурсов, выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, размещения отходов производства, которые устанавливаются для предприятий-природопользователей на определённый срок.

Так, например, устанавливают лимиты использования вод промышленного потребления, норму отвода земель для автодорог, лимиты по отлову животных, расчётную лесосеку и т. д.

За сверхнормативное потребление природных ресурсов предусматривается *дополнительная плата*. Таким образом, лимиты как система экологических ограничений экономическим путём побуждают природопользователя к бережному отношению к природной среде, сокращению отходов, уменьшению выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, переходу к малоотходным и ресурсосберегающим технологиям. Поэтому понятно, что лимиты, а также лицензии и договоры на комплексное природопользование выполняют не только экономические, но и природоохранительные функции.

Платность природных ресурсов – важнейший элемент нового механизма финансирования, ориентированного на рыночные реформы. К числу других существенных экономических стимулов следует отнести экологические фонды и экологическое страхование.

Плата за использование природных ресурсов

Закон РФ «Об охране природной среды» от 10 января 2002 г.

№ 7 предусматривает плату не только за загрязнение окружающей природной среды, но и за использование природных ресурсов. Согласно ст. 20 Закона РФ, *плата за природные ресурсы (земля, вода, лес) взимается:*

- в пределах установленных лимитов;
- за сверхлимитное и нерациональное использование;
- на их воспроизводство и охрану.

Платность природных ресурсов, несомненно, повышает материальную заинтересованность природопользователя в сохранении ресурсов и их рациональном использовании.

Плата за загрязнение окружающей природной среды

Законом РФ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7 ФЗ предусмотрена плата за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ и размещение отходов *как в пределах, так и сверх установленных лимитов*. В первом случае платежи производятся за счёт себестоимости продукции предприятия, во втором – за счёт прибыли, которая получена предприятием-загрязнителем. При этом из общей суммы 90 % платежей перечисляют во внебюджетные экологические фонды, а 10 % – в доход федерального бюджета. В этом случае платежи должны стимулировать предприятие-загрязнителя к сокращению выбросов (сбросов) загрязняющих веществ и отходов.

Именно в этом многие учёные видят главный ключ экономизации хозяйственной деятельности, пользуясь которым можно сделать охрану окружающей среды экономически выгодным делом. Но применяемые коэффициенты индексации нормативов платы за загрязнение не соответствуют реальному уровню инфляции в стране.

Экологические фонды. Для реализации различных природоохранных задач восстановления потерь в природной среде, компенсации вреда здоровью граждан, строительства очистных сооружений и т. д. создана единая система внебюджетных государственных экологических фондов. Фонды функционируют за счёт отчислений с предприятий в виде плат за выбросы загрязняющих веществ, реализации конфискованных орудий охоты и рыболовства и др. источников. Нормативы отчислений в экологические фонды закреплены в Законе РФ (1991 г.). Большая часть средств экологических фондов идёт на реализацию природоохранительных мероприятий.

Экологическое страхование. По Закону РФ (1991 г.) предприятие, а также граждане имеют право на получение *страхового возмещения* (при добровольном и обязательном страховании) в случае техногенных катастроф, аварий и стихийных бедствий. Однако предприятие может быть лишено права на страховое возмещение, если оно неоднократно предупреждалось о возможности аварии, но не приняло никаких предупредительных мер.

Контрольные вопросы

1. Что называется природопользованием?
2. Что включает в себя понятие «природопользование»?
3. Что подразумевается под природными (естественными) ресурсами?
4. На каких признаках основана классификация природных ресурсов?
5. На какие источники происхождения подразделяются природные ресурсы? Охарактеризуйте их.
6. Дайте классификацию природных ресурсов по использованию их в производстве.
7. На какие группы делятся природные ресурсы по степени истощаемости? Кратко охарактеризуйте их.
8. Перечислите и раскройте основные принципы охраны окружающей среды.
9. Назовите и охарактеризуйте общие принципы рационального природопользования по Реймерсу.
10. Что представляет собой кадастр? Перечислите виды кадастров.
11. Какие экономические рычаги охраны окружающей среды вы знаете?
12. Что включает в себя лицензия на комплексное природопользование?
13. Что предусматривает договор о комплексном природопользовании?
14. Что означают лимиты на природопользование?
15. Как взимается плата за природные ресурсы (земля, вода, лес)?
16. Каков порядок взимания платы за загрязнение окружающей природной среды?
17. Для чего и как создаются экологические фонды?
18. В каких случаях предприятие и граждане имеют право на получение страхового возмещения?

Глава IX. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА

9.1. Источники экологического права

Право – единая система общеобязательных правил (норм), которые установлены или санкционированы государством.

Соблюдение норм права обеспечивается государством в принудительном порядке.

Экологическое право – отрасль права, которая регулирует общественные отношения в сфере взаимодействия общества и природы. Экологическое право является важным инструментом, используемым государством в интересах сохранения и рационального использования окружающей природной среды. В связи с резким обострением экологических проблем на современном этапе роль экологического права и в целом административного права и в целом администрированного направления постоянно растет.

Источниками экологического права являются следующие документы:

- Конституция;
- законы и кодексы в области охраны природы;
- указы и распоряжения Президента по вопросам экологии и природопользования, правительственные природоохранные акты;
- нормативные акты министерств и ведомств;
- нормативные решения органов местного самоуправления.

9.2. Конституционные основы охраны окружающей среды

Конституционные основы охраны окружающей природной среды закреплены в Конституции РФ, принятой 12 декабря 1993 г.

Конституция провозглашает:

- право частной собственности на землю (ст. 36);
- право каждого на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о её состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением (ст. 42).

Конституцией закреплено: право каждого на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены (ст. 37), право на охрану здоровья и медицинскую помощь (ст. 41). Конституция также определяет организационные и контрольные функции высших и местных органов власти по рациональному

использованию и охране природных ресурсов, устанавливает обязанности граждан по отношению к природе, охране её богатств.

В соответствии с ч. 2 ст. 17 Конституции РФ основные экологические права относятся к категории неотчуждаемых, естественных прав человека, т. е. невозможно и недопустимо лишение человека таких прав. Они являются правами субъективными и естественными, так как природа наделяет ими человека в момент рождения.

К категории иных экологических прав человека относятся права в области природопользования и охраны окружающей среды, например:

- право граждан на охрану здоровья от неблагоприятного воздействия окружающей природной среды (ст. 11);

- право граждан России, иностранных граждан и лиц без гражданства, проживающих на территории РФ, на радиационную безопасность;

- право граждан на пребывание в лесах и др.

Эти права также подлежат государственному обеспечению и защите.

9.3. Законы и кодексы в области охраны природы

Законы и кодексы в области охраны окружающей природной среды составляют природоресурсную правовую основу. В их число входят законы о земле, недрах, охране атмосферного воздуха, охране и использовании животного мира и др.

«Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7 ФЗ. В этом главном природоохранном законе отражены следующие вопросы:

- право граждан на здоровую и благоприятную окружающую среду;

- экологический механизм охраны окружающей природной среды;

- нормирование качества окружающей природной среды;

- государственная экологическая экспертиза;

- экологические требования при выполнении производственной или иной деятельности;

- чрезвычайные экологические ситуации;

- особо охраняемые природные территории и объекты;

- экологический контроль;
- ответственность за экологические правонарушения;
- международное сотрудничество.

Действующий ныне Закон РФ «Об охране окружающей среды» формулирует экономические требования не к природным ресурсным объектам (земля, недра, вода и т. д.), а непосредственно к *предприятиям, организациям и гражданам, обязывая их принимать эффективные меры по охране природы, рациональному воспроизводству и использованию природной среды и обеспечению экологической безопасности человека.*

Земельный кодекс РФ (2001 г.) регламентирует охрану земель и защиту окружающей природной среды от возможного вредного воздействия при использовании земли. Основные правовые функции охраны земель: сохранение и повышение плодородия почв, а также сохранение фонда сельскохозяйственных земель. Экологическими нарушениями считается порча, загрязнение, засорение и истощение земель.

Водный кодекс РФ (1995 г.) регулирует правовые отношения в области использования и охраны водных объектов, определяет порядок приобретения и прекращения прав пользователя водных объектов, устанавливает ответственность за нарушение водного законодательства. Правовые нормы направлены на рациональное использование вод и охрану от загрязнения, засорения и истощения.

Правовые основы охраны *атмосферного воздуха* отражены в Законе РФ «Об охране окружающей природной среды», а также в Законе «*Об охране атмосферного воздуха*» (1999 г.).

Важнейшим общим мероприятием охраны воздушного бассейна является установление нормативов ПДК и ПДВ и платы за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ.

Закон РФ «О радиационной безопасности населения» (1995 г.) провозглашает принципы приоритета здоровья человека и окружающей природной среды при практическом использовании и эксплуатации объектов ионизирующих излучений. Правовая защита людей, вовлечённых в сферу использования ядерных и радиационных установок, радиоактивных веществ и др., гарантируется данным законом.

В случае радиационной аварии закон гарантирует возмещение ущерба здоровью и имуществу граждан, законом устанавли-

вается также компенсация за повышенный риск, связанный с проживанием вблизи ядерных и радиационных установок, в виде улучшения социально-бытовых условий населения и др.

Закон РФ «О недрах» (1992 г.) устанавливает правовые отношения при изучении, использовании и охране недр. К числу эколого-правовых нарушений, затрагивающих недра как часть природной среды, закон, в первую очередь, относит их загрязнение.

Основы лесного законодательства закреплены в Лесном кодексе РФ (2007 г.) закрепляют требования, предъявляемые к ведению лесного хозяйства. Основные правовые нормы направлены на использование леса как природного ресурса, воспроизводство лесов, охрану и защиту лесов и т. д.

Закон РФ «О животном мире» (1995 г.) содержит эколого-правовые и административные нормы с учётом новых экономических отношений. Согласно закону к эколого-правовым нарушениям отнесены: незаконный лов рыбы, уничтожение редких и исчезающих животных и др.

Закон РФ «Об отходах производства и потребления» (1998 г.) определяет правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду.

Важнейшие экологические требования были отражены также в Законе РФ *«О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1999 г.)* и основах *«Законодательства РФ об охране здоровья» (1993 г.)*.

9.4. Указы и распоряжения Президента. Нормативные акты

Указы и распоряжения Президента затрагивают широкий круг экологических вопросов. Примером может служить Указ о федеральных природных ресурсах от 16 декабря 1993 г. или Указ о концепции перехода РФ к устойчивому развитию от 1 апреля 1996 г.

Нормативные акты природоохранительных министерств и ведомств издаются по самым разнообразным вопросам рационального использования и охраны окружающей природной среды в виде постановлений, инструкций, приказов и др. Они считаются обязательными для других министерств и ведомств, физических и юридических лиц.

Нормативные решения местных административных органов (мэрий, исполкомов, сельских и поселковых органов) дополняют и конкретизируют действующие нормативно-правовые акты в области охраны окружающей природной среды.

Экологические права могут подразделяться по видам регулирующих интересов или сторон деятельности. Выделяются:

– *гражданские (личные) права*, призванные защищать человека, его здоровье и имущество от какого-нибудь незаконного вмешательства (например, вредный воздух окружающей среды);

– *политические*: возможности индивида на участие в осуществлении государственной власти, установление контроля за властью;

– *культурные*: обеспечение роста уровня экологической культуры человека;

– *социальные и экономические*: обеспечение человеку достойного жизненного уровня с учётом экологических характеристик;

– *право на труд* в экологически безопасных условиях, *право на экологическое образование* и т. д.

9.5. Органы экологического управления РФ

Ключевым органом является Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации с входящей в его состав Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор).

Министерство природных ресурсов (МПР) России координирует деятельность федеральных служб лесного хозяйства, водных ресурсов, по недропользованию и др. С 22 июля 2004 года работает Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор).

Важнейшими функциями республиканских, областных, городских и др. комитетов по охране окружающей среды являются:

– проведение государственной экологической экспертизы;

– выдача разрешения на выбросы и сбросы вредных веществ;

– выдача разрешения на захоронение токсичных отходов;

– определение нормативов, лимитов и условий природопользования;

– координация деятельности экологических служб, предприятий, учреждений, организаций независимо от форм собственности и подчинённости.

Федеральная служба России по гидрометеорологии и мони-

торингу окружающей среды (Росгидромет) осуществляет экологический контроль за состоянием окружающей природной среды, прежде всего атмосферного воздуха и поверхностных вод. С этой целью Росгидромет организует широкую сеть наблюдательных пунктов, постов, станций.

Ликвидация последствий экологических катастроф, вызванных стихийными бедствиями и производственными авариями, находится в ведении Министерства РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России).

Важные функции в составе государственных органов экологического управления выполняют также *Госатомнадзор России* (вопросы, связанные с производством и использованием атомной энергии), *Госгортехнадзор* (контроль за пользователями недр), *МВД России* (охрана атмосферного воздуха от загрязнения транспортом, санитарно-экологическая служба муниципальной милиции).

Помимо государственной службы наблюдения – экологического мониторинга, в систему экологического контроля входит государственный, производственный и общественный контроль.

Под государственным контролем понимают один из видов государственной административной деятельности, призванной обеспечить соблюдение экологического законодательства и выполнение природоохранных мероприятий. Контроль осуществляют законодательные и исполнительные органы, а также специально уполномоченные органы государства. Экологический контроль – важный элемент регулирования качества окружающей природной среды.

Объектами государственного экологического контроля являются: земля, недра, леса, животный мир, атмосферный воздух, природно-заповедный фонд, а также окружающая природная среда в целом.

Должностные лица органов государственного экологического контроля имеют широкие полномочия. В частности, согласно Закону РФ «Об охране окружающей природной среды» (ст. 70), они имеют право:

- принимать решения об ограничении, приостановлении и прекращении деятельности экологически вредных объектов;
- налагать административный штраф в установленном размере за нарушение природоохранительного законодательства;
- предъявлять иск о возмещении вреда, причиненного при-

родной среде, и направлять материалы для привлечения виновных к уголовной ответственности;

– выдавать разрешения на природопользование, устанавливать нормативы выбросов, сбросов вредных веществ, назначать государственную экологическую экспертизу.

Так например в 1993 г. в России была приостановлена работа 650 экологически вредных предприятий и 148 предприятий были закрыты. В основном это небольшие производства, находящиеся в собственности акционерных обществ, фирм, малых и смешанных предприятий. В их число входят мелкие цеха по переработке сырья, хранилища цемента, ядохимикатов, асфальтобетонные заводы, старые котельные и др.

Помимо государственного, в нашей стране еще действует *производственный и общественный контроль*. В первом случае речь идёт о своеобразном контроле предприятия за своей деятельностью в области природопользования. Во втором – о контроле выполнения требований законодательства об охране окружающей природной среды со стороны профсоюзов, общественных объединений, трудовых коллективов и отдельных граждан.

Общественный экологический контроль неразрывно связан с общественным экологическим движением. Ещё в 1988 г. в «Меморандуме в защиту природы» группой известных учёных, писателей и деятелей искусств высказывалось убеждение, что «делу спасения отечества от экологической катастрофы...может помочь великое народное движение за сохранение природы на каждой пяди нашей земли...».

Каждый гражданин нашей страны имеет право на охрану здоровья от неблагоприятного воздействия окружающей природной среды, в свою очередь, он обязан сохранять природу и окружающую среду, принимать участие в её охране. Наиболее массовыми добровольными организациями до недавнего времени были общества охраны природы, охотников и рыболовов, дружины по охране природы и т. д. В их задачу входило содействие государственным органам в проведении мероприятий по охране природы, привлечение широких масс населения для участия в природоохранных мероприятиях и т. д. Авторитет этих обществ среди населения из-за формализма в работе и низкой эффективности в последнее время заметно снизился.

В середине 80-х гг. в связи с возросшей социально-политической активностью населения во многих регионах страны начали формироваться массовые общественные экологические организации (союзы, объединения, ассоциации, фонды и т. д.). Среди них: социально-экологический союз, ассоциация «Экология и мир», Центр экологической политики России, Экологический фонд, Общественный комитет спасения Волги, Фонд защиты Байкала и др. В 1997 г. около 40 общественных организаций учредили Российский экологический конгресс, главная цель которого – направить усилия на решение актуальных экологических проблем.

Ещё ранее в Западной Европе (ФРГ, Дании и др.) возникло движение зеленых. Оно выступает за сохранение среды жизни, чистоту атмосферы, вод, против ядерной угрозы и т. д. К целям и задачам движения зелёных наиболее близки Российское экологическое движение и Экологический фонд России.

Призыв к спасению отечества от экологической катастрофы особенно актуален в наше время. По свидетельству прессы, начальный период перехода к рынку приводит в ряде случаев к непредсказуемым формам эксплуатации природных ресурсов в условиях отсутствия удовлетворительного экологического законодательства. Необходима, в частности, организация независимой экологической экспертизы совместных и зарубежных проектов и контроля над тем, чтобы их экологические стандарты соответствовали принятым в странах экспортеров технологий.

Высоко оценивая общественные экологические движения в защиту природы в нашей стране, нельзя не отметить и некоторых преувеличений со стороны зелёных, посягательства в отдельных случаях на сами системы жизнеобеспечения населения. Оптимальный вариант выхода из сложившейся ситуации заключается в соблюдении принципа экологической безопасности населения с подключением беспристрастной научной экспертизы, если потребуется также и международной.

9.6. Ответственность за экологические правонарушения

Юридическая ответственность за экологические правонарушения является одной из форм государственного принужде-

ния; её задача – обеспечить реализацию экологических интересов в принудительном порядке. Но наиболее успешно эта задача решается в тех субъектах РФ, которые имеют в своем составе межрайонные природоохранные прокуратуры. Наличие специализированного прокурорского надзора в сфере экологии позволяет выявлять во много раз больше экологических правонарушений, чем в районах, где таких прокуратур нет. Экологические правонарушения различны по своему составу, но всегда складываются в сфере природы: будь то загрязнение природной среды, незаконная порубка леса или нарушение законодательства о континентальном шельфе. Наибольшее число экологических правонарушений связано с охраной и использованием животного мира и с охраной атмосферного воздуха.

Общий критерий всех экологических правонарушений – причинение вреда окружающей природной среде. В тех случаях, когда вред наносят не природной среде, а среде обитания человека, например, сверх нормативов загрязняют воздух в производственных помещениях, говорят о санитарных правонарушениях.

Экологические правонарушения, не относящиеся к категории общественно опасных, именуют экологическими проступками. Если же они представляют общественную опасность, посягают на экологическую безопасность общества, причиняют ощутимый вред окружающей природной среде и здоровью человека, их относят к категории *экологических преступлений*.

Согласно Закону РФ «Об охране окружающей природной среды», различают следующие виды ответственности за экологические правонарушения: дисциплинарную, административную, уголовную, материальную.

Дисциплинарные наказания (предупреждение, выговор, понижение в должности и в окладе, увольнение с работы) налагаются на должностных лиц, рабочих и служащих, руководителей предприятия, организации, учреждения за невыполнение своих производственных обязанностей, связанных с правовой охраной окружающей природной среды.

При этом следует учитывать два важных момента:

1. Дисциплинарная ответственность не может наступить лишь за нарушение экологических правил, исполнение которых входило в круг должностных обязанностей нарушителя. Так, например, нельзя

привлекать к ответственности водителя за выпуск в эксплуатацию автомобиля, у которого содержание загрязняющих веществ превышает установленные нормы, поскольку исполнительный контроль за этот выпуск не входит в число водительских обязанностей.

2. Недопустимо наказывать в дисциплинарном порядке лиц, которые нарушают экологические правила в рабочее время.

К *административной ответственности* могут быть привлечены организации, предприятия, должностные лица, отдельные граждане. Административная ответственность устанавливается за противоправное действие или бездействие, нарушающие законодательство об охране окружающей природной среды. К их числу относится порча, повреждение, уничтожение природных объектов, несоблюдение экологических требований при захоронении вредных веществ и т. д.

Наиболее распространенная мера административного взыскания – денежный штраф. Кроме того, применяются предупреждение, общественное порицание, изъятие орудия и средств совершения правонарушения, конфискация незаконно добытой продукции и т. д.

Мера административной ответственности определяется специально уполномоченными на то органами Госкомэкологии России, Роскомзема и др.

По Закону РФ (1991г.) подвергаются штрафу, налагаемому в административном порядке:

- граждане – от однократного до десятикратного размера МРОТ;
- должностные лица – от 3-кратного до 20-кратного МРОТ (ст. 84).

За экологические правонарушения, которые отличаются наивысшей степенью общественной опасности и тяжелыми последствиями, предусмотрена уголовная ответственность (лишение свободы, конфискация имущества, крупный денежный штраф и т. п.). Применение мер этого вида ответственности за экологические преступления определяется Уголовным кодексом. Единственным основанием для назначения уголовного наказания является приговор суда.

К тяжелым экологическим преступлениям относятся, например, умышленное уничтожение или повреждение лесных массивов путём поджога. Менее тяжкими преступлениями счи-

таются загрязнение водоёмов и атмосферного воздуха, незаконная порубка леса, незаконная охрана и некоторые другие.

Все предприятия и граждане, причинившие вред окружающей природной среде, здоровью и имуществу других граждан и народному хозяйству, обязаны возместить его в полном объёме. Должностные лица, по вине которых предприятие понесло расходы по возмещению вреда, несут материальную ответственность.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятиям «право», «экологическое право».
2. Какие документы являются источниками экологического права?
3. Перечислите права по охране окружающей среды, определённые Конституцией РФ.
4. Какой закон РФ возглавляет систему экологического законодательства?
5. Перечислите основные вопросы, отражённые в Законе РФ от 19 декабря 1991 г. «Об охране окружающей природной среды».
6. Перечислите кодексы, регламентирующие охрану земель, водных объектов, атмосферного воздуха.
7. Какими законами определяется использование и эксплуатация объектов ионизирующих излучений, охрана недр, ведение лесного хозяйства, незаконный лов рыбы, обращение с отходами производства?
8. На какие виды подразделяются экологические права?
9. Что является центральным органом федеральной исполнительной власти в области охраны окружающей среды?
10. Какие основные функции республиканских, областных и городских комитетов по охране окружающей среды вы знаете?
11. В ведении какого ведомства находится ликвидация экологических катастроф и производственных аварий?
12. Какие функции выполняет Госатомнадзор России?
13. Перечислите права лиц органов государственного экологического контроля.
14. Назовите и кратко охарактеризуйте виды ответственности за экологические правонарушения.
15. В каких случаях может наступить дисциплинарная ответственность?
16. Какие суммы штрафов налагаются на граждан и должностных лиц?

Глава X. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ

10.1. Основные принципы международного сотрудничества в области охраны окружающей среды

Международное сотрудничество – все направления и формы межгосударственных и межучрежденческих контактов – в области охраны окружающей природной среды с 70-х гг. развивалось весьма активно. Оно стало более интенсивным как по линии прямого политического сотрудничества государств, так и по линии экономического, культурного и научно-технического сотрудничества в рамках правительственных и неправительственных организаций на всех уровнях. Отношение государств, организаций, политических деятелей, ученых, представителей всех профессий и слоев населения к охране окружающей среды стало более квалифицированным, научно обоснованным, сбалансированным. Это проявилось в том, что в многочисленных международно-правовых актах, принятых за последние десятилетия, в решениях и резолюциях международных организаций, конференций, совещаний, в планах, проектах и программах совместной деятельности, а также в конкретной практической природоохранительной работе регулярно уделяется должное внимание как защите отдельных природных объектов и экологических систем, так и разработке и осуществлению мер всесторонней охраны природной среды в целом.

Необходимость международного сотрудничества в области охраны окружающей среды (ООС) диктуется все большей и большей экологической зависимостью всех стран друг от друга. Разрушение озонового слоя земли, загрязнение атмосферного воздуха, Мирового океана, пагубное влияние ядерных взрывов распространяются не только на те государства, где допускаются экологически опасные действия, но и на всё мировое сообщество. Поэтому в настоящее время государства под эгидой ООН или на двухсторонней основе организуют взаимодействие с целью охраны среды обитания человека, растительного и животного мира. В основу такого взаимодействия положен ряд общепризнанных мировым сообществом принципов человеческой дея-

тельности в области использования природной среды. Они содержатся отчасти в межгосударственных договорах и актах, в нормативных документах международных организаций и суммированы в решениях наиболее значимых международных конференций, полностью или частично посвященных охране окружающей среды и регулированию сотрудничества государств и народов в этой области. Впервые принципы международного экологического сотрудничества были обобщены и объединены в декларации Стокгольмской конференции ООН по проблемам окружающей человека среды 1972 г., но наиболее полно они были изложены в декларации по окружающей среде и развитию, принятой Конференцией ООН, состоявшейся в июне 1992 г. в г. Рио-де-Жанейро (Бразилия). **В настоящее время международно-правовой механизм ООС зиждется на следующих принципах:**

1. *Принцип защиты ОС на благо нынешних и будущих поколений, суть которого сводится к обязанности государств сотрудничать на благо настоящего и будущего поколений, принимать все необходимые действия по сохранению и поддержанию качества ОС, включая устранение отрицательных для нее последствий, а также по рационально и научно обоснованному управлению природными ресурсами.* Принцип защиты экологических систем Мирового океана обязывает государства предпринимать все действия по предотвращению, сокращению и сохранению под контролем загрязнения морской среды из всех возможных источников; не переносить прямо или косвенно ущерб или опасность загрязнения из одного района в другой и не превращать один вид загрязнения в другой; гарантировать, чтобы деятельность государств и лиц, находящихся под их юрисдикцией или контролем, не наносила ущерба другим государствам и их морской среде путем загрязнения, а также, чтобы загрязнение, являющееся результатом инцидентов или деятельности под юрисдикцией или контролем государств, не распространялось за пределы районов, где эти государства осуществляют свои суверенные права; принцип запрета военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду в концентрированном виде выражает обязанность государств принимать все необходимые меры по эффективному запрещению такого использования средств воздействия на при-

родную среду, которые имеют широкие, долгосрочные или серьезные последствия в качестве способов разрушения, причинения ущерба или причинения вреда любому государству.

2. *Принцип недопустимости трансграничного ущерба запрещает такие действия государств в пределах своей юрисдикции или контроля, которые наносили бы ущерб иностранным системам окружающей среды и районам общего пользования, и подразумевает ответственность государств за нанесение экологического ущерба системам ОС других государств и районов общего пользования.* Принцип недопустимости радиоактивного заражения окружающей среды охватывает как военную, так и мирную область использования атомной энергии. Формирование и утверждение этого принципа идет как договорным, так и обычным путем, с соблюдением государствами существующей международной практики.

3. *Принцип экологически обоснованного, рационального использования природных ресурсов связан с тем, что исчерпание таких невозобновляемых природных ресурсов, как нефть, газ, уголь, в современных условиях неразработанности проектов альтернативных источников энергии может привести к краху техногенной цивилизации; истощение же запасов воздуха и питьевой воды поставит под вопрос само существование человечества.* Но, несмотря на очевидную важность этого принципа, его реализация затруднена, прежде всего, чрезмерно общим определением его содержания. Суть реализации принципа состоит в поддержании природных ресурсов на оптимально допустимом уровне, а также в научно обоснованном управлении живыми ресурсами.

4. *Принцип обеспечения экологической безопасности отражает прежде всего глобальный и чрезвычайно острый характер международных проблем в области защиты окружающей среды.* Элементами этого принципа можно считать обязанность государств осуществлять военно-политическую и экономическую деятельность таким образом, чтобы обеспечивать сохранение и поддержание адекватного состояния окружающей среды. Принцип контроля за соблюдением международных договоров по ООС предусматривает создание, кроме национальной, также и системы международного контроля и мониторинга качества окружающей среды, которые должны осуществляться

на глобальном, региональном и национальном уровнях на основе международно признанных критериев и параметров. Принцип международно-правовой ответственности государств за ущерб ОС предполагает ответственность за существенный ущерб экологическим системам за пределами национальной юрисдикции или контроля. Пока этот принцип окончательно не сложился, но его признание постепенно расширяется.

10.2. Международные организации в области охраны окружающей среды

Возрастающий интерес международного сообщества к проблемам ОС после Второй мировой войны нашел свое выражение не только в усилении прямого международного сотрудничества, проведении большого числа политических, социально-экономических и научно-технических форумов, посвященных отдельным аспектам взаимодействия общества и природы, но и в росте числа, повышении активности и расширении компетенции международных организаций. Такие организации позволяют объединить природоохранительную деятельность всех заинтересованных государств независимо от их политических позиций, определенным образом вычлняя и подчеркивая экологические проблемы из всей совокупности политических, экономических и других международных проблем. *По признаку пространственной сферы полномочий или субъектно-территориальному признаку различаются организации глобальные и региональные (субрегиональные).* Важную роль в области ООС играют и активно занимаются организацией исследований окружающей среды и ее ресурсов специализированные учреждения ООН. ЮНЕСКО (Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры), образованная в 1945 г., уже в первые годы своей деятельности поддержала научные инициативы и общественные природоохранительные движения. Наиболее известным природоохранительным направлением в деятельности ЮНЕСКО является научная программа «Человек и биосфера». Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) (англ. FAO, Food and Agricultural Organization), образованная в октябре 1945 г., является специализированным учреждением ООН и занимается вопросами продовольственных ресур-

сов и развития сельского хозяйства в целях улучшения условий жизни народов мира. В соответствии со своей компетенцией она обращает внимание на охрану и рациональное использование земель, водных ресурсов, лесов и иной растительности, животного мира суши, биологических ресурсов океанов и морей. ФАО участвует в осуществлении более 100 природоохранных программ на глобальном, региональном и национальном уровнях. Забота о здоровье людей – главная цель ВОЗ, что всегда связано с ООС. ВОЗ осуществляет сбор и распространение экологической информации, связанной с охраной здоровья людей, участвует в исследовательской работе, оказывает техническую помощь, осуществляет международный контроль за загрязнением ОС. Всемирная метеорологическая организация (ВМО) была учреждена в 1951 г. как специализированное учреждение ООН. Природоохранные функции ВМО связаны прежде всего с глобальным мониторингом ОС. Она проводит мероприятия по оценке загрязнения атмосферы различными веществами и из разных источников, трансграничного переноса загрязняющих веществ, их глобального распространения в низких слоях атмосферы, а также по изучению воздействия на озоновый слой земли. По договору с ООН осуществляет свою деятельность Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), учрежденное в 1957 г. В соответствии с мандатом МАГАТЭ ведет широкие исследования по использованию атомной энергии, разрабатывает меры по технике безопасности при использовании ядерного топлива и в связи с этим вплотную занимается защитой ОС от опасности радиоактивного заражения. Проблемы ОС, обострившиеся в современном мире, не могли остаться незамеченными межправительственными организациями регионального характера. Эти организации, включившиеся в международное природоохранительное сотрудничество, внесли определенный вклад в разработку мер сохранения благоприятных природных условий и обеспечения рационального использования природных ресурсов, включая меры правового характера. В числе таких организаций могут быть названы, в частности: Европейский союз, Совет Европы, Организация экономического сотрудничества и развития, Азиатско-Африканский юридический консультативный комитет. Совет Европы осуществляет: обеспечение охраны

и бережного отношения к окружающей среде в Европе; сохранение и улучшение среды обитания, деятельности человека; планирование развития территорий; создание сети охраняемых заповедников. Европейская конференция министров, отвечающая за региональное планирование (СЕМАТ), созывается регулярно начиная с 1970 г., по мере возникновения проблем. В работе конференции участвуют представители всех государств – членов Совета Европы. Европейская хартия регионального планирования выдвинула глобальную и долгосрочную концепцию регионального планирования с целью улучшения условий повседневной жизни, гармоничного социально-экономического развития регионов, повышения ответственности в вопросах управления природными ресурсами, ООС и рационального использования земли. Для сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений (регулирование промышленной деятельности, торговли животными и т. д.) была принята Конвенция по сохранению живой природы и окружающей среды в Европе (Бернская конвенция). С мая 1987 г. действует Соглашение о предупреждении, защите и организации помощи при крупных стихийных бедствиях и технологических катастрофах. Создана сеть из 12 европейских специализированных центров для слежения за извержениями вулканов, землетрясениями и т. д. Азербайджан, Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Молдова, Россия, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан подписали в феврале 1992 г. Межправительственное соглашение о взаимодействии в области экологии и охраны окружающей природной среды. Государства Содружества Независимых Государств (СНГ) согласились создать Международный экологический совет и при нем Межгосударственный экологический фонд для выполнения согласованных межгосударственных экологических программ, в первую очередь для ликвидации последствий экологических катастроф.

Следует отметить, что в настоящее время в мире насчитывается более 500 неправительственных международных организаций, включивших в свою деятельность природоохранительные мероприятия. Главная роль в этой сфере принадлежит некоторым специализированным и зарекомендовавшим себя высокой активностью организациям, таким как Международный союз ох-

раны природы и природных ресурсов (МСОП) и Всемирный фонд охраны дикой живой природы (WWF). МСОП создан по решению учредительной ассамблеи, состоявшейся в сентябре 1948 г. в Фонтблэ (Франция). МСОП содействует сотрудничеству между правительствами, национальными и международными организациями, а также между отдельными лицами, занимающимися вопросами охраны природы и сохранения природных ресурсов, путем проведения соответствующих национальных и международных мероприятий. По состоянию на конец XX в. членами союза состояли 54 государства и больше 300 организаций из более чем 100 стран мира. Работа МСОП способствует реализации Вашингтонской конвенции о международной торговле дикими видами фауны и флоры. Так, в 1961 г. был создан Всемирный фонд охраны дикой природы, деятельность которого заключается в основном в оказании финансовой поддержки природоохранительным мероприятиям. Программа работы этой организации в конце XX в. охватывала более 160 проектов охраны природы в 70 странах. Международная юридическая организация (МЮО), созданная в 1968 г., в последние годы уделяет много внимания праву ОС, участвует в подготовке международно-правовых актов природоохранительного характера. В марте 1973 г. в Вашингтоне была принята Конвенция по международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС), поправки к приложениям которой были приняты на 11-й конференции сторон СИТЕС (Найроби, 10–20 апреля 2001 г.), вступили в силу с 19 июля 2000 г. (по приложениям 1 и 2) и 13 сентября 2000 г. государства, подписавшие данную Конвенцию, признают, что дикая фауна и флора в их многочисленных, прекрасных и различных формах, являются незаменимой частью природных систем земли, которые должны охраняться для настоящих и будущих поколений; сознают увеличивающуюся ценность дикой фауны и флоры для всех народов Земли со всех точек зрения – эстетики, науки, культуры, отдыха и экономики; признают, что именно народы и государства должны наилучшим образом охранять собственную дикую флору и фауну, а также признают важность международного сотрудничества, необходимого для защиты некоторых видов дикой фауны и флоры от чрезмерной эксплуатации их в международной торгов-

ле, убеждены в необходимости объединения усилий и принятия надлежащих мер в этих целях. Для реализации этих целей разработаны Приложения, содержащие списки видов дикой фауны и флоры, находящихся под угрозой исчезновения. Так, в Приложение I включены все виды, находящиеся под угрозой вымирания и торговля которыми оказывает или может оказать влияние на их существование. Торговля образцами этих видов должна находиться под особо строгим контролем с тем, чтобы не подвергать опасности их выживание, и может быть разрешена только в исключительных обстоятельствах. В Приложение II включены: (а) все виды, которые хотя в данное время не находятся обязательно под непосредственной угрозой вымирания, но могут стать таковыми, если торговля образцами таких видов не будет строго регулирована в целях предотвращения их использования, несовместимого с их выживанием; и (б) другие виды, которые должны быть предметом контроля с тем, чтобы торговля образцами тех видов, которые указаны в п. (а), могла бы контролироваться. В Приложение III включены все виды, которые по определению любого государства должны подвергнуться регулированию в пределах ее собственной юрисдикции в целях предотвращения или ограничения эксплуатации и которые нуждаются в сотрудничестве других сторон в регулировании торговли. При этом торговля образцами видов, содержащихся во всех Приложениях, может осуществляться только в соответствии с положениями данной Конвенции. Всякая торговля образцами таких видов должна осуществляться под неукоснительным наблюдением научных компетентных и административных органов государств-участников Конвенции и каждого в отдельности. Внутри России постоянно делаются какие-то усилия по регулированию ООС и интегрированию усилий России в международное сообщество. Так, Постановление Правительства РФ от 25 октября 2001 г. № 745 утвердило федеральную целевую программу «Создание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости (2002–2007 гг.)», в рамках которой большое место уделяется международному сотрудничеству. В соответствии с Программой в 2002–2007 гг. оно будет продолжено и направлено на совершенствование нормативно-методической и системно-технической

базы ведения государственного земельного кадастра как единой системы государственного учета объектов недвижимости. Программой планируется продолжение сотрудничества с Европейским союзом, используя возможности привлечения технической помощи. Получат дальнейшее развитие двусторонние контакты по направлениям программных мероприятий с агентствами по международному развитию Германии, Швеции, Нидерландов с целью изучения и адаптации к российским условиям передового опыта и ноу-хау стран с развитой рыночной экономикой. Будут продолжены работы по инвестиционным проектам, финансируемым за счет средств займа Международного банка реконструкции и развития российско-германского проекта «ГЕРМЕС», финансируемого в рамках кредитной линии немецкого страхового общества «ГЕРМЕС». Дальнейшее развитие получают работы со Швейцарской Конфедерацией. Консолидированные в рамках Программы средства указанных займов, финансовая помощь в виде грантов, техническая помощь будут направлены на приобретение новейшей компьютерной и измерительной техники, приборов, программного обеспечения, а также на обучение и переподготовку кадров. Для реализации Программы Министерству экономического развития и торговли, Министерству финансов и Министерству промышленности, науки и технологий РФ поручено при формировании инвестиционной программы и проектов федерального бюджета на 2002 г. и последующие годы предусматривать выделение Федеральной службой земельного кадастра и Министерством имущественных отношений России средств на реализацию данной Программы, исходя из возможностей федерального бюджета. Контроль за ходом и реализацией Программы возложен на государственного заказчика – координатора Программы – Федеральную службу земельного кадастра РФ.

Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (Стокгольм, 22 мая 2001 г.) посвящена охране здоровья человека и ОС от стойких органических загрязнителей и зиждется на принятых ранее принципах декларации по ОС в Рио-де-Жанейро. Конвенция признала, что стойкие органические загрязнители обладают токсичными свойствами, устойчивы к разложению, характеризуются биоаккумуляцией и являются объектом трансграничного переноса по воздуху, воде и мигрирующи-

ми видами, а также осаждаются на большом расстоянии от источника их выброса, накапливаясь в экосистемах суши и водных экосистемах, и несут в себе опасность международного масштаба.

В соответствии с Конвенцией каждая сторона разрабатывает меры по сокращению или устранению выбросов в результате преднамеренного производства и использования; меры по сокращению или ликвидации выбросов в результате непреднамеренного производства; меры по сокращению или ликвидации выбросов, связанных с запасами и отходами. Каждая сторона разрабатывает и стремится осуществлять план выполнения своих обязательств, предусмотренных данной Конвенцией; каждая сторона облегчает или осуществляет обмен информацией; стороны в рамках своих возможностей поощряют и осуществляют как на национальном, так и международном уровнях научные исследования, разработки, мониторинг и сотрудничество в области стойких органических загрязнителей, их альтернатив и потенциальных стойких органических загрязнителей по таким, например, вопросам, как источники и выбросы в ОС; присутствие, уровни присутствия в организмах людей и в ОС; способ переноса в ОС; воздействие на здоровье человека и ОС; социально-экономические и культурные последствия и др. Страны-участники Конвенции признали необходимость оказания своевременной и соответствующей технической помощи в ответ на просьбы развивающихся стран и стран с переходной экономикой, являющихся сторонами Конвенции. Возникающие в рамках Конвенции споры разрешает арбитраж или Международный суд.

10.3. Международно-правовая охрана атмосферы земли, околоземного и космического пространства

Центральное место в системе норм по охране атмосферы Земли занимают *Конвенция о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду 1977 г.*, *Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния 1979 г.*, *Рамочная конвенция ООН об изменении климата 1992 г.* Участники Конвенции о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду 1977 г. обязались не прибегать к военному или иному враждебному использова-

нию средств воздействия на природную среду (преднамеренному управлению природными процессами: циклонами, антициклонами, фронтами облаков и т. д.), которые имеют широкие, долгосрочные или серьезные последствия, в качестве способов нанесения ущерба или причинения ущерба другому государству. В соответствии с Конвенцией о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния 1979 г. государства пришли к соглашению о необходимых мерах по сокращению и предотвращению загрязнения воздуха, прежде всего в отношении средств борьбы с выбросами загрязнений воздуха (главным образом, серы и ее соединений). Предусматриваются, в частности, обмен информацией по указанным вопросам, периодические консультации, осуществление совместных программ по регулированию качества воздуха и подготовке соответствующих специалистов. На основе Конвенции в структуре Европейской экономической комиссии ООН создан специальный орган, обеспечивающий координацию национальных мер по выполнению конвенционных положений. Целью принятия Рамочной конвенции ООН об изменении климата 1992 г. является стабилизация концентрации парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему. Участники Конвенции будут принимать предупредительные меры в области прогнозирования, предотвращения или сведения к минимуму причин изменения климата и смягчения его отрицательных последствий. Второй составляющей системы международной защиты природы является охрана озонового слоя. Венская конвенция об охране озонового слоя 1985 г. и Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, 1987 г. дают перечень озоноразрушающих веществ, определяют меры по запрету ввоза и вывоза озоноразрушающих веществ и содержащей их продукции в договаривающиеся государства без соответствующего разрешения (лицензии). Государства информируют учрежденный в соответствии с Конвенцией и протоколом орган (Секретариат) о производстве, потреблении и использовании озоноразрушающих веществ. Участниками Конвенции разрабатываются национальные системы сбора, хранения, регенерации и утилизации озоноразрушающих веществ.

Третьим объектом защиты является космическое простран-

ство. Договор по космосу 1967 г., Соглашение о Луне 1979 г. обязывают государства при изучении и использовании космического пространства и небесных тел избегать их загрязнения, принимать меры для предотвращения нарушения сформировавшегося на них равновесия. Небесные тела и их природные ресурсы объявлены общим наследием человечества.

10.4. Международно-правовая охрана Мирового океана

Нормы по охране морской среды содержатся как в общих конвенциях по морскому праву (Женевской конвенции 1958 г., Конвенции ООН по морскому праву 1982 г.), так и специальных соглашениях (Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов 1972 г., Конвенция о рыболовстве в северо-западной части Атлантического океана 1977 г., Конвенция о рыболовстве и охране живых ресурсов открытого моря 1982 г. и др.). В Женевских конвенциях и Конвенции ООН по морскому праву 1982 г. определяется режим морских пространств, даются общие положения по предотвращению их загрязнения и обеспечению рационального использования. Специальные соглашения регламентируют вопросы охраны отдельных компонентов морской среды, защиты моря от конкретных загрязнителей и т. д. Международная конвенция по предотвращению загрязнения моря нефтью 1954 г. предусматривает меры для оборудования портов устройствами для принятия с судов нефтесодержащих остатков. Международная конвенция 1969 г. устанавливает комплекс мероприятий по предотвращению и уменьшению последствий загрязнения моря нефтью вследствие морских аварий. Прибрежные государства должны консультироваться с другими государствами, чьи интересы затронуты морской аварией, и Международной морской организацией, осуществлять все возможные действия для снижения риска загрязнения и уменьшения размера ущерба. К указанной Конвенции в 1973 г. был принят Протокол о вмешательстве в случаях аварий, приводящих к загрязнению веществами иными, чем нефть. В 1972 г. была подписана Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов (с тремя приложениями – перечнями). Конвенция регулирует два вида преднамеренного захоронения отходов: сброс отходов с судов, самолетов,

платформ и др. искусственных сооружений и затопление в море судов, самолетов и т. д.

10.5. Международно-правовая охрана животного и растительного мира

Отношения в области охраны и использования животного мира, а также в сфере сохранения и восстановления среды его обитания в целях обеспечения биологического разнообразия, устойчивого существования животного мира, сохранения генетического фонда диких животных и защиты животного мира регулируются как универсальными, так и двусторонними соглашениями, в большинстве из которых участвует наше государство (*Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия 1972 г.*, *Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой уничтожения, 1973 г. и др.*). Конвенции определяют объекты животного мира, порядок их использования, устанавливают меры по охране среды их обитания, предусматривают формы государственного регулирования использования живых ресурсов. Так, целями Конвенции о биологическом разнообразии 1992 г. являются сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и совместное получение на справедливой и равной основе выгод, связанных с использованием генетических ресурсов. Государства определяют компоненты биологического разнообразия, принимают меры по их сохранению и рациональному использованию, осуществляют оценку воздействия и сведение к минимуму неблагоприятных последствий, регулируют применение биотехнологий и пр. Международно-правовая охрана животного и растительного мира развивается по следующим основным направлениям: 1) охрана природных комплексов; 2) охрана редких и исчезающих видов животных и растений; 3) обеспечение рационального использования природных ресурсов.

10.6. Международно-правовая охрана окружающей среды от загрязнения радиоактивными отходами

Вопросы защиты окружающей среды от радиационного загрязнения регулируются нормами Договора о запрещении испытания ядерного оружия в атмосфере, космическом простран-

стве и под водой 1963 г., Договора о нераспространении ядерного оружия 1968 г., Международной конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 г. и Протокола 1978 г. к этой Конвенции (об эксплуатации судов с ядерными энергетическими установками), Международной конвенции о подготовке и дипломированию моряков и несении вахты 1978 г., Конвенции об ответственности в области морской перевозки ядерных материалов 1981 г., Конвенции о ядерной безопасности 1994 г., других международных документов. Женевская конвенция об открытом море 1958 г., в частности, обязывает государства принимать меры для предупреждения загрязнения моря от радиоактивных отходов и загрязнения моря или воздушного пространства над ним в результате любой деятельности, включающей применение радиоактивных материалов. Государства обязаны сотрудничать с соответствующими международными организациями и учитывать все нормы и правила, которые могут быть выработаны такими организациями. Договор об Антарктике 1959 г. запрещает сброс радиоактивных веществ южнее 60-й параллели южной широты. Преднамеренному захоронению в океане вредных, в том числе радиоактивных, отходов посвящена Лондонская конвенция 1972 г. по предотвращению загрязнения моря сбросом отходов и других материалов. Вопросы эксплуатации судов с ядерными силовыми установками и соответствующей защиты морской среды регламентируют: Лондонская конвенция по охране человеческой жизни на море 1960 г., Брюссельская конвенция об ответственности операторов ядерных судов 1962 г., Парижская конвенция об ответственности перед третьей стороной в области атомной энергии 1960 г. и дополняющая ее Брюссельская конвенция 1963 г., Венская конвенция о гражданской ответственности за ядерный ущерб 1963 г., Брюссельская конвенция о гражданской ответственности в области морских перевозок расщепляющихся материалов 1971 г., Лондонская конвенция об ограничении ответственности по морским требованиям 1976 г. Эти конвенции регулируют также вопросы ответственности за причинение ущерба в результате использования атомной энергии, в том числе в случае сброса радиоактивных отходов.

Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды в течение прошедших десятилетий, несомненно,

прогрессировало. Оно расширилось, охватив все страны и народы, стало более глубоко связанным с всесторонним развитием общества. Возросла научная обоснованность природоохранительной деятельности правительств и международных организаций. Сотрудничество выросло в организационном отношении. Природоохранительное сотрудничество стало неотъемлемым элементом жизни международного сообщества на современном этапе. Можно выделить следующие принципы права охраны окружающей среды: принцип суверенитета государства над своими природными ресурсами; предотвращение загрязнения природной среды; объявление природной среды в пределах международных территорий общим достоянием человечества; свобода исследования природной среды; сотрудничество в чрезвычайных обстоятельствах. Основные направления международного сотрудничества в области охраны окружающей среды – собственно охрана окружающей среды и обеспечение ее рационального использования. Объектами международно-правовой защиты являются: атмосфера Земли, околоземное и космическое пространство, Мировой океан, животный и растительный мир, охрана окружающей среды от загрязнения радиоактивными отходами.

Контрольные вопросы

1. Чем продиктовано международное сотрудничество в области ООС?
2. На каких основных принципах основывается международно-правовой механизм ООС?
3. На какие организации по признаку пространственной сферы полномочий делятся международные природоохранительные организации? Перечислите и назовите их функции.
4. Перечислите международные конвенции по охране атмосферы Земли.
5. Назовите международные конвенции по охране морской среды.
6. Какие основные конвенции по охране и использованию животного мира вы знаете?
7. Какими договорами и конвенциями регламентируется защита окружающей среды от радиационного загрязнения?

Список рекомендуемой литературы

1. Русак, О. Н. Безопасность жизнедеятельности / О. Н. Русак – СПб.: Лань, 2002. – 447 с.
2. Топорков, И. К. Основы безопасности жизнедеятельности / И. К. Топорков – М.: Знание, 1996. – 184 с.
3. Протасов, В. Ф. Экология, здоровье и природопользование в России / В. Ф. Протасов, А. В. Молчанов. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 524 с.
4. Арустамов, Э. А. Экологические основы природопользования / Э. А. Арустамов, И. В. Левакова, Н. В. Баркалова. – М.: Дашков и К^о, 2006. – 316 с.
5. Навроцкий, Б. А. Человек, город, экология / Б. А. Навроцкий, Л. Я. Полянинов. – Волгоград: Комитет по печати, 1996. – 110 с.
6. Козлов, О. В. Задачник по экологии / О. В. Козлов, А. П. Садчиков. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 125 с.
7. Басов, В. М. Задачи по экологии и методика их решения / В. М. Басов. – М.: Ленанд, 2007. – 158 с.

Валентин Максимилианович Макаров
Александр Петрович Иозус
Елена Анатольевна Донская

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Учебное пособие

Редактор Пчелинцева М. А.
Компьютерная верстка Сарафановой Н. М.
Темплан 2014 г., поз. № 16К.
Подписано в печать 16.12. 2014 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага листовая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 9,07. Уч.-изд. л. 8,75.
Тираж 50 экз. Заказ №

Волгоградский государственный технический университет
400131 Волгоград, просп. Ленина, 28, корп. 1.
Отпечатано в КТИ
403874, г. Камышин, ул. Ленина, 5.