

Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

О. С. Власова

ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие



Волгоград. ВолгГАСУ. 2014



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный
архитектурно-строительный университет», 2014

УДК 574+502.17(075.8)
ББК 28.08я73+2а1я73
В581

Р е ц е н з е н т ы:

доктор технических наук, профессор кафедры инженерной графики, стандартизации и метрологии Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета *Н. В. Мензелинцева*; кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и математического моделирования Российской академии народного хозяйства и государственной службы *И. П. Михнев*

*Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Власова, О. С.

В581 Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. С. Власова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные (5,1 Мбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2014. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-98276-658-8

Приведен теоретический материал по дисциплине «Экология» в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования. Даются общие представления об основных понятиях, используемых в экологии, формулируются рекомендации по защите окружающей среды от загрязнений.

Для студентов специальности 280705 «Пожарная безопасность» 1-го курса всех форм обучения.

Для удобства работы с изданием рекомендуется пользоваться функцией Bookmarks (Закладки) в боковом меню программы Adobe Reader.

**УДК 574+502.17(075.8)
ББК 28.08я73+2а1я73**

ISBN 978-5-98276-658-8



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный
архитектурно-строительный университет», 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА	5
2. БИОСФЕРА	7
2.1. Учение В. И. Вернадского о биосфере	7
2.2. Взаимосвязь биосферы и человека	8
3. ПОНЯТИЕ ОБ ЭКОСИСТЕМЕ	10
3.1. Структура, основные компоненты и виды экосистем	10
3.2. Трофические цепи и энергия в экосистемах	12
3.3. Закономерности функционирования экосистем	13
4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ	15
5. БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРУГОВОРОТЫ	17
5.1. Круговорот веществ и энергии в природе	17
5.2. Круговороты основных биогенов	18
5.2.1. Круговорот углерода	18
5.2.2. Круговорот фосфора	19
5.2.3. Круговорот азота	19
5.2.4. Круговорот кислорода	20
5.2.5. Круговорот воды	20
6. ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	22
6.1. Компоненты окружающей среды	22
6.2. Антропогенное воздействие на природу	24
6.3. Виды загрязнений и типы загрязнителей	25
7. ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ	29
7.1. Проблема народонаселения	29
7.2. Проблема использования природных ресурсов	30
7.2.1. Типы природных ресурсов	30
7.2.2. Энергосбережение и развитие альтернативных источников энергии	33
7.3. Загрязнение биосферы	37
7.3.1. Загрязнение гидросферы	37
7.3.2. Загрязнение и иные воздействия на литосферу	43
7.3.3. Деградация и эрозия почв	46
7.3.4. Загрязнение атмосферы	49
7.3.5. Экологический вред, наносимый пожарами	55
8. ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА	60
8.1. Влияние природно-экологических факторов на здоровье человека	60
8.2. Влияние социально-экологических факторов на здоровье человека	62
8.2.1. Здоровье человека в условиях городской среды	62
8.2.2. Гигиена и здоровье человека	65
8.3. Факторы риска и факторы здоровья	65
8.4. Качество медицинского обеспечения и здоровье человека	67
9. ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	69
9.1. Основные задачи экономики природопользования	69
9.2. Кадастры природных ресурсов	71
9.3. Особо охраняемые природные территории	72
9.4. Лицензии, договоры и лимиты на природопользование	74
9.5. Экологическое страхование	75
10. КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	76
10.1. Общие положения концепции устойчивого развития	76
10.2. Природозащитные мероприятия и роль технического прогресса в защите окружающей среды	77

10.2.1. Основные меры борьбы с загрязнением водоемов. Методы очистки воды	79
10.2.2. Основные меры борьбы с загрязнением атмосферы. Принципы очистки пылегазовых выбросов	84
10.2.3. Улучшение экологических характеристик топлива	87
11. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА	90
11.1. Типы нормативных документов	90
11.2. Государственные органы охраны окружающей среды	92
11.3. Экологическая стандартизация и паспортизация	93
11.4. Экологическая экспертиза	95
11.5. Юридическая ответственность за экологические правонарушения	96
11.6. Международное сотрудничество в области природопользования и охраны окружающей среды	98
12. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА	101
12.1. Общие требования к результатам инженерных изысканий и проектной документации	101
12.2. Требования к обеспечению пожарной безопасности объекта	103
Библиографический список	104

1. ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА

Экология — наука о взаимодействии живых организмов и их систем с окружающей средой (ОС), их взаимовлиянии и взаимопроникновении, что позволяет определить пути оптимизации и возможного изменения условий для ОС и живых организмов. При этом под ОС понимается практически вся Вселенная, а под живыми организмами — не только человек, но и все остальные живые представители природы: животные, растения, простейшие организмы. Очень часто термин ОС заменяют словом «природа».

В буквальном переводе слово «экология» означает «учение о доме» (от греч. «ойкос» — местообитание, жилище, дом и «логос» — учение). Впервые этот термин употребил немецкий биолог Э. Геккель в 1866 г. Он же дал и определение экологии.

Современная экология — сложная комплексная наука. В ее структуре различают множество направлений, однако единой общепринятой классификации отраслей экологии не существует. Тем не менее можно выделить несколько крупных структурных блоков.

Общая экология (биоэкология) изучает отношения организмов между собой и ОС. Это базовая научная дисциплина современной экологии. Она включает следующие разделы:

аутэкология (аутоэкология) — изучает особенности реагирования и взаимодействия видов живых организмов с факторами ОС;

синэкология — выявляет закономерности развития и существования сообществ живых организмов (биоценозов) в конкретных изменяющихся условиях среды обитания;

популяционная экология — изучает динамику и структуру популяций; под **популяцией** понимается группа организмов одного вида, адаптирующаяся к изменениям условий ОС путем изменения своих размеров, распределения возрастных групп (возрастной структуры), генетического состава.

Глобальная экология — это комплексная научная дисциплина, изучающая биосферу в целом. Ее основная задача — разработка прогнозов возможных изменений биосферы в будущем под влиянием деятельности человека.

С научной точки зрения вполне обоснованно деление экологии на теоретическую и прикладную. **Теоретическая экология** вскрывает общие за-

кономерности организации жизни. **Прикладная экология** изучает механизмы разрушения биосферы человеком, способы предотвращения этого процесса и разрабатывает принципы рационального использования природных ресурсов.

Прикладная экология включает следующие разделы:

геоэкология (наука на стыке экологии и географии, которая рассматривает экологию суши, пресных вод, моря, высокогорий, Крайнего Севера и т. д.);

социальная экология (состоит из экологии личности, экологии человечества, экологии культуры, этноэкологии);

экология человека (включает экологию города и экологию народонаселения);

промышленная (инженерная);

технологическая;

сельскохозяйственная;

медицинская;

промысловая;

химическая;

рекреационная;

геохимическая и др.

2. БИОСФЕРА

2.1. Учение В. И. Вернадского о биосфере

Наша планета имеет неоднородное строение и состоит из концентрических оболочек (геосфер) — внутренних и внешних. К внутренним относятся ядро и мантия, а к внешним — литосфера, гидросфера, атмосфера и сложная оболочка Земли — биосфера.

Биосфера (греч. *bios* — жизнь, *sphaira* — шар, сфера) — внешняя оболочка Земли, в которую входят часть атмосферы (до высоты 25...30 км, т. е. до озонового слоя), практически вся гидросфера и верхняя часть литосферы (примерно до глубины 3 км). Особенностью этих частей является то, что они населены живыми организмами.

Основоположником учения о биосфере по общему признанию является В. И. Вернадский. Сам термин «биосфера» был предложен австрийским геологом Э. Зюссом еще в XIX в., однако не был достаточно тщательно разработан.

Согласно В. И. Вернадскому, биосфера — это область распространения жизни, включающая наряду с организмами среду их обитания (нижнюю часть атмосферы, верхнюю часть литосферы, гидросферу) и связанная в единое целое обменом веществ и энергии. Биосфера является геологической оболочкой Земного шара. Наиболее благоприятные условия для жизни сконцентрированы у поверхности суши и воды, поэтому здесь максимально сконцентрировано живое вещество.

Под **живым веществом** В. И. Вернадский понимал все количество живых организмов планеты как единое целое. Оно образует ничтожно тонкий слой в общей массе геосфер Земли. По подсчетам ученых, общая живая масса планеты составляет 2420 млрд т, что более чем в две тысячи раз меньше самой легкой оболочки Земли — атмосферы. Но эта ничтожная масса живого вещества встречается практически повсюду (в настоящее время живые существа не обнаружены лишь в области обширных оледенений и кратерах действующих вулканов.)

Таким образом, биосфера, в соответствии с концепцией В. И. Вернадского, включает в себя:

живое вещество планеты;

биогенное вещество, к которому относятся газы атмосферы, каменный уголь, нефть, известняки и др., т. е. то, что создается и перерабатывается в процессе жизнедеятельности живого вещества;

косное вещество, которое образуется без участия живого вещества (продукты тектонической деятельности, метеориты);

биокосное вещество, образующееся в результате совместной деятельности организмов и абиогенных процессов (почва).

К функциям биосферы относятся:

окислительно-восстановительная, заключающаяся в восстановлении и окислении различных веществ в живых организмах (например, восстановление двуокси углерода до углеводов в процессе фотосинтеза и окисление углеводов до CO_2 при дыхании);

круговорот веществ в природе, который осуществляется при участии всех организмов биосферы и заключается в циркуляции веществ между почвой, атмосферой, гидросферой и живыми организмами.

Являясь глобальной экосистемой, биосфера, как и любая экосистема, состоит из абиотической и биотической частей.

Абиотическая часть биосферы представлена:

почвой и подстилающими ее породами до глубины, где в них еще есть живые организмы, вступающие в обмен с веществом этих пород и физической средой;

атмосферным воздухом до высот, на которых еще возможны проявления жизни;

водной средой океанов, рек, озер и т. д.

Биотическая часть биосферы состоит из живых организмов всех таксонов, осуществляющих важнейшую функцию биосферы, без которой не может существовать сама жизнь, — **биогенный ток атомов**, т. е. обмен веществом между всеми частями биосферы, который обеспечивается благодаря дыханию, питанию и размножению живых организмов.

В основе биогенной миграции атомов в биосфере лежат два биохимических принципа:

1) стремление к максимальному проявлению, «всюдности» жизни;

2) обеспечение выживания организмов, что увеличивает саму биогенную миграцию.

2.2. Взаимосвязь биосферы и человека

Человеку как биологическому виду необходимы строго определенные эволюцией условия (факторы) ОС: газовый состав воздуха, набор ассимилируемых с пищей веществ, температура ОС, режим освещенности, влажности и многое другое. При отклонении факторов среды от нормы возможны нарушения жизнедеятельности, вплоть до несовместимости с жизнью.

Человек входит в биотический компонент биосферы, где он, являясь консументом 1-го и 2-го порядков, связан пищевыми цепями с продуцентами.

В организме человека как живого вещества все процессы жизнедеятельности подчинены определенным ритмам, т. е. синхронизированы с периодическими солнечно-лунно-земными, а также космическими влияниями, вследствие постоянного обмена информацией, энергией и веществом с ОС.

Суточные биоритмы активности человеческого организма складываются под воздействием процессов, протекающих на поверхности Земли. Их называют **циркадными** (сон/бодрствование, колебания температуры тела, концентрации электролитов и уровня гормонов). Более длительные циклы называют **инфранидными**, а более короткие — **ультранидными**. Суточные и околосуточные ритмы — неотъемлемое свойство живых систем. Важность циркадного ритма, основного для жизнедеятельности организма, обусловлена совпадением длительности его периода с длительностью обращения Земли вокруг собственной оси.

XXI в. поставил проблему выживания человечества в силу появления неотвратимых признаков уничтожения уже не только целых народов, а ОС. Это век перехода биосферы в ноосферу, когда человечество стало значительной планетарной силой. **Ноосфера** — сфера разума, высшая стадия развития биосферы, когда разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором ее развития.

Кроме термина «ноосфера», часто употребляют такие понятия, как антропосфера (сфера Земли, где живет и куда временно проникает — с помощью спутников — человечество), техносфера (часть биосферы, преобразованная технической деятельностью человека) и др.

3. ПОНЯТИЕ ОБ ЭКОСИСТЕМЕ

3.1. Структура, основные компоненты и виды экосистем

Во второй половине XX в. сложилось представление о структурности материального мира. С позиций концепции современного естествознания говорят о следующих уровнях организации живой материи: элементарные частицы → атомы → молекулы → протоплазма → клетки → ткани → органы → системы органов → организмы → популяции → сообщества → экосистемы → экосфера → земля → планеты → Солнечная система → галактика → Вселенная.

Основополагающим объектом изучения экологии является взаимодействие пяти уровней организации материи — живых организмов, популяций, сообществ, экосистем и экосферы.

Живой организм — это любая форма жизнедеятельности.

Популяция — это динамичная группа организмов одного вида, проживающая в определенном районе. Примерами популяций являются все окуни в пруду, белки обыкновенные или дубы белые в лесах, население в отдельной стране или население Земли в целом.

Вид — это совокупность популяций особей, представители которых фактически или потенциально скрещиваются друг с другом в естественных условиях.

Каждый живой организм или популяция имеет свое местообитание — местность или тип местности, где они проживают. Когда несколько популяций различных видов живых организмов живут в одном месте и взаимодействуют друг с другом, они создают так называемое **сообщество**.

Взаимосвязь сообществ с химическими и физическими факторами, создающими неживую ОС, называется **экосистемой**. Это постоянно меняющаяся (динамичная) сеть биологических, химических и физических взаимодействий, которые поддерживают жизнеспособность сообществ и помогают им приспособляться к изменениям условий ОС. Все экосистемы Земли составляют **экосферу**.

Выделяют следующие *сновные виды природных экосистем*:

наземные — тундра, тайга, пустыни и т. п.;

пресноводные — стоячие (озера, пруды, водохранилища и др.) и проточные (реки, ручьи, заболоченные угодья, болота) воды;

морские — открытый океан, воды континентального шельфа, районы апвеллинга (с продуктивным рыболовством), эстуарии (бухты, устья рек, лиманы), экосистемы глубоководных рифтовых зон.

Как большие, так и малые экосистемы обычно не имеют четких границ. Переходная зона между границами, включающая в себя представителей различных видов растений, животных и деструкторов обеих смежных экосистем, называется **эктоном**.

Однородные участки суши или воды, заселенные живыми организмами, называются **биотопами** (местами жизни), а исторически сложившееся сообщество организмов разных видов, населяющих биотоп, — **биоценозом** или **биомом**.

Сообщество организмов биоценоза и окружающая их неживая природа (биотоп) образуют устойчивую и динамичную систему — биогеоценоз. Таким образом, **биогеоценоз** — это совокупность биома и биотопа. Каждый биогеоценоз характеризуется видовым разнообразием, численностью и плотностью популяции каждого вида, биомассой и продуктивностью.

Некоторые авторы дифференцируют термины «экосистема» и «биогеоценоз». В этом случае отличие заключается в том, что экосистема может не содержать растительные сообщества, тогда как биогеоценоз невозможен без фитоценоза. Границы биогеоценоза совпадают с границами растительного сообщества, являющегося его основой. Биогеоценоз функционирует как целостная, самовоспроизводящаяся и саморегулирующаяся система.

В структуре биогеоценоза различают биотический и абиотический компоненты.

Абиотический компонент составляют:

неорганические вещества, включающиеся в круговорот (соединения углерода, азота, кислорода, вода, минеральные соли и др.);

органические вещества (белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды);

климатические факторы (температура, давление, освещенность и др.).

Биотический компонент делится на автотрофный и гетеротрофный компоненты:

продуценты — автотрофные организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических под действием солнечного света (в основном зеленые растения);

консументы — гетеротрофные организмы, т. е. растительноядные и плотоядные потребители готового органического вещества (в основном животные);

деструкторы и **редуценты** — гетеротрофные организмы, разрушающие остатки мертвых растений и животных (черви, мокрицы, раки, сомы) и превращающие их в минеральные соединения (бактерии, грибы) соответственно.

Структура биогеоценозов складывается в процессе эволюции, которая приводит к тому, что каждый вид занимает в экосистеме определенную нишу — место расположения данного вида в пространстве и в цепи питания.

Важнейшим фактором, регулирующим численность популяций в биогеоценозе, являются кормовые ресурсы. Обычно популяция насчитывает столько особей, сколько их может прокормиться на занимаемой территории.

Совместное развитие нескольких видов на одной территории способствует их взаимоприспосабливаемости — адаптации, что является обязательным условием стабильности биогеоценоза.

При изменении климатических или других условий каждый биогеоценоз может закономерно изменять свои сообщества: на его месте развивается более приспособленный к новым условиям биогеоценоз. Смена биогеоценоза, т. е. направленная и непрерывная последовательность появления и исчезновения популяций разных видов в данном биотопе, которая происходит в направлении от менее устойчивых к более устойчивым, называется **сукцессией**. Завершающее сообщество — устойчивое, самовозобновляющееся и находящееся в равновесии со средой — называется **климаксным сообществом**.

Все организмы, взаимодействующие со средой, должны поддерживать динамическое равновесие — **гомеостаз**.

3.2. Трофические цепи и энергия в экосистемах

Важная функция биосферы — устойчивое поддержание жизни — основывается на непрерывном круговороте веществ, связанном с направленными потоками энергии.

Обмен веществами и энергией между живым организмом и средой происходит непрерывно. Необходимая для поддержания всех жизненно важных функций, энергия выделяется в организме за счет окисления сложных органических соединений — белков, жиров и углеводов. Накопление энергии происходит в молекулах аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), которая является универсальным источником энергии в организме. Часть энергии выделяется в виде теплоты, часть идет на совершение работы.

Совокупность всех химических превращений в живом организме, обеспечивающих его жизнедеятельность, называется **обменом веществ** или **метаболизмом**.

Процессы метаболизма разделяются на две группы:

анаболизм (ассимиляция) — процессы биосинтеза органических веществ, обеспечивающие рост, развитие организма, обновление его структур и накопление энергии;

катаболизм (диссимиляция) — процессы расщепления сложных молекул до простых веществ.

Взаимоотношения между организмами в экосистеме в процессе жизнедеятельности строятся на основе цепей питания: в функционирующей при-

родной экосистеме не существует отходов, все организмы, живые или мертвые, потенциально являются пищей для других организмов. Последовательность организмов, в которой каждый из них съедает или разлагает другой, называется **трофической цепью**.

В природе в подавляющем большинстве случаев организмы образуют сложную пищевую цепь. Все организмы, пользующиеся одним типом пищи, принадлежат к одному трофическому уровню.

Исходным источником энергии всякой трофической цепи любого биогеоценоза является энергия Солнца. Первое звено — это зеленые растения (продуценты), превращающие в процессе фотосинтеза световую энергию в энергию химических связей органических соединений. Второе звено трофической цепи составляют травоядные животные (первичные потребители, консументы), поедающие растения. Третье и последующие звенья — это плотоядные потребители, консументы.

На построение своего тела животные всех уровней тратят только около 10 % потребляемой энергии, остальные 90 % расходуются на процессы жизнедеятельности — обмен веществ, рост, дыхание, размножение, выделение. В среднем из одной тонны растений образуется 100 кг тела травоядных или 10 кг плотоядных животных 1-го порядка, а вторичные хищники могут построить из этого исходного количества растительной биомассы около 1 кг своего тела.

Так как на каждой ступени тратится около 90 % энергии, в результате прогрессивного уменьшения массы каждого последующего звена цепи питания трофические цепи не могут быть длинными. Эта закономерность называется **правилом экологической пирамиды**.

Почти все виды животных используют несколько источников пищи, поэтому если один член экосистемы выпадает, вся система не нарушается.

3.3. Закономерности функционирования экосистем

Закономерности функционирования экологических систем носят вероятностный характер и определяют основное направление их развития. Тем не менее важнейшие из этих закономерностей можно сформулировать в четырех постулатах:

1. Результаты развития любого объекта определяются соотношением его внутренних особенностей с особенностями той среды, в которой он существует. Без этого не было бы ни круговорота, ни связей в биоценозах и биосфере. Иными словами, то, что в данных условиях не растет, не питательно, в других условиях может быть очень полезно.

2. Жизнь может существовать только в процессе движения через живой организм потока веществ, энергии и информации, причем сам организм, выделяя в ОС продукты своей жизнедеятельности, изменяет ее, ухудшая условия и приближая их к непригодным для жизни.

3. Постоянное существование организмов в ограниченном пространстве возможно только в экологических системах, внутри которых отходы жизнедеятельности одних видов организмов в основном утилизируются другими, а остатки не оказывают решающего действия на функционирование системы.

4. Стабильность систем определяется их развитием и возможностью приспособления. В этом смысле миллионы лет существования сделали природу самым грамотным экологом и позволяют полагаться на нее в подавляющем большинстве случаев (главный принцип — давать больше, чем берешь).

4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Среда обитания всех организмов является совокупностью элементов, способных оказывать прямое или косвенное воздействие на организмы. Элементы ОС, оказывающие влияние на живые организмы, называются **экологическими факторами**.

Абиотические факторы включают компоненты и явления неживой природы. Это, прежде всего, климатические факторы — свет, температура, влажность, ветер, атмосферные осадки. Солнечный свет является основным источником энергии, которая используется для всех жизненных процессов на Земле: под действием света осуществляется фотосинтез, транспирация, фотопериодизм, движение, зрение и другие процессы.

Биотические факторы представлены совокупностью взаимоотношений живых организмов и влияний, оказываемых на организмы жизнедеятельностью других организмов.

Взаимоотношения между организмами могут быть как внутри-, так и межвидовыми.

Внутривидовые взаимоотношения складываются между особями одного и того же вида, основной тип — конкуренция за пищевые ресурсы, пространство и т. д. (например, сосны конкурируют за свет, хищники — за жертву).

Межвидовые взаимоотношения намного разнообразней: два живущих рядом вида могут вообще никак не влиять друг на друга, могут влиять положительно или отрицательно.

Выделяют несколько типов межвидовых биотических отношений.

Нейтрализм — оба вида независимы и не оказывают никакого воздействия друг на друга: они не связаны непосредственно друг с другом и даже не контактируют между собой (например, совы и лисы, змеи и тигры).

Симбиоз — любое сожительство организмов разных видов, приносящее пользу хотя бы одному из них.

Существует несколько форм симбиоза:

комменсализм (от лат. «сотрапезник») — характеризуется тем, что один из двух видов (комменсал) извлекает из такого взаимодействия пользу, тогда как на другом это практически не отражается (ни положительно, ни отрицательно);

протокооперация — оба организма получают преимущества от объединения, хотя их сосуществование не обязательно для их выживания (например, краб сажает на спину кишечнополосное животное, которое маскирует и защищает его, но, в свою очередь, получает от него кусочки пищи);

мутуализм (от лат. «взаимный») — каждый из сожителей получает относительно равную пользу, при этом они не могут существовать друг без друга (например, лишайники);

паразитизм — форма взаимоотношений между организмами, тесно связанными в своем жизненном цикле, при которой один из них (паразит) живет за счет питания тканями или соками другого (хозяина). Паразит, используя для своей жизнедеятельности питательные вещества хозяина, тем самым постепенно ослабляет и нередко даже убивает его. Эктопаразиты питаются телом хозяина, находясь на его поверхности (блохи, вши и т. д.); эндопаразиты (внутренние паразиты) имеют наиболее совершенные приспособления, позволяющие им существовать внутри хозяина.

Антибиоз — такие отношения между организмами разных видов, когда особи одного вида угнетают, чаще всего путем выделения определенных веществ (фунгицидов или антибиотиков), жизнедеятельность особей другого вида.

Среди форм антибиоза основными являются следующие:

аменсализм — такие биотические отношения, при которых происходит торможение роста одного вида (аменсала) продуктами выделения другого. Лучше всего они изучены у растений и микроорганизмов, которые в борьбе с конкурентами за ресурсы применяют различные ядовитые вещества. Это явление называют аллелопатией (например, плесневые грибы, находясь в одной среде обитания с кишечной палочкой, выделяют вещество, которое вызывает гибель последней);

конкуренция — возникает, когда два или более вида в одной экосистеме начинают потреблять один и тот же дефицитный ресурс (в качестве последнего могут выступать пища, вода, углекислый газ, солнечный свет, почвенные питательные вещества, жизненное пространство, места укрытия или любой другой жизненно важный фактор среды).

Хищничество — прямое уничтожение жертвы и использование ее в пищу.

Комплекс всех физических, химических и биологических факторов среды, которые необходимы тому или иному биологическому виду для жизни, роста и размножения в данной экосистеме, называется **экологической нишей**. Это понятие включает в себя и роль организма в экосистеме.

Антропогенные факторы включают такие особенности среды, которые обусловлены деятельностью человека. Они могут быть как положительными (посадка парков, садов, создание новых пород растений и животных), так и отрицательными (вырубка лесов, загрязнение окружающей среды и т. д.).

На отдельные организмы и их популяции одновременно воздействуют многие факторы, создающие комплекс условий, в которых могут обитать те или иные организмы. Одни факторы могут усиливать или ослаблять действие других факторов.

5. БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРУГОВОРОТЫ

5.1. круговорот веществ и энергии в природе

При анализе экосистем необходимо рассматривать круговорот веществ и энергии в природе. Он складывается из нескольких взаимосвязанных процессов:

1) регулярно повторяющийся или непрерывный приток энергии, а также образование и синтез новых соединений;

2) постоянный или периодический перенос и перераспределение энергии, вынос и направленное перемещение синтезированных соединений под влиянием физических, химических и биологических агентов;

3) направленное ритмическое или периодическое последовательное преобразование, разложение и деструкция (разрушение) синтезированных ранее соединений под влиянием биогенных и абиогенных воздействий среды;

4) постоянное или периодическое образование простейших минеральных или органоминеральных компонентов в газообразном, жидком или твердом состоянии, которые играют роль составных компонентов для новых (очередных) синтетических циклов круговорота веществ.

Символом круговорота веществ является спираль, а не круг. Это означает, что новый цикл круговорота не повторяет в точности старый, а вносит что-то новое, что со временем приводит к весьма значительным изменениям.

К главным биогеохимическим круговоротам можно отнести круговороты таких биогенов, как углерод, фосфор, азот, кислород и вода.

Из почти 100 химических элементов, которые встречаются в природной среде, для функционирования живых организмов необходимы почти 40. Из этих химических элементов азот (N), углерод (C), водород (H), кислород (O), фосфор (P), сера (S) относятся к главным биогенам, которые требуются в значимых объемах. Химические элементы циркулируют в биосфере по различным путям биологического круговорота: поглощаются живым веществом, «заряжаются» энергией, затем покидают живое вещество, отдавая накопленную энергию во внешнюю среду.

Планетарный процесс, который является объединяющим элементом для атмосферы, гидросферы и литосферы, называется **биогеохимическим циклом**. Биогеохимические циклы и круговоротные принципы функционирования в геосфере Земли подразделяются на два основных типа:

- 1) круговорот газообразных веществ с резервным фондом в атмосфере и гидросфере;
- 2) осадочный цикл с резервным фондом в земной коре.

5.2. Круговороты основных биогенов

5.2.1. Круговорот углерода

В круговороте углерода (рис. 1) четко прослеживается следующая трофическая цепь: продуценты, улавливающие углерод из атмосферы при фотосинтезе, → консументы, поглощающие углерод вместе с телами продуцентов и консументов низших порядков, → редуценты, возвращающие углерод вновь в круговорот (скорость оборота CO_2 составляет 300 лет).

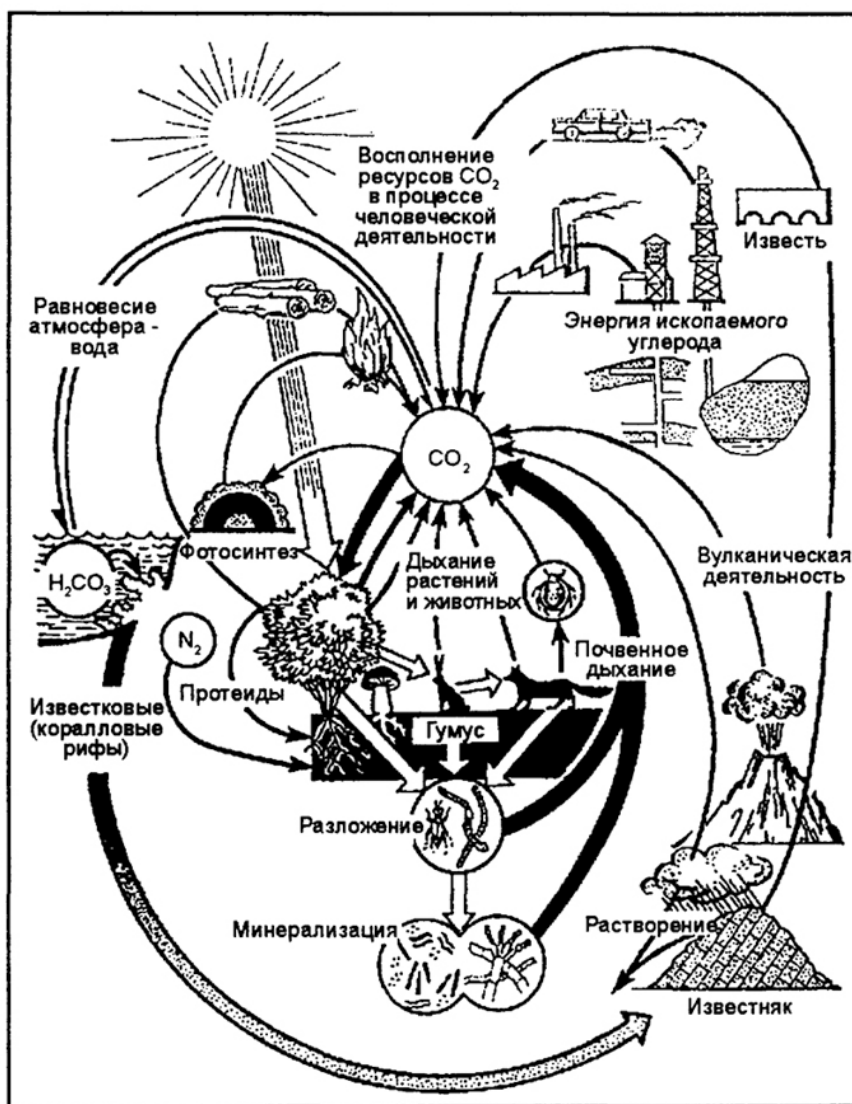


Рис. 1. Круговорот углерода в природе

Главным резервуаром биологически связанного углерода являются леса. Они содержат 500 млрд т этого элемента, что составляет 2/3 его запаса в атмосфере. Вмешательство человека в круговорот углерода приводит к возрастанию содержания CO_2 в атмосфере.

5.2.2. Круговорот фосфора

Фосфор, главным образом в виде фосфат-ионов (PO_4^{3-} и HPO_4^{2-}), является важным питательным элементом как для растений, так и для животных. Он входит в состав молекул ДНК, несущих генетическую информацию; молекул АТФ и АДФ, в которых запасается необходимая для организмов химическая энергия, используемая при клеточном дыхании; молекул жиров, образующих клеточные мембраны в растительных и животных клетках; веществ, содержащихся в костных и зубных тканях. Общий круговорот фосфора (рис. 2) можно разделить на две части — водную и наземную.



Рис. 2. Круговорот фосфора в природе

Фосфор медленно перемещается из фосфатных месторождений на суше и мелководных океанических осадков к живым организмам и обратно. Высвобождаемый при медленном разрушении или выветривании фосфатных руд, он растворяется почвенной влагой и поглощается корнями растений.

Животные получают необходимый им фосфор, поедая растения или других растительноядных животных. Значительная часть этого фосфора в виде экскрементов и продуктов разложения животных и растений возвращается в почву, реки, а затем на дно океана в виде нерастворимых фосфатных осадочных пород.

5.2.3. Круговорот азота

Круговорот азота (рис. 3) охватывает все области биосферы. Поглощение его растениями ограничено, так как они усваивают азот только в форме соединения с водородом (NO_3) и кислородом (NH_4). При этом запасы азота в атмосфере неисчерпаемы (78 %).

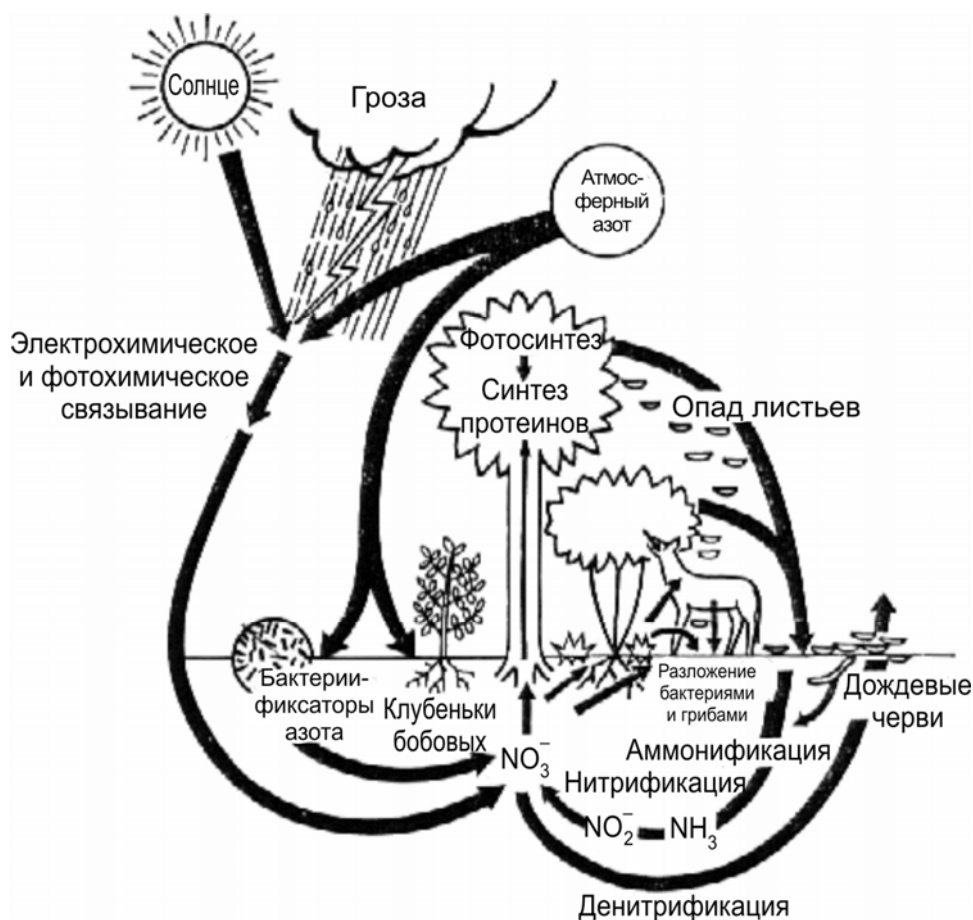


Рис. 3. Круговорот азота в природе

Почвенные бактерии постепенно разлагают белковые вещества отмерших организмов и превращают их в аммонийные соединения, нитраты и нитриты. Часть нитратов попадает в процессе круговорота в подземные воды и загрязняет их.

Азот возвращается в атмосферу вновь с выделенными при гниении газами. Стоит отметить, что часть его окисляется в воздухе (во время грозовых разрядов) и поступает в почву с дождевой водой, но таким способом его фиксируется в 10 раз меньше, чем с помощью бактерий.

5.2.4. Круговорот кислорода

Преобладающей формой кислорода в атмосфере является молекула O_2 . В свободной форме кислород — это не только продукт жизнедеятельности, но и элемент, поддерживающий жизнь. Его круговорот в биосфере представляет собой сумму весьма сложных процессов, так как он входит в состав многих органических и неорганических соединений. Однако главным является обмен кислородом между атмосферой и живыми организмами.

5.2.5. Круговорот воды

Круговорот воды представляет собой процесс непрерывного, взаимосвязанного ее перемещения в глобальных масштабах. Он осуществляется под влиянием солнечной энергии, гравитации, жизнедеятельности организмов.

Можно выделить малый и большой круговороты воды. При малом круговороте вода, испарившаяся с поверхности океана, вновь возвращается в него в виде атмосферных осадков. При большом круговороте часть испарившейся с водной поверхности влаги выпадает не только на океан, но и на сушу, где питает реки и другие водоемы, но в конечном счете с подземным или поверхностным стоком возвращается в океан.

Значимую роль в процессе круговорота воды играет эвапотранспирация, которая представляет собой количество влаги, переходящее в атмосферу в результате испарения с поверхности почвы (эвапорации) и испарения зелеными частями растений (транспирации), при котором вода испаряется со всей наружной и всех внутренних поверхностей растений, соприкасающихся с воздухом. Общая транспирация зависит от многих экологических факторов (освещенности, сухости воздуха, ветра, рельефа и др.).

6. ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

6.1. Компоненты окружающей среды

Окружающая человека среда состоит из четырех взаимосвязанных компонентов-подсистем:

1. Природная среда — это факторы чисто естественного или природно-антропогенного системного происхождения, прямо или косвенно, осознанно или неосознанно воздействующие на отдельного человека или человеческие коллективы, включая все человечество.

К этим факторам относят:

энергетическое состояние среды (тепловое и волновое, включая магнитное и гравитационное поля);

химический и динамический характер атмосферы;

водный компонент (влажность воздуха и зеленой поверхности, химический состав вод, их физика, само их наличие и соотношение с населенной сушей);

физический, химический и механический характер поверхности суши (равнинность, холмистость и т. д.);

облик и состав биологической части экологических систем (растительности, животного и микробного населения) и их ландшафтных сочетаний, включая сочетания непахотных сельскохозяйственных и лесохозяйственных земель с естественными экосистемами;

степень сбалансированности и стационарности компонентов, создающих климатические и пейзажные условия и обеспечивающих определенный ритм природных явлений, в том числе стихийно-разрушительного и иного характера, рассматриваемого как бедствие (землетрясения, наводнения, ураганы, природно-очаговые заболевания и т. д.);

плотность населения и взаимовлияние самих людей как биологический фактор.

2. Среда «второй природы», или квазиприродная среда, — все модификации природной среды, искусственно преобразованные людьми и характеризующиеся отсутствием системного самоподдержания, т. е. постепенно разрушающиеся без постоянного регулирующего воздействия со стороны чело-

века. Это пахотные земли, культурные ландшафты, грунтовые дороги и т. д.; внешнее пространство населенных мест с его природными физико-химическими характеристиками и внутренней структурой; зеленые насаждения (лесопарки, сады и т. д.).

3. «Третья природа», или артеприродная среда, — весь искусственный мир, созданный человеком, вещественно и энергетически не имеющий аналогов в естественной природе (асфальт, бетон современных городов, транспорт, технологическое оборудование и т. д.).

4. Социальная среда — культурно-психологический климат, намеренно и/или непреднамеренно, сознательно и/или бессознательно создаваемый для личности, социальных групп и человечества в целом самими людьми и слагающийся из влияния людей как социально-биологических существ друг на друга в коллективах непосредственно и с помощью изобретенных ими средств материального, энергетического и информационного воздействия.

Социальная среда интегрируется с природной, квазиприродной и артеприродной средами в общую совокупность окружающей человека среды. Все факторы каждой из рассматриваемых сред взаимосвязаны между собой и определяют качество среды жизни, ее субъективные и объективные стороны.

Благодаря развитию общества биологический вид *Homo sapiens* был выведен из-под действия естественного отбора, межвидовой конкуренции, ограничения роста численности. Общественное устройство расширило возможности приспособительного поведения и расселения людей. Однако отклонение от закономерностей равновесия в живой природе повлекло за собой ряд серьезных проблем, одной из которых стал ускоряющийся рост народонаселения Земли.

Общество, как взаимодействующее с природой образование, для обеспечения социального обмена веществ создало ряд специальных систем, характер которых своеобразен в разных общественных формациях.

Захватывающая система направлена на получение от природы веществ и энергии. Она включает горнорудные предприятия, предприятия и организации по добыче и сбору продуктов живой природы, воздухозаборные и водозаборные сооружения, сельскохозяйственные предприятия.

Перерабатывающая система — это все виды перерабатывающей и химической промышленности, предприятия и установки по очистке воздуха и воды перед использованием.

Выделительная система включает различные вентиляционные и канализационные устройства, очистные сооружения, спецхозяйства, отвалы и другие элементы.

Транспортирующая система включает все виды транспорта, в том числе проводного, трубопроводного, конвейерного, доставляющих вещества от мест их захвата до мест переработки и усвоения.

Интенсивность обмена веществ между природой и обществом может быть выражена количеством веществ и энергии, затрачиваемым на одного человека в год для определенной территории.

6.2. Антропогенное воздействие на природу

По отношению ко всей истории планеты и истории биосферы человечество — довольно молодое образование. Однако в последние 100 лет оно стало оказывать серьезнейшее воздействие на функционирование биосферы. Это связано с тем, что на рубеже XIX—XX вв. началось активное развитие техногенеза. Учитывая масштабность, глубину и сверхинтенсивное по отношению ко времени существования планеты нарастание антропогенного воздействия, можно утверждать, что результаты техногенеза еще в общем-то не проявились. Нынешние проявления реакции Земли на действия человека — это лишь первые провозвестники грядущих геологических потрясений, которые повлекут за собой перестройку структуры планеты, направленную на уравнивание нового фактора, воздействующего за счет техногенеза.

В преисторической фазе люди жили в условиях энергетической недостаточности и вынуждены были охранять огромную кормовую территорию, в пределах которой периодически или постоянно кочевали. Несмотря на это, они долгое время находились в рамках весьма скромного энергетического баланса.

Расход энергии на одного человека, ккал/сут, в каменном веке был около 4 тыс., в аграрном обществе — 12 тыс., в индустриальную эпоху — 70 тыс., а в передовых развитых странах конца XX столетия — 230...250 тыс., т. е. в 58...62 раза больше, чем у наших далеких предков.

Рост народонаселения требует увеличения количества продуктов питания, создания новых рабочих мест и расширения промышленного производства. На первых этапах человек взаимодействовал с природной средой как обычный биологический вид, как животное и в целом входил в экосистему как ее составной элемент. В основном он использовал окружающие его ресурсы, практически не влияя ни на их количество, ни на их качество, и не мог оказать ощутимое воздействие на природу в силу как своей малочисленности, так и отсутствия какого-либо значимого средства влияния на компоненты среды.

Сформировавшись, человеческое общество прошло следующие этапы взаимодействия с природой:

- производство и применение орудий труда;
- искусственное производство энергии, расширившее возможности в преобразовании природы;
- промышленная и научно-техническая революция;
- искусственное воспроизводство и сохранение окружающей среды (про-тоноосфера).

Антропогенное воздействие подразделяют на следующие типы:

загрязнения — внесение в среду нехарактерных для нее новых физических, химических или биологических агентов (элементов, соединений, веществ, объектов) или превышение имеющегося естественного уровня этих агентов;

технические преобразования и разрушения природных систем и ландшафтов в процессе добычи природных ресурсов, при сельскохозяйственных работах, строительстве и т. д.;

исчерпание природных ресурсов (полезных ископаемых, воды, воздуха, биологических компонентов экосистем);

глобальные климатические воздействия — изменение климата в связи с хозяйственной деятельностью человека;

эстетические нарушения — неблагоприятное для визуального и иного восприятия изменение природных форм, разрушение историко-культурных ценностей и т. д.

В результате человек воздействует на биосферу и изменяет состав, круговорот и баланс веществ; тепловой баланс приповерхностной части Земли; структуру земной поверхности (при сельскохозяйственных работах, перемещении вскрытых пород, проходке карьеров, в результате застройки городов, при дорожном строительстве, сооружении искусственных водоемов — каналов, водохранилищ, мелиорации и т. д.); истребляет, а также перемещает в новые места обитания ряд видов животных и сортов растений.

В условиях антропогенных нагрузок для устойчивого функционирования экосистем человек должен играть роль компенсаторного регулятора, озеленяя землю в местах вырубленных лесов, очищая воду, воздух и т. д.

6.3. Виды загрязнений и типы загрязнителей

Все загрязнения ОС подразделяют на четыре основные группы.

Физическое загрязнение обусловлено изменением физических, температурно-энергетических, волновых и радиационных параметров внешней среды.

Тепловое воздействие проявляется, например, в деградации вечной мерзлоты, в связанных с зонами распространения вечномерзлых пород мерзлотных процессах и явлениях (термокарст, наледи и др.) и даже в изменении структурных особенностей некоторых грунтов при высоких температурах (под металлургическими печами, кирпичными заводами и т. п.) и условий жизни людей. Основными источниками теплового загрязнения городов являются подземные газопроводы промышленных предприятий (140...160 °С), теплотрассы (50...150 °С), сборные коллекторы и коммуникации (35...45 °С).

К физическим загрязнениям также относят воздействие шума и электромагнитное излучение. Источниками последнего служат высоковольтные линии электропередач, электроподстанции, антенны радио- и телепередающих станций, а в последнее время также микроволновые печи, компьютеры, радиотелефоны. При длительном воздействии электромагнитных полей даже у здоровых людей отмечается повышенная утомляемость, они могут испытывать головные боли и чувство апатии.

Химическое загрязнение подразумевает увеличение количества химических компонентов в определенной среде, а также проникновение в нее химических веществ, которые ей не присущи или концентрация которых превышает норму. Именно этот вид загрязнений является наиболее опасным для

природных экосистем и качества жизни человека, так как поставляет в природную среду различные токсиканты (аэрозоли, тяжелые металлы, пестициды, детергенты, пластмассы и другие химические вещества и соединения).

По некоторым данным, в настоящее время в ОС содержится 7...8,6 млн химических веществ, причем их перечень ежегодно пополняется еще примерно на 250 тыс. новых соединений. Многие из них обладают канцерогенными и мутагенными свойствами, среди которых особенно опасны те, которые включены в известный список ЮНЕСКО, а это почти 200 наименований: бензол, бенз(а)пирен, пестициды (ДДТ, элдрин, линдан и др.), асбест, тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий и др.), разнообразные красители и пищевые добавки. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в мире около 600 млн человек подвергается воздействию повышенной концентрации в атмосфере диоксида серы и более 1 млрд человек, т. е. каждый шестой житель Земли, вредной для здоровья концентрации взвешенных частиц.

Биологическое загрязнение обусловлено случайным или связанным с деятельностью человека проникновением в эксплуатируемые экосистемы и технологические устройства, а также в природные экосистемы чуждых им растений, животных и микроорганизмов. Такой вид загрязнения называют еще бактериологическим. При массовом размножении пришлых видов оно часто оказывает негативное влияние на ОС. Особенно загрязняют ОС те промышленные производства, которые изготавливают антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки, кормовой белок, биоконцентраты и т. п., т. е. предприятия микробиологической промышленности, в выбросах которых присутствуют живые клетки микроорганизмов.

Также к биологическому загрязнению относят преднамеренную или случайную интродукцию или чрезмерную экспансию живых организмов. Это, к примеру, известные переселения кроликов и овец в Австралию, пресноводного ротана в водоемы Центральной России. Кроме того, наличие свалок и несвоевременная уборка твердых бытовых отходов в городах привели к численному росту синантропных животных — крыс, голубей, ворон, насекомых и др.

Эстетическое загрязнение, как правило, связано с деятельностью человека и представляет собой преднамеренное или случайное изменение визуальных доминант природных или антропогенных ландшафтов.

В отдельных случаях возникновение данного вида загрязнений возможно вследствие естественных причин — природных катастроф (землетрясений, цунами, селей, лавин, оползней, обвалов, наводнений, смерчей, тайфунов и торнадо). Природные катастрофы могут быть весьма масштабными и приводить к значительным изменениям даже в рельефе местности. Например, при землетрясениях в результате обвалов возникают озера, а на месте гор — плоские равнины.

Эстетические загрязнения техногенного происхождения практически всегда связаны со строительной (градостроительной и гидротехнической) деятельностью, горнодобывающей промышленностью, сельским хозяйством и т. д.

В зависимости от источника загрязнения подразделяют: на сточные воды и другие нечистоты, поглощающие кислород; носители инфекции; вещества, представляющие питательную ценность для растений; минералы и неорганические кислоты и соли; твердые стоки; радиоактивные вещества и т. д.

Следует отметить, что загрязнения могут быть и естественными, т. е. возникающими в результате мощных природных процессов — извержений вулканов с огромными по массе выбросами пыли, пепла, газов, пара и т. д., лесных и степных пожаров, наводнений, пылевых и песчаных бурь и др.

Необходимо подробнее рассмотреть такой важный термин, как «загрязнитель», который широко используется в современной экологической и природоохранной литературе. Под **загрязнителем** понимается любой физический агент, химическое вещество или биологический вид (главным образом микроорганизмы), поступающий в ОС или возникающий в ней в количестве, выходящем за рамки обычного, и вызывающий загрязнение среды.

Выделяют естественные (природные), антропогенные, а также первичные (непосредственно из источника загрязнения) и вторичные (возникающие в ходе разложения первичных или химических реакций с ними) загрязнители. Кроме того, различают стойкие (неразлагающиеся) загрязнители, которые аккумулируются в трофических цепях, и неустойчивые, которые разрушаются под действием биологических процессов.

Поступление различных загрязнителей в природную среду может наносить ущерб растительности и животному миру (приводить к снижению продуктивности лесов и культурных растений, вымиранию животных); нарушать устойчивость природных биогеоценозов; наносить ущерб имуществу (быть причиной коррозии металлов, разрушения архитектурных сооружений и пр.) и вред здоровью человека.

В естественных условиях многие загрязнители (пестициды, полихлордифенилы, пластмассы) разлагаются крайне медленно, а токсичные соединения (ртуть, свинец) вообще не обезвреживаются.

Если до 40-х гг. XX столетия еще доминировали натуральные продукты (хлопок, шелк, шерсть, мыло, каучук, свободная от добавок пища и т. п.), то в настоящее время в промышленно развитых странах они заменены синтетическими, которые разлагаются трудно или неполностью, тем самым загрязняя ОС. Это, прежде всего, синтетические волокна, моющие средства (детергенты, отбеливатели), минеральные удобрения, синтетический каучук и др.

Особенно много загрязнителей, поступающих в ОС, образуется при получении энергии в результате сжигания ископаемого топлива. Человек, высвобождая таким путем солнечную энергию, ускоряет круговорот веществ и энергии в природе. Отходы производства и загрязнители атмосферы (оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, твердые частицы и др.) нарушают естественный круговорот углерода, способствуя возникновению ряда негативных последствий, среди которых парниковый эффект, фотохимический смог и др. (табл.).

Влияние на ОС некоторых загрязняющих веществ

Загрязнитель	Характеристика и особенности воздействия на ОС
Диоксид углерода	Образуется при сгорании всех видов топлива. Увеличение его содержания в атмосфере приводит к повышению ее температуры, что чревато пагубными геохимическими экологическими последствиями
Оксид углерода	Образуется при полном сгорании топлива. Может нарушить тепловой баланс верхних слоев атмосферы
Сернистый газ	Содержится в дымах промышленных предприятий. Вызывает обострение респираторных заболеваний, наносит вред растениям. Разъедает известняк и некоторые ткани
Оксиды азота	Создают смог и вызывают респираторные заболевания и бронхит у новорожденных. Способствуют чрезмерному разрастанию водной растительности
Фосфаты	Содержатся в удобрениях. Главный загрязнитель вод в реках и озерах
Ртуть	Один из опасных загрязнителей пищевых продуктов, особенно морского происхождения. Накапливается в организме и негативно воздействует на нервную систему
Свинец	Добавляется в бензин. Действует на ферментные системы и обмен веществ в живых клетках
Нефть	Приводит к пагубным экологическим последствиям, вызывая гибель планктонных организмов, рыб, морских птиц и млекопитающих
Пестициды	Очень токсичны для ракообразных. Убивают рыб и организмы, служащие для них кормом. Многие являются канцерогенами
Радиация	При превышении допустимых значений приводит к злокачественным новообразованиям и генетическим мутациям

7. ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

Поскольку современная экологическая ситуация есть продукт деятельности человека в его взаимоотношениях с природой, то следует определить главные направления взаимодействия общества и окружающей среды. Таковыми основными направлениями можно назвать:

- рост народонаселения;
- потребление природных ресурсов;
- загрязнение биосферы.

7.1. Проблема народонаселения

Последние 150 лет население Земли росло и продолжает расти феноменальными взрывообразными темпами.

Приблизительно до начала XVIII в. человечество увеличивалось медленно, со средней скоростью около 1 % за столетие, что соответствует удвоению численности за тысячу лет. В дальнейшем скорость прироста начинает увеличиваться и к середине XX в. приобретает гиперэкспоненциальный характер. В 1969 г. население мира увеличилось на 2 % в год, прирост составил около 70 млн чел. (150 чел./мин). В 1989 г. прирост составил 1,8 % от численности возросшего населения и составил уже 90 млн чел. (179 чел./мин), что больше, чем когда-либо за всю предыдущую историю человечества. В конце XX в. каждое десятилетие добавляет к общей численности еще 1 млрд чел.:

Год	1990	1999	2011
Численность населения, млрд чел.	5	6	7

Более половины населения земного шара в современную эпоху концентрируется в Азии — 57,9 %. Население Африки составляет 10,2 %, Северной Америки — 8,6 %, Южной Америки — 5,6 %, Австралии и Океании — 0,5 %, Европы (с Россией) — 17,2 %.

Эксперты, занимающиеся проблемами демографии, предсказывают, что если не случится мировой ядерной войны или широкомасштабного голода или мора, численность населения планеты к 2100 г. достигнет 10,4 млрд чел., при этом большая часть прироста народонаселения, как отмечается, придется на развивающиеся страны.

Важно, что при таком мощном приросте населения наблюдаются следующие проблемы:

более половины взрослого населения планеты не умеет читать и писать; каждый пятый человек голодает или недоедает, а каждый шестой не имеет соответствующего жилища;

каждый четвертый испытывает недостаток в безопасной питьевой воде; каждый третий не обеспечен коммунальной службой удаления отходов, не получает медицинской помощи и не имеет топлива для приготовления пищи и обогрева.

Увеличение народонаселения планеты создаст еще более значительные проблемы. Человеку нужно место для расселения и производства материальных благ. Но самая главная проблема для миллиардов людей — это необходимость огромного количества пищи. Ежедневно на нашей планете от голода, недостаточного питания, а также из-за болезней, связанных с нищетой, преждевременно умирает 110 тыс. чел.

Неравенство в распределении материальных ценностей между развитыми и развивающимися странами и их гражданами ошеломляет. В развитых странах проживает 25 % мирового населения, которое при этом владеет 80 % мирового богатства. Таким образом, на долю развивающихся стран (75 % мирового населения) его остается только 20 %. Конечно же, и внутри каждой страны богатство распределено неравномерно.

Ключевой фактор, определяющий диспропорции в темпах прироста населения, — это суммарный коэффициент рождаемости (СКР), т. е. среднее число детей, которое рождает каждая женщина в течение жизни. При СКР = 2 обеспечена неизменная численность населения (два ребенка заменяют мать и отца), при СКР < 2 численности населения снизится. В России в 2013 г. СКР в среднем составил 1,6.

Но ведь биосфера — это неделимое целое. Из-за снижения биологической продуктивности одной среды обитания другие среды земного шара лишаются многих ранее поступавших веществ, в результате чего обедняется вся живая система суши. К тому же тропические почвы под сельскохозяйственными угодьями при существующей агротехнике быстро истощаются, что ведет к опустыниванию.

7.2. Проблема использования природных ресурсов

7.2.1. Типы природных ресурсов

Человечество всегда в той или иной мере использовало даримые природой богатства. Но постепенно размеры изымаемых природных ресурсов увеличивались, становились все более ощутимыми, а запасы их практически не возобновлялись.

Ресурсы, которыми располагает наша планета, принято делить на два основных типа — исчерпаемые и неисчерпаемые.

Неисчерпаемых ресурсов по количеству очень много, но человек до сих пор не научился эффективно использовать их. Например, что могли бы дать человеку энергия Солнца, воздушных масс, водных масс Мирового океана, космоса, если бы он обладал техникой ее широкого использования? Рациональное применение таких источников энергии принесло бы большую пользу народному хозяйству. Тем не менее использование неисчерпаемых природных ресурсов в широких масштабах — это дело будущих десятилетий, тогда как в настоящее время более актуальны проблемы, связанные с исчерпаемыми ресурсами.

Исчерпаемые ресурсы принято делить на два вида — возобновляемые и невозобновляемые. В состав возобновляемых ресурсов включаются животный и растительный мир, т. е. то, что мы называем живой природой (биотой). Особое место в них занимают почва и вода. К невозобновляемым ресурсам относятся полезные ископаемые, минералы и пр. Правда, в наше время происходит некоторая переоценка понятий «возобновляемый» и «невозобновляемый». Дело в том, что человек столь активно и нерационально использует ресурсы, что даже некоторые возобновляемые ресурсы восстановить стало невозможно. Несмотря на всю ценность естественной биоты, на нее ведется стремительное наступление. Еще при жизни нашего поколения она может быть практически полностью уничтожена в результате:

разрушения местообитаний представителей живой природы вследствие отчуждения земель человеком;
загрязнений;
чрезмерной эксплуатации;
интродукции новых видов;
совокупного действия вредных факторов и деградации среды.

Так, например, за 2000 лет с лица земли навсегда исчезло 106 видов млекопитающих, не считая птиц и других животных. И если первые 33 вида млекопитающих исчезли за период в 1800 лет, то следующие 33 — за 100 лет, а последние 40 — всего за полвека.

В настоящее время физическое уничтожение грозит существованию 280 видов млекопитающих животных, 350 видов птиц и 30 тыс. сортов растений.

Не менее ярким примером нерационального использования человеком возобновляемых природных ресурсов является лес. В настоящее время на поверхности земли осталось всего 2/5 лесов, некогда покрывавших сушу. При этом 1/3 лесов была уничтожена за последние 300 лет.

Мы наблюдаем развитие двух явлений: с одной стороны, это сокращение площади лесов, а с другой — уменьшение количества кислорода в атмосферном воздухе, что может привести к серьезному нарушению газового состава атмосферы. Именно лес служит тем уникальным насосом, который, образно говоря, перерабатывает и перекачивает огрехи человеческой

деятельности. В солнечный день 1 га леса поглощает 220...280 кг углекислого газа и выделяет 180...220 кг кислорода, а за год леса планеты «пропускают» через себя более 550 млрд т углекислого газа и возвращают человеку около 400 млрд т кислорода.

Кроме того, леса поглощают большое количество пыли (1 га леса за год может поглотить 32...63 кг пыли), выделяют очень ценные для человека вещества — фитонциды, способные убивать болезнетворные микробы (1 га леса дает в сутки 2...4 кг фитонцидов, 30 кг которых достаточно для уничтожения вредных микроорганизмов в большом городе).

Вместе с тем лес — это незаменимый строительный материал, сырье для целлюлозно-бумажной и химической промышленности, поэтому масштабы его использования все возрастают. Соответственно, лесной покров на планете будет сокращаться и дальше. И вот здесь должен сработать механизм восстановления потребляемого ресурса, т. е. восстановления лесов. Но это очень сложная проблема, поскольку вырубка леса идет гораздо быстрее, чем его восстановление. Для того чтобы срубить дерево с помощью современной техники, требуется всего несколько минут, а чтобы вырастить «спелый», пригодный для народного хозяйства лес, понадобится не менее 80—100 лет.

Не менее сложная ситуация сложилась в отношении таких невозобновляемых природных ресурсов, как полезные ископаемые, в том числе нефть, газ, железо, олово, цинк и др. Ежегодно человек добывает из недр земли не менее 100 млрд т различного рода минеральных и органических продуктов.

Ученые разных стран уже давно пытаются предсказать сроки возможного исчерпания различных видов полезных ископаемых, учитывая их запасы. Так, по различным оценкам, запасы железа, меди, золота, нефти, газа, свинца, цинка, серебра, платины, ртути могут быть исчерпаны в ближайшие десятилетия.

Появление таких данных повлекло за собой постановку вопроса о необходимости полностью пересмотреть наше отношение к полезным ископаемым, а именно:

- 1) при поисках новых залежей применять принципиально новые методы (например, космические съемки);
- 2) по возможности заменять одни виды сырья другими (вместо металла, например, можно иногда использовать базальт);
- 3) предпринимать серьезные меры по максимальной экономии сырья в производстве;
- 4) более широко использовать вторичное сырье.

Однако человек еще не может утверждать, что научился рационально использовать богатства, данные ему природой. По различным подсчетам, сегодня из общего количества добытых полезных ископаемых на народнохозяйственные нужды идет всего 20...30 %, а остальные 70...80 % выбрасываются в виде отходов.

7.2.2. Энергосбережение и развитие альтернативных источников энергии

Прогресс цивилизации представляет собой процесс замены человеческого труда другими источниками энергии. Например, для получения 1 т зерна, кроме человеческих рук и солнечной энергии, требуется баррель нефти (нефтяной баррель составляет 159 л), используемой в виде горючего для сельхозтехники, а также для производства удобрений и пестицидов.

В настоящее время на долю нефти приходится 44 % общего энергопотребления, доля природного газа в нем составляет 21 %, а угля — 22 %. Ядерное топливо, гидростанции и другие энергоресурсы дают остальные 13 %.

Существуют несколько основных направлений использования энергии:

1) транспорт — автомобили, автобусы, самолеты, поезда, корабли, тракторы, бульдозеры и т. д.;

2) промышленность — металлургия, химический синтез, производство других материалов, изготовление готовых изделий;

3) температурный контроль — отопление и охлаждение (кондиционирование) помещений, горячее водоснабжение;

4) производство электроэнергии, необходимой для работы электромоторов, которые приводят в действие самое различное оборудование, освещения, бытовой и промышленной электроники.

Уголь, нефть и природный газ часто называют ископаемым топливом. Хотя эти ископаемые и образовались в результате биологических процессов, всякое пополнение их запасов по мере использования исключено по двум причинам. Во-первых, условия на Земле изменились так, что значительного накопления органического вещества уже не происходит. Во-вторых, мы потребляем горючие ископаемые со скоростью, намного превышающей скорость, которая необходима для их образования. Подсчитано, что количество сырой нефти, расходуемое сейчас в течение дня, формировалось естественным путем в течение тысячи лет. Поэтому необходимо сократить потребление нефтепродуктов. Для этого подходит любое сочетание двух основных подходов — энергосбережения и развития альтернативных источников энергии.

Энергосбережение — это разработка систем, более эффективно использующих энергию, т. е. обеспечивающих такой же или даже более высокий уровень транспортных услуг, освещения, отопления, производительности труда и т. д. при меньших энерготратах, что подразумевает:

сокращение вдвое расхода автомобильного горючего — с 18,2 до 9,1 л на 100 км пробега (уже только это позволяет экономить около 2 млн бар. сырой нефти в сутки);

разработку моделей автомобилей, у которых средний расход горючего составляет 2,23...3,4 л на 100 км пробега (фирма «Рено» создала автомобиль, использующий 1,9 л на 100 км пробега);

улучшение термоизоляции помещений, благодаря чему можно добиться снижения энергорасходов на отопление и охлаждение и экономить как минимум 1 млрд бар. в год;

замену традиционных электроламп флуоресцентными, так как у ламп накаливания КПД составляет всего 5 %, а 95 % энергии теряется в виде тепла, в то время как у флуоресцентных ламп КПД близок к 95 %;

экономии сырой нефти и других видов ископаемого топлива, что позволит смягчить парниковый эффект, связанный с выбросами в атмосферу двуокиси углерода, сократить масштабы кислотных дождей, снизить приземный уровень озона и других загрязнителей воздуха, возникающих в основном при сжигании этих энергоресурсов;

изменение образа жизни — отказ от использования одноразовой тары, сдача бутылок, бумаги, вторичного сырья и т. д.

Снизить потребление сырой нефти и других традиционных видов топлива можно, заменив их альтернативными источниками энергии.

Ядерная энергия. После черновыльской катастрофы в апреле 1986 г. не трудно понять, почему интерес к атомным электростанциям (АЭС) сменился недоверием. Если, однако, сопоставить работу двух электростанций ТЭС и АЭС одной и той же мощности (1000 МВт) в течение года, выяснится следующее:

потребность в топливе: для ТЭС необходимо 3,5 млн т угля; добыча такого его количества открытым способом нанесет серьезный ущерб ландшафту, окружающим водоемам и за счет кислотного выщелачивания — грунтовыми водам; для АЭС потребуется 1,5 т обогащенного урана, что соответствует всего 1000 т урановой руды;

выделение углекислого газа: в результате работы угольной ТЭС в атмосферу поступит более 10 млн т углекислого газа, что усугубит парниковый эффект; АЭС углекислого газа не выделяет вообще;

выбросы двуокиси серы и других компонентов, выпадение кислотных дождей: на ТЭС составят более 400 тыс. т; на АЭС они не образуются;

твердые отходы: проблема их захоронения существует в обоих случаях, но радиоактивные отходы АЭС составят около 2 т, тогда как на ТЭС образуется около 100 тыс. т золы.

Тем не менее именно радиоактивные отходы и возможности аварий на АЭС вызывают тревогу ученых и общественности.

Солнечная энергия представляет собой кинетическую энергию излучения (в основном света) и образуется в результате термоядерных реакций в недрах Солнца. Ее запасы практически неисчислимы: астрономы подсчитали, что Солнце будет «гореть» еще несколько миллиардов лет. Также подсчитано, что примерно 1 % солнечной энергии вполне достаточно для обеспечения всех нужд транспорта, промышленности и нашего быта не только сейчас, но и в обозримом будущем. Более того, вне зависимости от того, будем мы ее использовать или нет, на энергетическом балансе Земли и состоянии биосферы это никак не отразится.

По использованию солнечной энергии на душу населения на первом месте в мире стоит Кипр, где 90 % коттеджей и значительное число отелей и многоквартирных домов располагают солнечными водонагревателями. В Израиле солнечная энергия обеспечивает 65 % горячего водоснабжения жилищ.

Одним из основных источников солнечной энергии являются солнечные батареи, изготовленные из особых материалов, в которых падающая энергия света индуцирует поток электронов, т. е. попросту электрический ток.

В детстве вы не раз пользовались увеличительным стеклом, чтобы прожечь дырку в бумаге. Своеобразное применение подобный подход нашел в так называемых энергобашнях. Установленные на площади в несколько гектаров зеркала фокусируют солнечный свет на котле, находящемся на вершине башни. Высокая температура превращает воду в пар, приводящий в движение обычный турбогенератор. По своей рентабельности энергобашни могут конкурировать с АЭС, а кроме того, они не загрязняют окружающую среду.

Создание солнечных прудов — это еще более дешевый способ улавливать и запастись солнечную энергию. Солнечный пруд представляет собой искусственный водоем, частично заполненный рассолом (очень соленой водой), поверх которого находится пресная вода. Плотность рассола гораздо выше, поэтому он остается на дне и с верхним слоем почти не смешивается. Солнечные лучи без помех проходят через пресную воду, но поглощаются рассолом, превращаясь при этом в тепло. Верхний слой действует как изоляция, не позволяя остывать нижнему. Иными словами, в солнечных прудах используется тот же принцип, что и в парниках, только земля и стекло заменены здесь рассолом и пресной водой соответственно. Поскольку солнечный пруд представляет собой высокоэффективный теплоаккумулятор, с его помощью можно получать энергию непрерывно.

Энергетическое использование биомассы. Любая органика, образующаяся за счет фотосинтеза, называется **биомассой**. Ее энергетическое использование — непосредственное применение в виде топлива или переработка в различные его виды, что осуществляется различными способами (рис. 4).

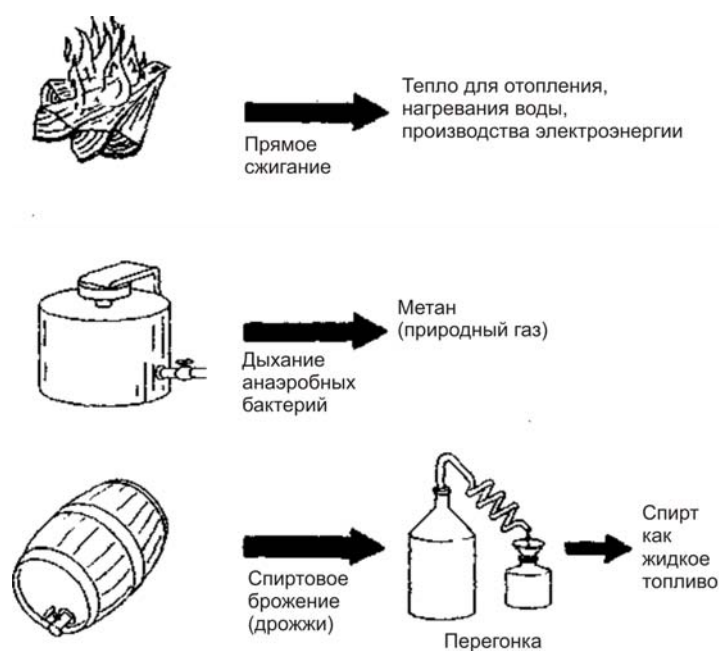


Рис. 4. Энергетическое использование биомассы

1. Прямое сжигание. Одна треть населения земного шара до сих пор использует древесину как единственный источник тепла и получения энергии. В ряде районов проблема загрязнения воздуха дымом от дровяных печей встала настолько остро, что уже вводятся ограничения на такое использование биомассы.

2. Получение метана (природного газа). Питание бактерий органикой в анаэробных условиях сопровождается выделением так называемого биогаза, на две трети состоящего из метана.

3. Получение спирта. Когда дрожжи в анаэробных условиях питаются сахаром и/или крахмалом, в качестве побочного продукта выделяется спирт, происходит так называемое спиртовое брожение. Первой страной, начавшей крупномасштабное производство спирта из сахарного тростника как автомобильного горючего, стала Бразилия. В настоящее время многие автомобили там работают на его смеси с бензином — так называемом бензоспирте.

Гидроэнергия. В течение тысячелетий падающая вода использовалась для вращения различных лопастей, колес и турбин. Однако Земля не располагает достаточным количеством крупных естественных водопадов, поэтому еще в XIX в. началось строительство высоких плотин, создающих искусственные перепады воды, которые позволяют получать значительное количество гидроэлектроэнергии.

Строительство плотин привело к затоплению ряда красивейших речных долин, гибели их растительного и животного мира, исчезновению ценных сельскохозяйственных угодий, лесов, территорий, представляющих археологический и геологический интерес. Поскольку расход воды, проходящей через плотину ГЭС, регулируется в зависимости от потребностей в электроэнергии, ниже по течению уровень реки в течение дня может меняться от почти полного пересыхания до паводковых отметок. Также экологические нарушения вызываются и снижением количества биогенов, достигающих ее устья.

Таким образом, любые предложения по строительству новых ГЭС должны рассматриваться с учетом того, окупают ли доходы от электроэнергии экологический и социальный ущерб, наносимый созданием водохранилища.

Энергия ветра. Ветер представляет собой одну из форм преобразованной солнечной энергии, так как его причина — неравномерное нагревание атмосферы Солнцем. В настоящее время используются специальные машины, называемые ветротурбинами. Чем больше площадь лопастей ветротурбины, тем больше она позволяет получить энергии: вдвое удлинив лопасти, можно в четыре раза увеличить выход энергии. Так, установка с размахом лопастей около 100 м, размещенных на башне высотой порядка 60 м, при оптимальной скорости ветра дает энергию 2,5 МВт, что достаточно для энергоснабжения около 2500 жилых домов. В большинстве регионов мира есть территории, где ветры дуют практически постоянно, что делает использование ветротурбин вполне рентабельным.

Геотермальная энергия. Поскольку в недрах Земли в результате распада природных радиоактивных веществ идет постоянное высвобождение энер-

гии, внутренняя часть планеты представляет собой расплавленную горную породу, которая время от времени вырывается наружу в виде вулканических извержений и других загрязнителей, в частности соединений серы. Однако эти примеси вызывают быструю коррозию турбин и другого оборудования, а при их выбросах в ОС загрязняются воздух и вода. Кроме того, число мест с геотермальными водами невелико и многие из них расположены далеко от потребителей энергии.

Энергия приливов и отливов. В приливах и отливах, сменяющих друг друга дважды в день, также заключена огромная энергия. Предложено множество интересных проектов использования этого экологически чистого и неиссякаемого источника. Самое простое из предложений заключается в постройке плотины с турбинами поперек устья морского залива. Вода, проходя во время прилива через отверстия в плотине, приводит турбины в движение, генерируя электроэнергию. При отливе наклон лопастей меняется на противоположный и генераторы продолжают работать без остановки.

В настоящее время в мире функционируют две приливно-отливные электростанции — в нашей стране и во Франции. Выработка электроэнергии на таких установках рентабельна при амплитуде колебаний уровня воды не менее 6 м. На Земле есть около 15 мест, где амплитуда приливов и отливов достигает такой величины.

Но и у этого вида энергии есть недостатки экологического характера. Плотины вызовут существенную деградацию ОС. Они станут задерживать наносы, мешать миграции морских организмов, нарушать сложившиеся механизмы циркуляции и перемешивания морских и пресных вод.

Итак, обзор различных альтернативных источников энергии показывает, что на пороге широкомасштабного промышленного внедрения находятся только три из них — ветротурбины, солнечные батареи и биогаз. Если добавить к этому энергосбережение, есть надежда на решение актуальных энергетических проблем. Таким образом, строительство новых атомных и тепловых электростанций вовсе не обязательно. Однако их придется еще какое-то время сохранять в качестве резервных источников для стабильного энергообеспечения.

7.3. Загрязнение биосферы

7.3.1. Загрязнение гидросферы

Вода представляет собой один из наиболее важных компонентов, обеспечивающих жизнь на нашей планете. Обладая рядом уникальных свойств, она влияет на протекающие в экосистемах сложнейшие физико-химические и биологические процессы. К таким свойствам относятся очень высокие и максимальные среди жидкостей теплоемкость, теплота плавления и испарения, поверхностное натяжение, растворяющая способность и диэлектрическая проницаемость, прозрачность. Они создают потенциальную возможность накопления в воде очень большого количества самых разнообразных загрязняющих веществ, в том числе патогенных микроорганизмов.

Кроме того, в последние десятилетия существенное влияние на гидросферу и водный баланс планеты стал оказывать сам человек. Антропогенные преобразования вод континентов уже достигли глобальных масштабов, нарушая естественный режим даже крупнейших озер и рек земного шара. Этому способствовало строительство гидротехнических сооружений (водохранилищ, оросительных каналов, систем переброски вод), увеличение площади орошаемых земель, обводнение засушливых территорий, урбанизация, загрязнение пресных вод промышленными, коммунальными стоками и т. д.

Под водопотреблением понимают использование водных ресурсов для удовлетворения нужд населения, промышленности, сельского хозяйства и т. д. Различают два типа водопотребления: возвратное подразумевает возвращение забранной воды в источник (используется в промышленности водохранилищ, коммунальном хозяйстве), а при безвозвратном вода расходуется на фильтрацию, испарение и т. п. (в основном применяется в сельском хозяйстве). Хотя запасы речных вод невелики (всего 1200 км^3 или $0,0001 \%$ от объема всей гидросферы), они, обладая значительной способностью к возобновлению и самоочищению, обеспечивают основной объем потребляемой воды в быту и хозяйстве.

Бытовое потребление воды в современном городе составляет $200 \dots 300$ л на человека, поэтому город с населением 3 млн чел. в сутки потребляет до 20 млн м^3 воды, а в год — до 1 км^3 , причем к качеству бытовой воды предъявляются высокие требования по совокупности органических качеств.

Главными показателями качества воды являются ионный состав, общее солесодержание, цветность, запах и вкус, жесткость, щелочность, содержание железа, марганца и некоторых других элементов.

В настоящее время качество природных вод во многих районах Земли ухудшилось настолько, что использовать их для водоснабжения невозможно.

Основной объем воды (около 96%) сосредоточен в Мировом океане. Воды суши, представляющие наибольший интерес в экологическом отношении, подразделяют на поверхностные, не защищенные от загрязнения (озера, водохранилища, водотоки), и более защищенные подземные воды.

В естественных условиях химический состав вод регулируется природными процессами, благодаря которым поддерживается равновесие между поступлением химических элементов в воду и выведением их из нее. Лишь на отдельных (обычно небольших) участках наблюдаются аномальные концентрации некоторых микроэлементов. Антропогенное же изменение химического состава вод обусловлено попаданием в гидросферу огромного количества сточных вод, содержащих отходы промышленного и сельскохозяйственного производства, коммунально-бытовые стоки. Они уменьшают в реках, озерах и грунтовых водах количество растворенного кислорода, изменяют условия разложения органических веществ, увеличивают концентрации азота, фосфора, различных металлов, хлорорганических соединений и прочих ядохимикатов, т. е. в конечном счете влекут за собой ухудшение качества воды.

Истощение вод — это сокращение количества воды в водном объекте, происходящее под влиянием человеческой деятельности и носящее устойчивый характер. Зачастую недостаток пресной воды обусловлен качественным истощением водных ресурсов, т. е. загрязнением и засорением водотоков и водоемов различными химическими веществами и мусором.

Водотоки и водоемы считаются загрязненными, если в результате деятельности человека состав или состояние их вод подвергается изменению до такой степени, что они становятся непригодными для целей, которым они служили до начала их использования человеком. **Загрязнение поверхностных природных вод** — это процесс изменения физических, химических или биологических свойств природных вод при попадании в них различных веществ, который может оказать вредное воздействие на человека и природу, а также ограничить возможности использования воды.

Веществом, загрязняющим воду, является каждое соединение, вызывающее нарушение норм качества воды. Наиболее опасны химические загрязнители воды: они делают ее непригодной для питья или же вредной для гидробионтов.

Среди загрязнителей водной среды выделяют:
легко поддающиеся разложению органические вещества (бытовые стоки);
трудно или совсем не поддающиеся разложению органические вещества (главным образом промышленные стоки);
соли (хлориды, сульфаты, нитраты и пр.);
соединения тяжелых металлов (ртути, кадмия, свинца, ниобия и др.).

Под **засорением поверхностных природных вод** следует понимать поступление в водотоки и водоемы посторонних нерастворимых предметов, например древесины, металлолома, шлака, строительного мусора и т. д. Серьезно засоряет поверхностные воды лесосплав, когда источником загрязнения является затонувшая древесина и различные попутные отходы.

Примеси, поступающие в водные объекты и загрязняющие их, можно подразделить на три вида:

минеральные — песок, глина, различные золы, шлаки, растворы солей, кислот, щелочей, эмульсии масел, радиоактивные и другие неорганические соединения;

органические — разнообразные вещества растительного и животного происхождения, а также многочисленные отходы в виде смол, фенолов, красителей, спиртов, альдегидов, серо- и хлорсодержащих органических соединений и т. д.;

биологические — болезнетворные бактерии и вирусы, возбудители инфекций, попадающие в водоемы и водотоки с бытовыми сточными водами и стоками некоторых производств.

Специфическими токсическими свойствами обладают сточные воды содовых, сернокислотных, азотно-туковых заводов, электрохимических производств, заводов черной металлургии, машиностроительных предприятий, рудников по добыче руд, содержащих цветные металлы. Эти стоки содержат

оксиды, гидроксиды, соли тяжелых металлов, цианиды, роданиды, щелочи, мышьяк. Столь же опасны сточные воды химических, коксохимических, газосланцевых предприятий, содержащие смолистые вещества, фенолы, меркаптаны, органические кислоты, альдегиды, спирты, красители. Негативный вклад вносят и горнодобывающие предприятия.

Помимо взвешенных веществ, в состав стока входят различные растворенные химические вещества и биогенные элементы. Органическое вещество в поверхностном стоке (как, впрочем, и во всех природных водах) имеет настолько разнообразный состав, что охарактеризовать его химически довольно затруднительно. Поэтому оценку уровня загрязнения производят по косвенным показателям, используя тест на биохимическую потребность в кислороде (БПК₅), который позволяет определить количество кислорода, расходуемого в процессе бактериального разложения органического вещества в течение 5 сут при стандартных условиях. Для этой же цели иногда используют тест на химическую потребность в кислороде (ХПК), но он характеризует общее содержание органики, а не ту часть, которая легче разлагается бактериями, и не дает представления о скорости потребления кислорода. ХПК дождевого стока может изменяться в пределах 30...1500 мг кислорода на 1 л, а БПК₅ — в пределах 3...150 мг кислорода на 1 л.

Одними из самых опасных загрязнителей водных ресурсов в настоящее время стали поверхностно-активные вещества (ПАВ). Они снижают способность воды к насыщению кислородом, парализуют деятельность микроорганизмов, разрушающих органические вещества, и сами плохо поддаются биохимическому разложению.

Серьезным источником загрязнения внутриконтинентальных водотоков и водоемов следует считать речной транспорт, с которого поступают подсланевые воды, содержащие нефтепродукты, отработанные масла и канцерогенные полициклические углеводороды, хозяйственно-бытовые стоки, сухой мусор с судов, нефть и другие жидкие и твердые отходы.

В последние годы в связи с нарастающими объемами сельскохозяйственного производства все большую значимость приобретает проблема загрязнения природных вод поверхностным стоком с полей, лесов и других угодий. Условно такие загрязнители природных вод можно подразделить на три группы:

биогенные вещества, поступающие в реки и водоемы в результате вымывания удобрений из почвы;

ядохимикаты (пестициды, инсектициды, гербициды, дефолианты и др.), смываемые с полей или распыляемые с самолетов;

продукты водной эрозии почв, включающие в себя органические и неорганические вещества, а также ядохимикаты.

Главным источником биогенных элементов в поверхностных водах все больше становятся удобрения. Одним из наиболее неблагоприятных последствий загрязнения водоемов является **эвтрофикация** (**эвтрофирование**) — ускоренное повышение их биопродуктивности в результате накопления

в воде биогенных веществ. Иногда биопродуктивность водоемов повышается и за счет естественных факторов, но, как правило, это достаточно быстро компенсируется внутренними способностями экосистемы.

В связи с непрерывно возрастающим загрязнением поверхностных вод подземная гидросфера становится практически единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. Поэтому ее рациональное использование и охрана от загрязнения и истощения имеют важнейшее экологическое значение. Положение усугубляется тем, что пригодные для питья подземные воды залегают в самой верхней, наиболее подверженной загрязнению части артезианских бассейнов и других гидрогеологических структур, а реки и озера составляют всего 0,019 % общего объема воды. Опасность загрязнения подземных вод заключается в том, что подземная гидросфера (особенно артезианские бассейны) является конечным резервуаром накопления загрязнителей как поверхностного, так и глубинного происхождения.

Еще один значительный источник загрязнений подземных вод представляет собой сельское хозяйство. Навозохранилища при крупных животноводческих комплексах, построенные из сборного железобетона, повсеместно протекают, впрочем, в те годы, когда строили эти сооружения, никто не помышлял о необходимости их изоляции от внешней среды. Кроме протечек, в весеннее время они, как правило, переполняются за счет полной воды и становятся мощными точечными источниками загрязнений. Наибольшую опасность представляют указанные сооружения при свиноводческих фермах вследствие гельминтозного и другого патогенного загрязнения.

Применение пестицидов опасно широким площадным распространением, их высокой миграционной способностью, стойкостью некоторых продуктов их распада и загрязненностью самих примесей, токсичность которых зачастую еще не полностью оценена.

Особую опасность создает применение фосфоорганических пестицидов, которые представляют собой сильнодействующие токсины, вызывающие массовую гибель птиц (сизых голубей, дроздов, скворцов и др.).

Использование удобрений в растениеводстве при неразвитой агротехнике способно, при всех успехах в повышении урожайности, нанести большой вред качеству грунтовых вод.

Тепловые электростанции опасны для подземных вод тепловым загрязнением, т. е. формированием повышенного температурного поля, в котором процессы взаимодействия подземных вод с естественными и искусственными органическими веществами идут более интенсивно.

Освоение подземного пространства не может пройти незаметно для режима подземных вод. Заглубление фундаментов под уровень грунтовых вод, укладка тоннелей, в том числе и метрополитенов, коллекторов и т. п. уменьшает площадь поперечного сечения потока грунтовых вод, что вызывает подъем их уровня.

Глобальную проблему представляет загрязнение Мирового океана. Это географический объект со специфическим геологическим и геоморфологическим строением, геохимическими и физико-химическими процессами, которые протекают в толще вод и донных отложений. Он отличается особым характером обмена энергии, вещества, информации в процессах взаимодействия с атмосферой и поверхностью литосферы — дном, а также своим растительным и животным миром и имеет колоссальное экологическое значение в функционировании биосферы Земли.

Общеизвестно, что вода в океане соленая. Морская вода — это многоэлементный и к тому же питательный раствор, в котором природа выращивает миллиарды тонн растительного вещества. Масса растворенных солей достигает астрономической величины — 48 млрд т; при этом на долю хлористого натрия приходится 38 млрд т. Но самое удивительное в этом растворе — это не огромное количество солей, а постоянство их соотношения между собой. Соленость меняется в зависимости от испарения, речного стока и атмосферных осадков, тогда как состав солей — глобальная константа. Средняя соленость воды океана 35 ‰. В открытом океане она практически неизменна.

Сегодня Мировой океан привлекает серьезное внимание человека как хранилище огромных минерально-химических и энергетических ресурсов. Во многих районах дно Мирового океана устлано крупными железомарганцевыми конкрециями, запасы которых составляют до 300...350 млрд т; обнаружены месторождения меди, алмазов, каменного угля, не говоря уже о запасах нефти и газа. Например, прогнозные оценки запасов морской нефти составляют 60...150 млрд т.

Мировой океан является источником богатейших биологических, промышленно-сырьевых и энергетических ресурсов, но их эффективное освоение возможно только в случае радикального решения проблемы защиты океанических вод от загрязнения.

Загрязнение Мирового океана связано главным образом с поступлением в его акваторию огромного количества антропогенных вредных веществ (нефтяных углеводородов, биогенных компонентов, пестицидов, тяжелых металлов, радионуклидов и др.). Постоянно увеличивающаяся нагрузка на Мировой океан ведет к постепенной деградации морских экосистем и другим неблагоприятным экологическим последствиям.

Особую опасность для морских экосистем представляет нефтяное загрязнение, так как по последним оценкам примерно 20...30 % поверхности Мирового океана покрыто нефтяными пленками. Эти пленки, чрезвычайно тонкие, но весьма активные, способны нарушать важнейшие физико-химические процессы в океане, что приводит к весьма нежелательным последствиям глобального масштаба, а на более низких уровнях отрицательно влияет на функционирование гидробиоценозов. Нефтяные пленки, будучи молекулярно устойчивыми, накапливаются в поверхностном слое воды, донных осадках, морских организмах и, передаваясь по трофическим цепям, создают угрозу здоровью человека при употреблении им в пищу рыбы и морепродуктов.

Основными источниками радиоактивного загрязнения Мирового океана являются:

- испытания ядерного оружия;
- сброс радиоактивных отходов непосредственно в море;
- крупномасштабные аварии (ЧАЭС, аварии судов с атомными двигателями-реакторами);
- захоронение радиоактивных отходов на дне.

Подводя итог, следует отметить, что особое внимание при изучении современного состояния загрязненных водных систем необходимо уделять долговременному эффекту воздействия низких доз загрязнителей (близких, но не равных ПДК). Установлено, что это оказывает более пагубное влияние на популяции водных организмов, чем острое, но кратковременное токсическое воздействие. Кроме того, каждый водоем уникален из-за больших различий в химическом составе, скорости перемешивания, температурного режима, вертикальной зональности водной массы и других характеристик.

7.3.2. Загрязнение и иные воздействия на литосферу

В настоящее время деятельность человека не только становится одним из ведущих геологических факторов по своим масштабам, но и качественно отличается от всех доантропогенных видов экзогенного воздействия на Землю. Сюда можно отнести такие крупномасштабные и специфические виды геологической деятельности человека, как строительство, сельское хозяйство, синтез новых химических соединений, концентрация естественных и техногенных веществ, перемещение и реструктуризация горных пород, изменение рельефа, разрушение и преобразование геологических тел, перераспределение напряжения в верхних областях земной коры (даже до глубины нескольких десятков километров), мощное динамическое и сейсмическое воздействие, сопоставимое по мощности с извержением не очень крупного вулкана, и т. д.

Другое важное свойство производственной деятельности человека — интенсивное развитие, по темпам значительно превышающее скорость изменения естественных условий на Земле. Другими словами, структура планеты не успевает преобразоваться, чтобы включить в свои циклы и сбалансировать техногенные геологические процессы, т. е. физические и химические процессы как составляющие того или иного уровня процесса эволюции Земли.

Таким образом, геологическая деятельность человека характеризуется особенной интенсивностью и глубиной воздействия и влияет даже на ход эндогенных процессов столь глубоких уровней, что реакция системы может длиться десятки и сотни лет.

Рост технических возможностей увеличивает границы проникновения человека в геологическую среду (например, нефть в промышленных целях добывается с глубин в несколько километров). Ярким примером техногенного воздействия на эндогенный геодинамический комплекс могут служить проявления наведенной сейсмичности — увеличение сейсмической активности некоторых областей планеты вследствие разрядки тектонических напряжений, спро-

воцированной техногенным перераспределением внутренних напряжений земной коры, которое, в свою очередь, вызвано заполнением крупных водохранилищ, динамическим воздействием мощных взрывов, перемещением больших масс горных пород, извлечением полезных ископаемых и т. д.

Источником воздействия на литосферу может стать любой вид инженерной или хозяйственной деятельности человека. При этом, несмотря на то что отдельные виды или источники воздействия (автодорога, здание, плотина, промышленное предприятие и т. д.) действуют раздельно, геологическая среда испытывает комплексное воздействие от всех источников, сосредоточенных на данных территориях.

Интенсивность воздействия зависит от его источника и может изменяться в ощутимых пределах от незначительных, следы которых бесследно исчезают в течение нескольких дней или даже часов, до глобальных, пронизывающих всю планету. Примером последних могут служить мощные ядерные взрывы, вызывающие колебания горных пород (сейсмические волны), несколько раз проходящие сквозь Землю и отражающиеся от ее внутренних сфер. Сила таких воздействий сопоставима даже с некоторыми эндогенными процессами — извержениями вулканов и землетрясениями.

Реакция геологической среды проявляется как процесс возвращения техногенно измененной структуры геодинамического комплекса в равновесное состояние. В случае относительно слабых воздействий структура геодинамического комплекса может вернуться в исходное состояние подобно тому, как исчезает в прибое след, оставленный на мокром песке. Такое воздействие можно считать обратимым.

Воздействие может быть оказано на один или несколько факторов развития геодинамического комплекса на территории, охватывающей большее или меньшее количество его компонентов — геологических процессов.

По области приложения воздействия могут быть подразделены на прямые, т. е. происходящие непосредственно между человеком и компонентом литосферы, и косвенные, которые осуществляются через компоненты гидросферы, атмосферы и биосферы.

По масштабу воздействия могут характеризоваться как локальные, региональные и глобальные. Эта градация условна, потому как выделяемые уровни не имеют абсолютно четких границ, но отражают результаты и время развития реакции геологической среды на воздействие. Очевидна прямая зависимость масштаба от уровня воздействия и глубины его проникновения в структурные уровни планеты. Примером глобальных воздействий может служить потепление климата планеты, обуславливающее изменение экзогенных факторов геологических процессов, а следовательно, и структуры всего экзогенного геодинамического комплекса — механизма развития приповерхностных зон планеты. Локальные и региональные воздействия охватывают большие или меньшие области Земли, но не имеют заметного проявления в масштабе всей планеты.

Время приложения воздействия характеризует продолжительность его влияния. Можно выделить следующие типы воздействий:

кратковременные — не превышающие несколько лет;

длительные — сопоставимые со временем жизни человека и сроком реального планирования тех или иных хозяйственных проектов;

стабильные — те, которые в прогнозируемом отрезке будущего времени могут быть приняты как постоянные.

Различение воздействий по времени приложения также достаточно условно. Оно отражает масштабность, время проявления и глубину развития реакции геологической среды на них. Примером кратковременных воздействий могут служить геологические изыскательские и поисковые работы, сейсморазведочные взрывы, разработка карьеров местных строительных материалов, которая осуществляется обычно после завершения этих работ, длящихся от нескольких месяцев до нескольких лет (2—3 года), т. е. после снятия воздействия. Конечно, при учете интенсивности, масштаба и обратимости реакции геологической среды возможно восстановление исходных условий или изменение структуры геодинамического комплекса.

Воздействия на геологическую среду могут иметь периодический и непериодический (однократный) характер. Период также имеет значение: если он короткий, то реакция среды на воздействие не успевает достичь полной стабилизации до следующего воздействия; длиннопериодные воздействия характеризуются тем, что реакция среды на них достигает полной стабилизации до появления следующего цикла. Примером длительного воздействия может служить разработка месторождений полезных ископаемых, причем принципиально, что именно подлежит добыче — более важным является объем месторождения. Однако как бы ни были велики запасы полезного ископаемого, через несколько, пусть даже десятков, лет они исчерпываются и воздействие снимается.

Гидрогеологические условия (динамика, химический состав, температура) в городских условиях существенно изменены вследствие откачек водозаборами, дренирования и водопонижения вокруг подземных сооружений (метрополитенов, подземных гаражей, шахт и т. п.); подтопления за счет водопотерь из водонесущих коммуникаций (подтоплено до 70 % городов России); уменьшения областей питания за счет «закрытия» земной поверхности мостовыми, зданиями и другими инженерными объектами; изменения химического состава в результате питания дождевыми и талыми снеговыми водами, промывающими свалки, склады, дороги и прочие промышленные и хозяйственные объекты, поверхностными водами, загрязненными промышленными и бытовыми сбросами и загрязненными дождевыми и талыми снеговыми водами; утечками из городских коммуникаций и ряда других факторов. Это влечет за собой активизацию таких специфических процессов, как развитие карстово-суффозионных воронок, оврагообразование, оползневые процессы и т. п., которые, как правило, усложняют инженерно-геологические условия и влекут деградацию всех компонентов природной среды.

7.3.3. Деградация и эрозия почв

В непосредственной связи и взаимодействии с приповерхностной частью литосферы находятся почвы.

Экологические функции почвы весьма изменчивы, но в целом почва характеризуется высокой степенью динамичности свойств и состава, что делает эту важнейшую для биосферных процессов субстанцию чрезвычайно чувствительной к влиянию хозяйственной деятельности человека. Изменения могут быть как позитивными, так и негативными — вплоть до полной утраты тех или иных функций при деградации почвы или полного ее уничтожения.

Деградация почв всегда сопровождала сельскохозяйственную деятельность человека. Еще больший вред наносила индустриальная деятельность, которая почти всегда влекла за собой фактическое уничтожение почвы. Общая площадь разрушенных и деградированных за всю историю человечества почв составляет 20 млн км², что значительно превышает всю пахотную площадь современного мира — 15 млн км². Распределение площадей деградированных почв следующее:

Степень деградации	Крайняя	Сильная	Умеренная	Легкая
Площадь, %	1	15	46	38

Соотношение наиболее распространенных видов деградации почв выглядит следующим образом:

Вид деградации	Водная эрозия	Ветровая эрозия	Химическая	Физическая
Степень распространенности, %	56	28	12	1

Эрозия почв обычно определяется как их разрушение временными водными потоками и ветром, т. е. речь идет о собственно водной и ветровой эрозии.

Различают три вида водной эрозии: дождевую, эрозию при снеготаянии и ирригационную (возникающая при поливе). Эрозия почв при снеготаянии отличается небольшой интенсивностью, но значительной продолжительностью: потери почвы при снеготаянии обычно не превышают нескольких тонн с одного гектара. Продолжительность дождевой эрозии невелика (минуты или часы), но интенсивность выше, так как количество смываемой почвы достигает десятков тонн с гектара. Ветровая эрозия (дефляция) бывает повседневной, а также возможна в виде пыльных бурь. Повседневная эрозия вызвана постоянными не очень сильными ветрами и поэтому пространственно ограничена. Практически все пахотные почвы подвержены такому виду эрозии.

Эрозия почв оказывает серьезное негативное влияние не только на экономические параметры, но и на экологическую составляющую. Снижение плодородия почв влечет за собой уничтожение развития растительности и последующих трофических уровней. Сносимая почва заливает водоемы,

создает запыленность воздуха, усиливает поверхностный сток — это не что иное, как потерянная влага, которая не впиталась в почву и, следовательно, не используется растениями. С поверхностным стоком с полей выносятся удобрения и пестициды, активно загрязняющие природные воды.

Физическая деградация почв выражается прежде всего в ее активном переувлажнении и разрушении макроструктуры. Она возникает при пастбищном скотоводстве и использовании при пахоте тяжелой техники, но еще более активна при строительных работах, причем не столько под самими будущими сооружениями, сколько под строительной инфраструктурой — дорогами, бытовками, складами материалов и конструкций и т. д. Процесс дегумификации почв — потери почвами гумуса за счет его некомпенсируемой минерализации, удаления гумусированного слоя или его части эрозионными процессами — известен весьма давно, но значимость его начала оцениваться лишь в последнее время. В целом, дегумификация связана с изменением биогеохимического цикла углерода из-за уничтожения естественной растительности на пахотных землях, застраиваемых территориях или других отчуждаемых участках земли при их хозяйственном освоении. Обычно в течение первых лет после распашки запас гумуса в почве снижается на 25...50 % от исходного. Однако следует сказать, что при использовании научно обоснованных агротехнических методов можно даже увеличить плодородие почв, хотя количественно таких земель достаточно мало.

Мощным фактором воздействия на природные экосистемы является орошение почв. При очевидных положительных результатах возникает ряд негативных экологических последствий:

вторичное засоление почв, приводящие к снижению продуктивности земель или к полной ее потере (ежегодно в мире из-за бездренажного орошения, фильтрационных потерь из каналов и повышенной минерализации поливной воды теряются сотни тысяч гектаров);

осолонцевание (проявление солонцовых свойств) и солитизация почв;

образование растущих соляных водоемов в местах сброса дренажно-коллекторных вод;

резкое ухудшение качества речных вод в результате сброса в них дренажно-коллекторных вод;

засоление и деградация ландшафтов в низовьях рек вследствие большого водозабора в верховьях;

загрязнение поверхностных и подземных вод избытком солей, минеральных удобрений (в том числе нитратов), пестицидов, ядохимикатов;

дефицит водоснабжения, особенно питьевого, на больших территориях;

загрязнение токсикантами местообитаний представителей дикой фауны, особенно перелетных водоплавающих птиц, ведущее к исчезновению видов;

распространение болезней среди населения, живущего как непосредственно среди орошаемых территорий, так и в местах сброса дренажного стока;

загрязнение нитратами сельскохозяйственной продукции вследствие усиленного применения азотных удобрений на орошаемых полях;

необратимые гидрологические и гидрогеологические изменения, в частности исчерпание подземных водных ресурсов, местами сопровождающееся просадочными явлениями в грунтах;

формирование неблагоприятных социально-экономических последствий.

Даже при орошении почв доброкачественными водами деградирует структура черноземов, появляется слитность почвенной массы, выносятся кальций, уменьшается количество гумуса и изменяется его состав, снижается воздухо- и водопроницаемость почв.

Промышленная эрозия почв в наибольшей степени проявляется в местах добычи полезных ископаемых и при строительстве.

При добыче нефти и газа почва не только механически разрушается, но и загрязняется сырой нефтью, пластовыми водами, поступающими из скважин. В качестве загрязнителей выступают также применяемые в нефтедобыче буровые растворы и химические реагенты. При разработке газовых месторождений газовые потоки меняют состав почвенного воздуха и стимулируют эмиссию газообразных углеводородов в атмосферу.

Весьма распространенным является нефтехимическое загрязнение почв на автозаправочных станциях, базах горюче-смазочных материалов, при транспортировке и особенно авариях с разливом нефтепродуктов. Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами ухудшает их физические свойства, ингибирует биологическую активность, обуславливает накопление в почве токсичных, в том числе канцерогенных, соединений.

Одним из самых серьезных загрязнителей почв в последнее время стали отходы производства и потребления. Твердые бытовые отходы, не говоря уже о токсичных и нетоксичных промышленных отходах, подвергаются выдуванию, промачиванию атмосферными осадками на пунктах первичного сбора, сортировки, при транспортировке и захоронении. Образовавшиеся загрязненные фильтраты попадают на почвенный покров и далее с водой — в растения, а затем распространяются по следующим трофическим уровням. При мусоросжигании в рамках действующих технологий в атмосферу выбрасывается ряд химических соединений, из которых некоторые, например диоксины, весьма опасны. Эти выбросы выпадают на почвы вместе с атмосферными осадками и загрязняют их.

В значительной степени экологические проблемы, характерные для почв, имеют отношение к агроэкологии.

Сущность экологических противоречий в сельскохозяйственном производстве состоит в следующем:

массовое вовлечение в активный сельскохозяйственный оборот земель в сухостепной и полупустынной зонах привело к развитию загрязнений, снижению влажности, «обсыханию» почв;

расширение посевов зерновых в связи с большой долей паров (времени без посевов) привело к усилению нагрузки на пастбища и их последующей деградации на значительных площадях;

искусственное смещение границы рискованного земледелия в южном направлении резко ухудшило условия для местного животноводства, усилило контрастность почвенных условий;

экстенсивное орошение и осушение в погоне за освоением площадей способствовало их заболачиванию, осолонцеванию;

создание крупных животноводческих комплексов усугубило проблему утилизации отходов животноводства; в ряде случаев навоз — отличное удобрение — превратился в источник активного загрязнения.

К числу наиболее научно проработанных направлений по экологическому использованию сельскохозяйственных угодий относится **мелиорация** — проектируемое изменение естественных и изначальных функций ландшафтов для оптимизации условий жизни населения в регионе, рационального использования его ресурсов.

7.3.4. Загрязнение атмосферы

Атмосферный воздух, будучи одним из важнейших жизнеобеспечивающих природных компонентов на Земле, представляет собой сложившуюся в ходе эволюции планеты и деятельности человека смесь газов и аэрозолей приземной части атмосферы, находящуюся вне пределов жилых, производственных и иных помещений. Именно загрязнения приземного слоя атмосферы — это самый мощный, постоянно действующий фактор воздействия на растения, животных и микроорганизмы, все трофические цепи и уровни, качество жизни человека, устойчивое функционирование экосистем и биосферы в целом. Атмосферный воздух имеет неограниченную емкость и играет роль наиболее подвижного, химически агрессивного и всепроникающего агента взаимодействия компонентов биосферы, гидросферы и литосферы вблизи поверхности Земли.

Загрязнение атмосферы — это привнесение в атмосферу или образование в ней физико-химических соединений, агентов или веществ, обусловленное как природными, так и антропогенными факторами. Оно, видимо, является наиболее опасной формой загрязнения окружающей среды, так как дыхание — основа жизни любого организма.

Естественными источниками загрязнений атмосферного воздуха служат, прежде всего, вулканические выбросы, лесные и степные пожары, пыльные бури, дефляция, морские штормы и тайфуны. Эти факторы, за исключением широкомасштабных катастрофических природных явлений, не оказывают отрицательного воздействия на природные экосистемы.

Довольно значительным бывает на первый взгляд безобидное загрязнение атмосферного воздуха морской водой в прибрежных зонах при сильных штормах и тайфунах. Увлажненный морской водой воздух перемещается на берега, и после испарения воды происходит выпадение солей на поверхность почвы и растительность, откуда они могут поступить в трофические цепи.

Источниками природного загрязнения атмосферы могут быть и пыльные бури, образование которых связано с переносом сильным ветром поднятого с земной поверхности большого количества пыли или песка, не закрепленных корневой системой растений частиц верхнего слоя пересушенной почвы.

Однако в последние десятилетия антропогенные загрязнения и воздействия на атмосферу стали преобладать над естественными не только по частоте и характеру, но и — что более важно — по масштабу проявления, постепенно приобретая глобальный характер.

К основным источникам загрязнения относят промышленные предприятия, транспорт, теплоэнергетику, сельское хозяйство и др. Особенно токсичны выбросы в атмосферу предприятий химической, нефтеперерабатывающей, черной и цветной металлургии, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, предприятий по производству строительных материалов и др. Так, при работе агломерационных фабрик в атмосферу поступают пыль и оксиды серы, предприятия химической промышленности загрязняют атмосферу диоксидом серы, фтористым водородом, хлором, оксидом азота. Предприятия черной металлургии выбрасывают пыль, газы — оксиды серы и металлов. Заводы стройиндустрии выбрасывают пыль, фториды, диоксиды серы и азота. От нефтеперерабатывающих предприятий поступают углеводороды, сероводород, стирол, толуол, ацетон и многие другие газы.

Исключительно с антропогенным загрязнением атмосферы — выбросами диоксида серы и оксидов азота (ежегодно объем мировых выбросов составляет более 252 млн т) — связано выпадение кислотных осадков. От этого в различных регионах мира погибают леса на площади более 31 млн га. Кроме того, под воздействием кислотных осадков значительно снижается урожайность некоторых сельскохозяйственных культур (хлопчатника, томатов, винограда, и др.), в среднем на 20...30 %.

По данным исследований шведских ученых, при pH = 6,0 гибнут ракообразные, улитки, моллюски; при pH = 5,9 — лосось, форель, плотва; при pH = 5,8 — восприимчивые к кислотному загрязнению насекомые, фито- и зоопланктон; при pH = 5,6 — сиг, хариус; при pH = 5,1 — окунь и щука; при pH = 4,5 — угорь и голец.

Серьезным антропогенным источником загрязнения являются выбросы в атмосферу твердых частиц. Переход теплоэнергетики на сжигание низкокачественного высокозольного твердого топлива увеличивает количество золошлаковых отходов, усложняя систему очистки продуктов сгорания от мелких частиц золы, выбрасываемых в атмосферу через дымовую трубу, и увеличивает выброс частиц в атмосферу. Концентрация твердых частиц в потоке продуктов сгорания зависит от свойств топлива и способа его сжигания.

Значительные выбросы твердых частиц происходят при проведении открытых горных работ, открытой добыче сырья, производстве строительных материалов. Образующееся в карьере при взрывных работах облако пыли и газов распространяется на расстояние до 10...12 км. Кроме того, сдуваемая с отвалов пыль осаждается на почву, уменьшая ее плодородие.

Особую опасность для здоровья человека представляют оксиды азота (монооксид NO и диоксид NO₂), которые образуются при сжигании всех видов топлива. Их высокие концентрации локализуются вблизи источников выбросов и приводят к появлению смога.

Смог — сильное загрязнение воздуха в больших городах и промышленных центрах, обусловленное застаиванием больших масс воздуха.

Существует два типа смога:

густой туман с примесью дыма и газовых отходов производства;
пелена едких газов и аэрозолей повышенной концентрации.

Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при определенной физико-географической обстановке: наличии в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов, озона и других загрязнителей в условиях интенсивной солнечной радиации и безветрия или очень слабого обмена воздушных масс в приземном слое. Кроме того, на формирование смога влияет температурная инверсия, которая присуща любому крупному городу, инсоляция, влажность.

По своему физиологическому воздействию на человеческий организм фотохимический смог крайне опасен, особенно для дыхательной и кровеносной систем: возникает стойкая неспособность крови к усвоению и переносу кислорода.

Автомобильный транспорт, использующий этилированный бензин, является основным источником выброса в атмосферу высокотоксичных соединений свинца. В 1 л такого бензина содержится до 0,4 г свинца. По данным ЮНЕСКО, из атмосферы ежегодно поступает в моря и океаны до 200 тыс. т свинца.

Одним из наиболее токсически опасных выбросов в атмосферу является бенз(а)пирен (C₂₀H₂). Это вещество имеет свойство накапливаться в организме и способствует развитию онкологических заболеваний, т. е. является канцерогеном. При сжигании природного газа при неправильном режиме может образовываться 1...10 мкг/100 м³ бенз(а)пирена, а при сжигании мазута — 50...100 мкг/100 м³.

В незагрязненном воздухе уровень содержания монооксида углерода (CO) невелик. Главными источниками поступления CO в атмосферу являются автомобильный транспорт и ТЭС. В природе, однако, постоянно происходят процессы, приводящие к поглощению CO, который может окисляться атмосферным кислородом в CO₂, но эта реакция протекает чрезвычайно медленно. Из воздуха CO удаляется, поглощаясь микроорганизмами почвы, диффундирует в стратосферу, где вступит в реакцию с реакционно-способными атомами и молекулами. По оценкам специалистов, среднее время пребывания CO в атмосфере составляет шесть месяцев.

Молекулы CO химически не активны, но обладают специфической способностью прочно связываться с гемоглобином крови — железосодержащим белком, выполняющим роль переносчика кислорода. Вследствие этого у человека, вдыхающего в течение нескольких часов воздух, содержащий, на-

пример, 0,1 % CO, на 60 % снижается нормальная способность крови снабжать организм кислородом. Это означает, что во столько же раз интенсивнее должно работать сердце. Поэтому, по мнению многих ученых-медиков, загрязнение воздуха CO способствует развитию сердечных недугов, что особенно часто наблюдается у курильщиков. Курение, т. е. постоянное вдыхание CO, ухудшает умственную деятельность, мешает концентрации внимания. Выкуривая одну сигарету, человек вдыхает более 3600 различных химических соединений, включая монооксид углерода, формальдегид и диоксид азота. Маленькие дети, проживающие в квартирах, где кто-либо из членов семьи постоянно курит, гораздо чаще болеют респираторными заболеваниями.

Соединения серы относят к одним из самых вредных газов из числа наиболее распространенных загрязнителей воздуха. Особую опасность для жизни и здоровья людей представляет диоксид серы SO₂, образующийся при сжигании топлива и выбрасывающийся в атмосферу через различные дымовые трубы. Попадая в атмосферу, диоксид серы подрывает здоровье людей, угнетает животный и растительный мир, ускоряет коррозию и разрушение машин, механизмов, зданий и сооружений.

Выбросы диоксида серы, обусловленные работой теплоэнергетических установок, сжигающих органическое топливо, превышают 100 млн т в год. Если бы человечеству удалось уловить третью часть этих выбросов и получить из них товарную серу, то можно было бы закрыть все добывающие и перерабатывающие предприятия.

Одной из функций атмосферы является защита поверхности Земли от губительного действия коротковолнового излучения. Другая важная функция — поддержание относительно постоянной и умеренной температуры на поверхности нашей планеты. За сохранение благоприятных температурных условий у поверхности Земли ответственны главным образом два компонента атмосферы — диоксид углерода (CO₂) и вода (H₂O).

Большая часть коротковолнового излучения задерживается CO₂ и H₂O, поглощающими его в инфракрасной области, тем самым эти компоненты не дают рассеиваться теплу и поддерживают пригодную для жизни равномерную температуру у поверхности Земли. При этом пары H₂O играют важную роль в поддержании температуры атмосферы в ночное время, когда земная поверхность излучает энергию в космическое пространство и не получает солнечной энергии. В пустынях с очень засушливым климатом, где концентрация паров воды чрезвычайно мала, днем невыносимо жарко, зато ночью очень холодно.

В настоящее время общепризнано, что климат формируется в результате взаимодействия чрезвычайно сложных факторов, среди которых существенная роль отводится CO₂. Диоксид углерода действует, как стекло или полиэтиленовая пленка в парниках, тем самым способствуя возникновению так называемого **парникового эффекта**, под которым понимают постепенное потепление климата на нашей планете в результате увеличения concentra-

ции в атмосфере антропогенных примесей (диоксида углерода, метана, оксида азота, озона, фреонов), препятствующих длинноволновому тепловому излучению с земной поверхности. Часть поглощенного теплового излучения атмосферы возвращается обратно к земной поверхности. Парниковый эффект иногда еще называют тепличным или отраженным.

К отрицательным последствиям глобального потепления климата следует отнести повышение уровня Мирового океана за счет таяния материковых и горных ледников, морских льдов, теплового расширения океана и т. п. Экологические последствия этого явления еще не изучены в полной мере, поэтому сейчас ведутся интенсивные научные исследования, в том числе проводятся различного рода моделирования.

Озоновые дыры — это значительные пространства в озоновом слое (экране) на высотах 20...25 км в атмосфере планеты с заметно пониженным (до 50 % и более) содержанием озона.

В соответствии с наиболее популярной в настоящее время гипотезой и согласно многочисленным международным экспедициям в Антарктиде, предполагается, что кроме различных иных физико-географических факторов одной из основных причин разрушения озонового слоя является наличие в атмосфере значительного количества хлорфторуглеродов (фреонов). Последние находят широкое применение в качестве хладагентов и различных химических материалов в аэрозольных упаковках и т. п. Всего в мире, включая фреоны, производится около 1300 тыс. т озоноразрушающих веществ.

Также установлено, что разрушению озона способствует интенсификация полетов сверхзвуковых летательных аппаратов, самолетов и многоразовых космических аппаратов. В целом же этот вид воздействия может привести к разрушению 10 % озонового слоя планеты.

Тем не менее одновременно с истощением озонового слоя в стратосфере происходит увеличение концентрации озона в тропосфере, т. е. у поверхности Земли, но это не может компенсировать потери в верхних слоях атмосферы: во-первых, масса озона составляет всего 10 % от массы в озоносфере, а во-вторых, озон тяжелее, чем другие газы.

Истощение озонового слоя в атмосфере приводит к увеличению потока ультрафиолетовых лучей на земную поверхность, что создает опасность для жизненных процессов практически всех живых организмов на планете. По данным ВОЗ, уменьшение содержания в атмосфере озона на 1 % приводит к увеличению кожных раковых заболеваний у людей на 6 %, также происходит угнетение иммунной системы человека. Кроме того, рост интенсивности ультрафиолетового излучения может привести к снижению урожайности значительного числа сельскохозяйственных культур (вследствие нарушения в них обмена веществ и воздействия микроорганизмов-мутантов), гибели фитопланктона в океане, нарушению глобального баланса диоксида углерода и кислорода с всеми вытекающими негативными последствиями.

Газы и аэрозоли, выбрасываемые в атмосферу, характеризуются высокой реакционной способностью. Пыль и сажа, возникающие при сгорании топ-

лива и лесных пожарах, сорбируют тяжелые металлы и радиоактивные вещества (радионуклиды) и при осаждении на земную поверхность способны загрязнять обширные территории и проникать при дыхании в живые организмы, в том числе в организм человека. Аэрозоли подразделяют на первичные — выбрасываемые непосредственно из источников; вторичные — формирующиеся в атмосфере; летучие — способные к переносу на значительные расстояния; нелетучие — отлагающиеся на поверхности вблизи зон пылегазовыбросов.

ПДК — это максимальное количество среднего вещества в ОС, практически не влияющее отрицательно на живые организмы. Это основной показатель, используемый для контроля качества воздуха и водной среды. Следует учитывать, что существует раздельное нормирование содержания вредных примесей в воздухе рабочей зоны и в населенных пунктах. Для каждого загрязняющего вещества установлены два норматива: ПДК_{м.р} — максимально разовая и ПДК_{ср.с} — среднесуточная.

Все более серьезным фактором становится радиоактивное заражение атмосферы, вызываемое работой атомных установок (реакторов и т. п.), ядерными взрывами, естественной радиоактивностью горных пород. Радионуклиды проникают при ядерных взрывах в стратосферу, переносятся воздушными течениями и могут находиться в аэрозолях от 3 до 9 лет, а в нижних приземных слоях — до 3 месяцев. Постепенно с атмосферными осадками они выпадают на земную поверхность, а далее через растения могут попасть в трофические цепи.

Источниками радиоактивности являются и многие вспомогательные сооружения и элементы (бассейны выдержки, системы продувки реактора, баки сброса радиоактивных протечек и др.), в некоторых из них также выделяются радиоактивные инертные газы.

Долговременное радиационное загрязнение создают обогатительные производства по подготовке ядерного топлива. В процессе переработки, например, урановых руд образуется огромное количество отходов — «хвостов». Главной же проблемой является не колоссальный объем отходов, а то, что они останутся радиоактивными в течение миллионов лет, загрязняя атмосферный воздух даже тогда, когда никакого производства уже не будет.

В последние годы в связи с ростом числа радио- и телепередающих станций, использующих ультракороткий диапазон радиоволн, широкое распространение радиотелефонов и другой радиотехники, а главное персональных ЭВМ и других электронных устройств иногда значительной мощности, появился еще один вид загрязнения. Это так называемый **электронный смог**, заключающийся в высокой концентрации микроволн, которая способна оказывать негативное влияние на здоровье человека. Особо опасно действие электромагнитных излучений от линий электропередач: установлено отрицательное влияние излучений на биологические процессы в организмах, активность гормональных реакций, синтез генетического материала, поток химических веществ и т. д.

7.3.5. Экологический вред, наносимый пожарами

Экологическая опасность пожаров прямо обусловлена изменением химического состава, температуры воздуха, воды и почвы, а косвенно — и других параметров ОС.

Любой пожар изменяет границы экологической ниши, условия существования живых организмов. Диапазон влияния отдельных пожаров на параметры ОС очень широк. Пожары в жилых домах, административных и производственных зданиях не оказывают влияния на крупномасштабные и глобальные биосферные процессы. Опасность таких пожаров ограничивается главным образом токсическим загрязнением воздуха внутри и вблизи помещения и носит локальный характер. Пожары на складах удобрений, в местах добычи нефти, торфа и т. д. значительно загрязняют среду обитания на местном и региональном уровне.

Стихийные пожары оказывают разрушительное воздействие на лесные экосистемы, уничтожая напочвенный покров и фауну, повреждая и нередко губя древостой, вызывая повреждение почвы и ее эрозию. Эмиссии углерода от лесных пожаров повышают концентрацию парниковых газов в атмосфере и тем самым способствуют глобальному изменению климата. На долю лесных пожаров в нашей стране ежегодно приходится более половины всех погибающих насаждений, а площадь гарей в лесном фонде в 4,8 раза превышает площадь вырубок.

Дым от крупных пожаров вызывает изменение освещенности, температуры воздуха, влияет на количество атмосферных осадков. Кроме того, дымовой аэрозоль и газообразные продукты, взаимодействуя с атмосферной влагой, могут вызывать кислотные осадки — дожди, туманы. Попадание дыма, росы или дождя на листья вызывает болезнь и гибель растений. Выделение большого количества дыма при крупных пожарах уменьшает количество солнечной радиации, поступающей с земной поверхности и, как следствие, приводит к климатическим изменениям продолжительностью несколько дней, недель, месяцев. Эти факторы влияют на рост растений, особенно если совпадают с вегетационным периодом.

Массовые пожары, при которых выделяется большое количество дыма, способны вызывать похолодание на местном и региональном уровне, но этот процесс не существен для растительности средних широт земного шара, устойчивой к низким температурам (в районах умеренного климатического пояса максимально низкие переносимые температуры для древесных пород лежат в интервале $-15...-20$ °С).

Во время пожаров 2010 г. ученые использовали спутниковые снимки, чтобы проанализировать объем и сферу действия дымовых шлейфов вокруг Москвы и масштабы воздействия дыма в западной части России. Экологи зафиксировали интересный, но опасный феномен: дым от пожаров образовал так называемые пиро-дождевые кучевые облака. Эти облака воды, вызванные ростом горячего воздуха непосредственно из огня, могут удерживать загрязнения в воздухе и переносить такие вредные вещества на тысячи километров.

Использование космических снимков ясно показало огромные масштабы воздействия дыма от многочисленных пожаров в западной и центральной частях России. Загрязняющие воздух вещества, содержащиеся в этих дымовых завесах, серьезно влияют на качество воздуха и атмосферной химии, а также уровни выбросов парниковых газов (прежде всего, угарного) в атмосферу, причем не только в России, но и во всем мире. Ранее исследователи изучали действие облаков вулканического льда, охвативших Европу после извержения вулкана в Исландии.

В условиях пожара горение, как правило, протекает в диффузионном режиме. Вещества и материалы при этом сгорают не полностью и наряду с частичками сажи попадают в ОС в виде газообразных и жидких продуктов горения.

Тепловые потоки, регулирующие газообмен и развитие пожара, обеспечивают перенос загрязнителей в пространстве. Течение пожара характеризуется определенными параметрами: массовой скоростью выгорания V_M , кг/(м² · с), площадью пожара $S_{п}$, м², плотностью теплового потока Q , Вт/м², продолжительностью $\Phi_{п}$, с, скоростью газообмена и дымовыделения, температурой T_r и т. д. Эти параметры определяют обстановку и достигаемые в конкретных условиях значения опасных факторов пожара (ОФП), которые приводят к нарушению условий жизнедеятельности, заболеваниям, травмам, гибели людей. К числу ОФП относят токсичность продуктов горения, плотность дыма, температуру пожара и др. Их можно назвать также экологически опасными факторами пожара (ЭОФП), так как они негативно воздействуют на экосистемы суши и водных объектов.

Серьезное влияние на ОС оказывают пожары в техносфере (в промышленности, на транспорте и др.): в продуктах горения могут присутствовать самые разнообразные по химическому строению и токсичности соединения, среди наиболее распространенных — оксиды углерода, серы, азота, хлористый водород, углеводороды различных классов, спирты, альдегиды, бензол и его гомологи, полиароматические углеводороды (ПАУ) и др., а среди самых опасных — соли и оксиды тяжелых металлов, бенз(а)пирен, диоксины. Большинство перечисленных химических веществ оказывают вредное воздействие на живые организмы. Так, диоксины и ПАУ способны вызывать онкологические заболевания у людей, а оксиды серы — гибель растительности.

Наиболее опасные ситуации, связанные с воздействием на ОС, возникают во время пожаров при разливе легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на нефтебазах (в резервуарах, обваловании и за его пределами), транспортных средствах (при морских перевозках), химических предприятиях, радиационных объектах, складах удобрений, пестицидов и аварийно химически опасных веществ (АХОВ).

Наряду с токсичными и вредными продуктами горения загрязнение ОС может быть вызвано и огнетушащими веществами, используемыми в пожаротушении. Так, например, известно о разрушающем действии фреонов на озоновый слой. Некоторые галогеноуглероды (например, фреон 13В1,

114В2) особенно опасны, потому как способны долгое время находиться в атмосфере и эффективнее других взаимодействовать с озоновым слоем на больших высотах.

ПАВ, применяемые в пожарной охране в качестве смачивателей и пенообразователей, также причиняют вред ОС. Попадая в водоем, они препятствуют поступлению в него кислорода. Многие ПАВ (ПО-1, ПО-10, ПО-6К, форэтол) биологически трудно разлагаются, в результате чего гибнет фитопланктон и рыбы.

Кроме того, при пожарах негативное влияние на людей, флору и фауну оказывает тепловой фактор (для человека критической во время пожара принята температура 70 °С). В зоне горения температура может возрасти до 800...1500 °С, а иногда (при огненном шторме, горении металлов) и выше. Размер зоны теплового воздействия зависит от интенсивности массо- и теплообмена, вида горючего и т. д. Вблизи и в зоне горения причинение вреда природной среде и технообъектам неизбежно. Действие высоких температур во время пожара приводит к гибели растительности или заставляет представителей флоры и фауны искать новые места обитания, подчас менее благоприятные, так как отдельные виды способны существовать только в определенном температурном режиме. При лесных пожарах тепловой фактор изменяет минеральный состав почвы, кислотность (рН) почвенного покрова, является причиной смены видов растительности.

При пожарах, характеризующихся высокими температурами, возможно загрязнение непосредственно всех трех природных сред — воздуха, воды и почвы: в результате естественных процессов загрязняющие вещества могут переходить из одной среды в другую, мигрировать во внутренние водоемы, подземные воды и т. д.

Основной перенос загрязнителей при пожарах происходит по воздуху. Этому способствуют два обстоятельства. Во-первых, большинство токсичных соединений с продуктами горения поступает в воздух в виде направленных конвективных потоков. Во-вторых, переносу загрязнителей способствует ветер.

Выбросы от пожаров можно характеризовать как кратковременные и высокотемпературные.

Дальность распространения загрязнений от пожаров зависит от двух главных факторов — высоты факела и параметров ветра. Максимальное расстояние, на которое могут переноситься продукты горения, определяется скоростью вертикальной диффузии, предельной высотой, на которую поднимается аэрозоль, а также скоростью его оседания. Чем больше отношение высоты подъема к скорости оседания аэрозоля, тем дальше он уносится. Расчетные и экспериментальные данные показывают, что максимальная концентрация загрязнителей от источников выбросов, включая пожары, достигается по направлению ветра на расстоянии, равном десяти-, двадцатикратной высоте источника.

При перемещении и рассеивании продукты горения могут взаимодействовать друг с другом и компонентами воздуха, что определяет их концентрацию и продолжительность нахождения в атмосфере (время жизни). Газообразные продукты горения (хлористый водород, аммиак), переносимые конвективными потоками и ветром, при взаимодействии с парами воды образуют жидкие аэрозоли или адсорбируются на частицах сажи и оседают на поверхность суши и растений.

На частицах дыма также происходят химические реакции с образованием новых соединений, иногда более токсичных, чем те, которые образуются непосредственно при горении.

На поверхности частиц сажи обнаруживаются пирен, антрацен, другие ПАУ, сульфосоединения и др. Частицы дыма радиусом 3 мкм могут находиться в воздухе несколько дней, а более мелкие — радиусом 0,1...0,3 мкм — остаются там на протяжении недель и даже месяцев. Аэрозоли оседают под воздействием силы тяжести, вымываются осадками из воздуха. В результате происходит не только самоочищение атмосферы от продуктов горения, но и загрязнение других сред, а токсичные вещества продолжают оказывать негативное действие на человека, растительность и животных, а также объекты техносферы (например, хлористый и фтористый водород вызывают коррозию металлов).

Устойчивость к загрязнению или степень самоочищения атмосферы вследствие химических и физических процессов зависит от погодноклиматических условий, рельефа местности, наличия растительности и т. д., т. е. связана с географическими координатами источника выброса. Все области суши на территории России, примыкающие к морям и океанам (исключая Каспий), способны очень интенсивно самоочищаться. Кавказский регион, южная часть Сибири, примыкающая к странам Средней Азии и Казахстана, тоже очищаются весьма энергично. Западная Сибирь и внутренние регионы европейской части страны обладают средней способностью к самоочищению, а некоторые районы Восточной Сибири и район Красноярского края очищаются очень слабо.

Для более точных прогнозов и оценок опасности загрязнения необходимо иметь сведения о метеоусловиях во время и на месте пожара. Это связано с тем, что на химические и физические процессы в атмосфере с участием загрязняющих веществ оказывают влияние облачность, осадки, скорость и направление воздушных течений, которые формируются под действием температуры и давления воздуха, рельефа местности и других факторов.

В прямой зависимости от видов и масштабов пожара находится загрязнение почвы и водоемов огнетушащими пенами, пролитой на тушении водой, самими горючими веществами, например нефтью при разливе горючих жидкостей. Вода, используемая при тушении, может содержать антипирены и продукты пиролиза горючих материалов, также в нее могут попадать другие добавки, вводимые в горючие материалы, которые во время тушения поступают в водоемы или через канализационную систему из грунтовых вод,

или при осаждении из воздуха, куда они выносятся конвективными потоками с остальными продуктами горения. Многие токсичные вещества, например тяжелые металлы и диоксины, попавшие в воду или на почву, обладают способностью накапливаться в организмах рыб, птиц и в дальнейшем по пищевой цепи попадают в организм человека, т. е. загрязнение ОС в результате пожаров может происходить опосредованно и проявляться спустя годы.

Таким образом, пожар — такой же источник загрязнения ОС, как объекты промышленности, сельского хозяйства и другие отрасли деятельности человека, отличие заключается только в масштабе воздействия. Поэтому крайне важно представлять меру опасности, которая вызвана пожарами. Реальная оценка вида и масштаба загрязнения ОС может уменьшить риск последствий и повысить уровень обеспечения экологической безопасности.

8. ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

К факторам внешней среды, оказывающим влияние на организм человека, следует отнести:

- характер пищи;
- энергетические воздействия (включая физические поля);
- динамический и химический характер атмосферы;
- водный компонент;
- биологические воздействия;
- сбалансированность и стабильность климатических и ландшафтных условий;
- ритмы природных явлений и др.

Человек не столько приспосабливается к природе, сколько сам преобразовывает ее под себя, причем темпы этих преобразований с каждым годом нарастают. Помимо положительного для человека эффекта, все сильнее становятся заметны негативные последствия его деятельности. Они проявляются в истощении природных ресурсов, загрязнении природных компонентов (воды, воздуха, почв, биоты), разрушении озонового экрана, глобальном потеплении климата и т. д.

В результате окружающая человека природная и искусственная среды стали меняться столь быстро, что организм человека зачастую уже просто не успевает адаптироваться ко многим переменам. Это привело к изменению в структуре заболеваемости и массовому появлению новых болезней.

8.1. Влияние природно-экологических факторов на здоровье человека

Здоровье — это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов. От индивидуального здоровья следует отличать популяционное (общественное) здоровье, которое характеризуется системой статистических демографических показателей, показателей дееспособности, заболеваемости и т. д. Здоровье человека зависит от состояния ОС, в которой действуют природно-экологические, социально-экологические и другие факторы.

Изначально Homo sapiens, как и все консументы экосистемы, был практически незащищен от действия лимитирующих экологических факторов ОС. Первобытный человек был подвержен тем же факторам регуляции и саморегуляции экосистемы, что и весь животный мир, продолжительность его жизни была небольшой, плотность популяции — весьма низкой. Главными ограничивающими факторами были гипердинамия и недоедание. Среди причин смертности на первом месте стояли патогенные (вызывающие болезни) воздействия природного характера. Особое значение среди них имели инфекционные болезни, отличающиеся, как правило, природной очаговостью.

Суть **природной очаговости** в том, что возбудители болезней, специфические переносчики и животные аккумуляторы, а также хранители возбудителя существуют в данных природных условиях (очагах) вне зависимости от того, обитает здесь человек или нет (он может заразиться от диких животных, проживая в этой местности постоянно или случайно оказавшись здесь). К таким животным относятся в основном грызуны, птицы, насекомые и др.

Природные очаговые болезни — заболевания, тесно связанные с определенной территорией, тем или иным типом ландшафта, а значит, и с его климатическими особенностями (такие болезни отличаются, например, сезонностью проявления). К природно-очаговым болезням относят чуму, малярию, туляремию, клещевой энцефалит, некоторые гельминтозы и др., при этом исследования показали, что в одном очаге могут содержаться несколько болезней. В целом, подобные заболевания представляют собой серьезную экологическую и социально-экономическую проблему.

К природно-очаговому характеру можно отнести воздействия на биоту и человека аномальных геофизических полей — участков на поверхности Земли, которые отличаются от естественного фона количественными характеристиками и могут стать источником возникновения болезней биоты и человека. Такое явление называют **геопатогенезом**, а сами участки — **геопатогенными зонами**. Геопатогенные зоны радиоактивных полей воздействуют на организмы повышенным выделением радона или увеличением содержания других радионуклидов. С действием возмущений электромагнитного поля, создаваемых вспышками на Солнце, связывают болезни у людей (например, при ослабленной сосудистой системе это повышение артериального давления, головные боли, в особо тяжелых случаях возможен инсульт или инфаркт).

Для борьбы с действием естественных факторов регуляции экосистемы человеку пришлось использовать природные ресурсы, в том числе и невозможные, и создать искусственную среду для своего выживания. Но искусственная среда также требует адаптации через болезни. Главную роль в возникновении болезней в данном случае играют следующие факторы: гиподинамия, переедание, информационное изобилие, психоэмоциональный стресс. В связи с этим наблюдается постоянный рост так называемых болезней века — сердечно-сосудистых, онкологических и аллергических заболеваний, психических расстройств, СПИДа и др.

8.2. Влияние социально-экологических факторов на здоровье человека

8.2.1. Здоровье человека в условиях городской среды

Городская (урбанизированная) среда — это искусственный мир, созданный человеком, не имеющий аналогов в природе и способный существовать только при постоянном обновлении.

Влияние городской среды достаточно ярко сказывается на определенных тенденциях в состоянии здоровья современного человека. Так, с медико-биологических позиций экологическими факторами городской среды напрямую обусловлены такие процессы, как:

- акселерация;
- нарушение биоритмов;
- аллергизация населения;
- рост онкологической заболеваемости и смертности;
- рост доли лиц с избыточным весом;
- отставание физиологического возраста от календарного;
- «омоложение» форм многих патологий;
- абиологическая тенденция в организации жизни и др.

Акселерация — это ускорение развития отдельных органов или частей организма по сравнению с некой биологической нормой, в данном случае — увеличение размеров тела и значительный сдвиг во времени в сторону более раннего полового созревания. Ученые полагают, что это эволюционный переход в жизни вида, вызванный улучшающимися условиями жизни: хорошее питание сняло лимитирующее действие пищевых ресурсов, что спровоцировало процессы отбора, которые и стали причиной акселерации.

Биологические ритмы — важнейший механизм регуляции функций биологических систем, сформировавшийся, как правило, под воздействием абиотических факторов. В условиях городской жизни они могут нарушаться. Прежде всего это относится к циркадным ритмам: новым экологическим фактором стало использование электроосвещения, продлившего световой день, в результате чего имеет место десинхроноз, возникает хаотизация всех прежних биоритмов и происходит переход к новому ритмическому стереотипу, что вызывает болезни человека и всех представителей биоты города, у которых нарушается фотопериод.

Аллергизация населения — одна из основных новых черт в измененной структуре патологии людей в городской среде. **Аллергия** — извращенная чувствительность (реактивность) организма к тому или иному веществу, так называемому аллергену (простым и сложным минеральным и органическим веществам). По отношению к организму различают аллергены внешние — **экзоаллергены** и внутренние — **аутоаллергены**. Экзоаллергены могут быть инфекционными (болезнетворные и неболезнетворные микробы, вирусы и др.) и неинфекционными (домашняя пыль, шерсть животных, пыльца рас-

тений, лекарственные препараты, бензин, хлорамин и другие химические вещества, а также мясо, овощи, фрукты, ягоды, молоко и т. д.). Аутоаллергены — это кусочки тканей поврежденных органов (сердца, печени), а также ткани, поврежденные при ожоге, лучевом воздействии, обморожении и т. п.

Причиной аллергических заболеваний (бронхиальной астмы, крапивницы, лекарственной аллергии, ревматизма, красной волчанки и др.) является нарушение иммунной системы человека, которая в результате эволюции находилась в равновесии с природной средой. Городская же среда характеризуется резкой сменой доминирующих факторов и появлением совершенно новых веществ — загрязнителей, воздействия которых ранее иммунная система человека не испытывала. Поэтому аллергия может возникнуть без особого тому сопротивления организма, и трудно ожидать, что он вообще станет по отношению к ней резистентным.

Высокая онкологическая заболеваемость и смертность — одна из наиболее показательных медицинских тенденций неблагополучия в том или ином городе или, например, в зараженной радиацией местности. Заболевания подобного рода вызваны опухолями. **Опухоли** — новообразования, избыточные патологические разрастания тканей. Они могут быть **доброкачественными** — уплотняющими или раздвигающими окружающие ткани, и **злокачественными** — прорастающими в окружающие ткани и разрушающими их. Разрушая сосуды, злокачественные опухоли попадают в кровь и разносятся по всему организму, образуя так называемые **метастазы** (доброкачественные опухоли метастазы не образуют).

Онкологические заболевания вызываются определенными веществами, называемыми канцерогенными. **Канцерогенные вещества** (греч. «рождающие рак»), или просто **канцерогены**, — это химические соединения, способные при воздействии на организм вызвать в нем злокачественные и доброкачественные новообразования. Известно несколько сот таких соединений. По характеру действия они разделяются на следующие группы:

местного действия;

органотропные — поражающие определенные органы;

множественного действия — вызывающие опухоли в разных органах.

К канцерогенам относятся многие циклические углеводороды, азотокрасители, алкалирующие соединения. Они содержатся в загрязненном промышленными выбросами воздухе, табачном дыме, каменноугольной смоле и саже. Многие канцерогенные вещества оказывают мутагенное воздействие на организм.

Помимо канцерогенных веществ, опухоли могут быть вызваны еще и опухолеродными вирусами, а также действием некоторых излучений — ультрафиолетового, рентгеновского, радиоактивного и др.

Опухоли поражают не только человека и животных, но и растения. В последнем случае они могут быть вызваны грибами, бактериями, вирусами, насекомыми, действием низких температур и образуются на всех частях и органах растений. К преждевременной гибели растений приводит рак корневой системы.

Раковые заболевания в значительной мере зависят от экологической обстановки, т. е. качества ОС, в том числе и городской. Экологический подход к этому явлению свидетельствует о том, что первопричиной рака в большинстве случаев являются процессы и приспособления обмена веществ к воздействию новых факторов, отличных от природных, и в частности канцерогенных веществ.

В целом, рак надо рассматривать как результат разбалансирования организма, поэтому его может вызвать практически любой фактор среды (или их комплекс), способный привести организм в разбалансированное состояние, которое возникает, например, вследствие превышения верхней пороговой концентрации загрязнителей воздуха, питьевой воды, токсичных химических элементов в рационе питания и т. п., т. е. тогда, когда нормальная регуляция функций организма становится невозможной.

Рост доли лиц с избыточным весом — явление, также вызванное особенностями городской среды. Среди главных причин этого явления переедание и низкая физическая активность.

Рождение на свет большого количества недоношенных, а значит, физически незрелых, детей — еще один показатель крайне неблагоприятного состояния среды обитания человека. Это явление связано с нарушениями в генетическом аппарате и ростом адаптируемости к изменениям ОС. Физиологическая незрелость является результатом резкого дисбаланса со средой, которая слишком стремительно трансформируется, и может иметь далеко идущие последствия, в том числе привести к акселерации и другим изменениям в росте человека.

Современное состояние человека как биологического вида характеризуется еще целым рядом медико-биологических тенденций, связанных с изменениями в городской среде: ростом близорукости и кариеса зубов у школьников, возрастанием доли хронических заболеваний, появлением вследствие научно-технического прогресса ранее неизвестных болезней (радиационной, авиационной, автомобильной, лекарственной и многих других профессиональных заболеваний).

Серьезную проблему представляет рост инфекционных болезней. Количество людей, пораженных малярией, гепатитом и многими другими болезнями, исчисляется огромными цифрами. Многие медики считают, что следует говорить не о победе, а лишь о временном успехе в борьбе с этими болезнями.

В последние годы в Юго-Восточной Азии люди гибнут от совершенно новых эпидемий — атипичной пневмонии в Китае, птичьего гриппа в Таиланде. По данным НИИ микробиологии и эпидемиологии им. Пастера, «виноваты» в этом не только мутагенные вирусы, но и слабая изученность микроорганизмов: всего изучено 1...3 % от их общего количества. Исследователи просто не знали раньше те микробы, которые явились причиной новых инфекций.

Причиной многих заболеваний (ожирения, рака, кардиологических болезней и др.) являются также **абиологические тенденции** — такие черты образа жизни человека, как гиподинамия, курение, наркомания и др. К этому

ряду относится и **стерилизация среды** — фронтальная борьба с вирусно-микробным окружением, когда вместе с вредными уничтожаются и полезные формы живого окружения человека.

8.2.2. Гигиена и здоровье человека

Гигиена — наука о здоровом образе жизни. Она изучает влияние разнообразных факторов среды на здоровье человека, его работоспособность и продолжительность жизни. К ним относят природные факторы, бытовые условия и общественно-производственные отношения.

Гигиена направлена на разработку научных основ санитарного надзора, обоснование санитарных мероприятий по оздоровлению населенных пунктов и мест отдыха, охрану здоровья детей и подростков, разработку санитарного законодательства, проведение санитарной экспертизы качества пищевых продуктов и предметов бытового обихода. Важнейшая задача этой науки — разработка гигиенических нормативов для воздуха населенных мест и промпредприятий, воды, продуктов питания и материалов для одежды и обуви человека с целью сохранения его здоровья и предупреждения заболеваний.

Главным стратегическим направлением в научно-практической деятельности гигиенистов является научное обоснование **экологического оптимума** — совокупности условий, в которых наблюдается наилучшая жизнеспособность и которым должна соответствовать среда обитания человека. Этот оптимум должен обеспечить человеку нормальное развитие, хорошее здоровье, высокую трудоспособность и долголетие.

8.3. Факторы риска и факторы здоровья

Фактор риска — общее название факторов, не являющихся непосредственной причиной определенной болезни, но увеличивающих вероятность ее возникновения. К ним относятся условия и особенности образа жизни, а также врожденные или приобретенные свойства организма. Они повышают вероятность возникновения у индивидуума болезни и/или способны неблагоприятно влиять на течение и прогноз имеющегося заболевания.

Обычно выделяют биологические, экологические и социальные факторы риска. Если к ним присовокупить факторы, являющиеся непосредственной причиной болезни, то вместе их называют **факторами здоровья**. Последние имеют аналогичную классификацию.

Биологические факторы риска обусловлены генетическими и приобретенными в процессе онтогенеза особенностями организма человека. Известно, что некоторые болезни чаще встречаются в определенных национальных и этнических группах. Существует наследственная предрасположенность к заболеванию гипертонической и язвенной болезнью, сахарным диабетом и т. д. Для возникновения и течения многих болезней, в том числе сахарного диабета и ишемической болезни сердца, серьезным фактором риска является ожирение. Существование в организме очагов хронической инфекции (например, хронического тонзиллита) может способствовать заболеванию ревматизмом.

Экологические факторы риска весьма разнообразны. Так, изменения физических и химических свойств атмосферы влияют, например, на развитие бронхолегочных заболеваний. Резкие суточные колебания температуры, атмосферного давления, напряженности магнитных полей ухудшают течение сердечно-сосудистых заболеваний. Ионизирующее излучение является одним из онкогенных факторов. Особенности ионного состава почвы и воды, а следовательно, и продуктов питания растительного и животного происхождения приводят к развитию элементоз — заболеваний, связанных с избытком или недостатком в организме атомов того или иного элемента. Например, недостаток йода в питьевой воде и продуктах питания в районах с низким содержанием йода в почве может способствовать развитию эндемического зоба.

Социальные факторы риска связаны с неблагоприятными жилищными условиями, многообразными стрессовыми ситуациями, некоторыми особенностями образа жизни человека (например, гиподинамией). Они являются причиной развития многих заболеваний, особенно сердечно-сосудистой системы. Вредные привычки (например, курение) — фактор риска возникновения бронхолегочных и сердечно-сосудистых заболеваний, употребление алкоголя — развития алкоголизма, болезней печени, сердца и др.

Наиболее неблагоприятно оценивается совокупное воздействие на организм нескольких факторов риска. Например, ожирение, гиподинамия, курение и нарушение углеводного обмена, действуя одновременно, значительно увеличивают риск развития ишемической болезни сердца.

При всей значимости влияния внешней среды роль наследственных факторов для здоровья человека часто оказывается определяющей. Если других факторов риска человек может избежать, то наследственность — его фатум. Условия среды могут лишь изменить потенциал человека в рамках норм реакций, в пределах геномных законов реагирования, но не изменить сам геном.

Морфофункциональная конституция, преобладание тех или иных нервных и психических процессов, степень предрасположенности к тем или иным заболеваниям человека детерминированы его генотипом. В наследственности человека, по-видимому, заложено и такое свойство, как жизнённость, которая отражает плодовитость и долголетие особи. Именно этим свойством объясняется так называемый парадокс долгожителей, когда даже при наличии множественных патоморфологических нарушений в органах и тканях некоторые люди живут долго и имеют высокую работоспособность.

Генотип, наследуемый ребенком от родителей, формируется на протяжении жизни многих поколений. На него воздействуют огромное количество факторов среды: физических, химических, биологических, социальных и др. Их различают по объекту воздействия, при этом в качестве последнего могут выступать:

1) ряд предшествующих поколений (особое значение имеет состояние ОС, географические факторы, национальные, религиозные, этнические и семейные обычаи и традиции и т. д.);

2) хромосомы будущих родителей (преимущественное значение имеет образ жизни будущих родителей, так как именно он обуславливает положительное или отрицательное влияние на хромосомы половых клеток или зародыша);

3) хромосомы зародыша в период его внутриутробного развития (генный аппарат особенно ранним на раннем эмбриональном этапе развития, когда генетическая программа реализуется в виде закладки основных функциональных систем организма).

Наиболее часто наследственные нарушения обуславливаются образом жизни будущих родителей. Женщина в период беременности часто подвергается воздействию целого ряда негативных факторов, среди которых можно отметить недостаток двигательной активности, переедание, психические перегрузки социального, профессионального и бытового характера, вредные привычки и т. д. Все это ведет к нарушению нормального развития плода.

Все заболевания, связанные с генетическими факторами, можно условно разделить на три группы:

1) наследственные заболевания прямого эффекта, в том числе врожденные, когда ребенок рождается с признаками нарушений (гемофилия, дальтонизм, фенилкетонурия, болезнь Дауна и др.);

2) наследственные заболевания, опосредованные воздействием внешних факторов, — некоторые виды нарушений обмена веществ (отдельные виды сахарного диабета, подагра), психические расстройства и др.;

3) заболевания, связанные с наследственной предрасположенностью, — атеросклероз, гипертония, ишемическая болезнь сердца, язвенная болезнь, бронхиальная астма и др.

Таким образом, не вызывает сомнения значительная роль наследственных факторов в здоровье человека. В то же время разумный образ жизни может снизить риск их негативного влияния.

8.4. Качество медицинского обеспечения и здоровье человека

На первый взгляд, доля ответственности здравоохранения за обеспечение здоровья (10...15 %) кажется неожиданно низкой. А ведь именно с этой отраслью деятельности государства большинство людей связывает свои надежды на здоровье. Такая ситуация обусловлена прежде всего тем, что о здоровье человек чаще всего вспоминает тогда, когда уже болен, а выздороветь же надеется, естественно, именно благодаря медицине. Однако при этом он не задумывается над тем, что врач занимается не охраной здоровья, а лечением болезни.

В лечении врач использует не стратегический подход, который ставит целью достижение здоровья, а тактический — устранение острых явлений, выражающихся в определенной симптоматике (боле, нарушениях функций, психических нарушениях и т. д.). При этом совершенно игнорируется то об-

стоятельство, что именно симптом отражает адаптивную реакцию организма в новых условиях, направленную на нормализацию своего состояния. Добиваясь временного (часто субъективного) улучшения в состоянии больного за счет борьбы с симптомом, врач не устраняет причину, его вызвавшую, и, тем самым, загоняет болезнь «внутрь», провоцируя ее дальнейшее развитие и переход в хроническую форму.

В традиционной медицине основными средствами лечения являются, условно говоря, фармакология, покой и скальпель. Каждое из них имеет определенные преимущества и недостатки. Для критических состояний, сильных обострений, ранений, реанимации, разумеется, требуется использование тех средств, которые способны быстро устранить острые явления. Это, прежде всего, фармакологические и операционные воздействия. Большинство фармакологических препаратов отличается сильным действием и максимально активизирует организм на борьбу за выживание. Понятно, что подобная мобилизация ресурсов организма может носить лишь временный характер с обязательным последующим восстановлением резервного потенциала. Однако для длительного применения такой метод непригоден, так как, с одной стороны, не позволяет восстановить функциональные резервы, а с другой — является токсичным, ведет к алергизации и другим лекарственным заболеваниям, особенно это относится к искусственно синтезированным лекарственным веществам (природные обладают более мягким действием). Длительное консервативное лечение фармакологическими препаратами синтетического происхождения оставляет след не только в виде перенесенного заболевания, но и самого лечения. В первую очередь от этого страдают печень, желудочно-кишечный тракт, дыхательная система, железы внутренней секреции. В конечном же итоге это приводит к нарушению обмена веществ в организме.

9. ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

9.1. Основные задачи экономики природопользования

Экономика природопользования — раздел экономики, изучающий главным образом вопросы экономической (в ряде случаев и внеэкономической) оценки природных ресурсов и ущербов от загрязнения ОС.

Задачи экономики природопользования следующие:

- 1) экономическая (и внеэкономическая) оценка природных ресурсов;
- 2) определение экономического (и внеэкономического) ущерба, наносимого народному хозяйству в результате нерационального природопользования, и величины затрат, необходимых для ликвидации его последствий;
- 3) выбор наиболее эффективных вариантов использования природных ресурсов и природоохранной деятельности, оценка абсолютной и относительной эффективности природоохранных затрат;
- 4) разработка экономических методов управления природоохранной деятельностью и материального стимулирования охраны ОС.

Экономическая оценка природных ресурсов — это определение их общественной полезности, т. е. вклада данного ресурса (его единицы) в повышение уровня удовлетворения человеческих потребностей через производство или потребление.

Внеэкономическая оценка природных ресурсов — это определение экологической, здравоохранительной, социальной, социально-психологической (моральной и культурной), религиозно-культурной и иной ценности природного ресурса, обычно не выраженная в экономических показателях или условно выраженная в деньгах как сумма, которой может и готово пожертвовать общество для сохранения природных ресурсов.

Экономическая оценка природных ресурсов выполняет две функции:

учетную — показывает, каким национальным богатством обладает страна, на что можно рассчитывать в развитии производства;

стимулирующую — создает основу для введения платы за эксплуатацию природных ресурсов с учетом ущерба и его возмещения в случае их нерационального использования.

В настоящее время существуют две основные концепции экономической оценки природных ресурсов. При **затратной концепции** учитываются расходы на освоение природных ресурсов, а качество природных благ и их полезность выступают как дополнительный фактор меры ценности. **Рентная концепция** подразумевает исчисление дифференциальной ренты, т. е. разной величины дохода, получаемой при эксплуатации природных ресурсов различного качества и местоположения (например, земель высоко- и низкоплодородных, расположенных далеко или близко от транспортных путей, и т. д.).

Под **ущербом** в природопользовании понимают фактические или возможные экономические и социальные потери в результате изменения природной среды под воздействием хозяйственной деятельности человека. Их классифицируют на исчисляемые (экономические и социально-экономические) и условно исчисляемые (социальные и экологические).

В качестве примера приведем классификацию ущербов в результате загрязнения атмосферы:

1. Исчисляемые:

1) экономические:

потери вследствие недополучения промышленной и сельскохозяйственной продукции;

потери вследствие снижения продуктивности биогеоценозов;

потери вследствие снижения производительности труда, вызванного ростом заболеваемости;

потери сырья, топлива и материалов в связи с выбросами;

затраты на ликвидацию последствий от загрязнения;

затраты на восстановление или поддержание равновесия в экосистемах;

потери вследствие сокращения срока службы зданий и сооружений;

2) социально-экономические:

затраты в области здравоохранения;

затраты на сохранение рекреационных ресурсов;

потери вследствие миграции, вызванной ухудшением качества среды;

дополнительные затраты на отдых.

2. Условно исчисляемые (практически не поддающиеся количественной оценке):

1) социальные:

деградация ландшафтов;

увеличение смертности, патологических изменений в организме людей;

психологический ущерб вследствие неудовлетворенности населения качеством среды;

2) экологические:

необратимые разрушения уникальных экосистем;

исчезновение видов;

генетический ущерб.

Экономический ущерб, наносимый ОС, — это выраженные в стоимостной форме фактические и возможные убытки, причиняемые народному хозяйству загрязнениями, или дополнительные затраты на компенсацию этих убытков.

Экономический эффект природоохранного мероприятия — это величина годового экономического ущерба от загрязнения ОС, предотвращаемого благодаря этому мероприятию, или суммой предотвращаемых ущербов и годового прироста дохода от улучшения производственных результатов вследствие проведения природоохранных мероприятий.

Предотвращаемый экономический ущерб от загрязнения ОС — это разность между величиной ущерба, который имел место до осуществления реализованного мероприятия, и остаточным ущербом после проведения этого мероприятия.

Эффективность (в общем смысле) — это отношение полезного действия (эффекта) к затраченным усилиям.

Эффективность природоохранных мероприятий рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{пом}} = \text{SDY} / 3,$$

где $\mathcal{E}_{\text{пом}}$ — эффективность природоохранных мероприятий; SDY — сумма уменьшений ущербов; 3 — годовые затраты на осуществление природоохранных мероприятий.

Природоохранная деятельность требует очень больших средств. Например, стоимость природоохранного оборудования может составлять 30 % и более от стоимости всего оборудования на предприятии. Однако затраты на охрану природы обязательны.

Для поддержания экономического оптимума уровень природоохранных затрат должен составлять около 8...10 % от валового национального продукта (ВНП). В нашей стране суммы ущерба составляют приблизительно 8...9 %, расходы на охрану природы — только 1 %. Если положение вещей не изменится, то результатом будет экологическая катастрофа.

9.2. Кадастры природных ресурсов

Система мер по восстановлению и оздоровлению ОС, а также денежная оценка природного ресурса определяются на основе **кадастров природных ресурсов** — свода экономических, экологических, организационных и технических показателей, который характеризует количество и качество природного ресурса, а также состав и категории природопользователей этого ресурса. Кадастры представлены по видам природных ресурсов.

Земельный кадастр содержит сведения о качественном составе почв, распределении земель по использованию, собственниках земли (владельцах, арендаторах, пользователях). Данные кадастровой оценки земель учитывают при планировании использования земель; распределении по целевому назначению, их предоставлению или изъятию; определении платежей за землю; для оценки степени рационального использования земель.

Кадастр месторождений полезных ископаемых включает в себя сведения о ценности каждого месторождения полезных ископаемых, в нем перечислены горнотехнические, экономические и экологические условия их разработки.

Водный кадастр содержит характеристику водных объектов. Его задачи связаны с текущей перспективной оценкой состояния водных объектов с целью планирования использования водных ресурсов; предотвращением истощения водоисточников; восстановлением качества воды до нормативного уровня. На основе материалов водного кадастра определяется целевое использование вод, проводится паспортизация и изъятие из хозяйственного оборота наиболее ценных водных объектов, вводятся ограничительные меры по водопользованию с целью охраны водоисточников.

Лесной кадастр содержит сведения о правовом режиме лесного фонда, количественной и качественной оценке состояния лесов, групповом подразделении и категории лесов по их защищенности, экономической оценке леса. Сведения лесного кадастра используются для определения экономической и экологической значимости лесов, при выборе сырьевых баз для заготовки древесины, для проведения лесовосстановительных работ, замены малопродуктивных лесов высокопродуктивными лесными угодьями.

Реестр охотничьих животных используется для количественного и качественного учета животных охотничьего фонда, установления ограничения охоты на те виды, которые проявляют устойчивые тенденции к сокращению популяций. С аналогичными целями формируется *реестр рыбных запасов*. Своеобразным кадастром редких животных и растений служат Красная книга Российской Федерации, красные книги республик, краев и областей.

Реестр природно-заповедных территорий и объектов — заповедников, национальных парков, памятников природы — также выполняет функции кадастра.

Реестр загрязнителей ставит целью учет загрязнителей окружающей природной среды, выбросов, сбросов, захоронений и содержится их количественная и качественная оценка.

9.3. Особо охраняемые природные территории

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) — территории и акватории, в пределах которых запрещено их хозяйственное использование и поддерживается их естественное состояние в целях сохранения экологического равновесия, а также в научных, учебно-просветительных и культурно-эстетических целях. ООПТ предназначены для поддержания экологического баланса, сохранения генетического разнообразия природных ресурсов, наиболее полного отражения биogeоценотического разнообразия биомов страны, изучения эволюции экосистем и влияния на них антропогенных факторов, а также для решения различных хозяйственных и социальных задач.

Согласно Федеральному закону «Об особо охраняемых природных территориях» № 33-ФЗ от 14.03.1995 г. (ред. от 25.06.2012 г.) в зависимости от

строгости охраны различают государственные природные заповедники (в том числе биосферные), национальные парки, природные парки, государственные природные заказники, памятники природы, дендрологические парки и ботанические сады.

Государственные природные заповедники — территории и акватории, которые полностью изъяты из обычного хозяйственного использования с целью сохранения в естественном состоянии природного комплекса. Для сглаживания влияния прилегающих территорий вокруг заповедников создают охранные зоны, где хозяйственная деятельность ограничена.

Биосферные заповедники — территории, входящие в состав ряда государственных природных заповедников и используемые для фоновой мониторинга биосферных процессов. В настоящее время в мире создана единая глобальная сеть из более чем 300 биосферных заповедников, которые работают по согласованной программе ЮНЕСКО и ведут постоянные наблюдения за изменением природной среды под влиянием антропогенной деятельности.

Национальные природные парки — относительно большие природные территории и акватории, где обеспечивается выполнение трех основных целей: экологической — поддержание экологического баланса и сохранение природных экосистем); рекреационной — регулируемый туризм и отдых людей; научной — разработка и внедрение методов сохранения природного комплекса в условиях массового допуска посетителей.

В национальных парках существуют зоны хозяйственного использования.

Природные парки — территории, отличающиеся особой экологической и эстетической ценностью, с относительно мягким охранным режимом и используемые преимущественно для организованного отдыха населения. По своей структуре они более просты, чем национальные природные парки.

Заказники — территории, создаваемые на определенный срок (в ряде случаев постоянно) для сохранения или восстановления природных комплексов или их компонентов и поддержания экологического баланса. В заказниках сохраняют и восстанавливают плотности популяций одного или нескольких видов животных или растений, а также природные ландшафты, водные объекты и др.

Памятники природы — уникальные, невозпроизводимые природные объекты, имеющие научную, экологическую, культурную и эстетическую ценность (пещеры, вековые деревья, скалы, водопады и т. д.). На территории, где они расположены, запрещена любая деятельность, нарушающая их сохранность.

Дендрологические парки и ботанические сады — коллекции деревьев, кустарников и трав, созданные человеком с целью сохранения биоразнообразия и обогащения растительного мира, а также в научных, учебных и культурно-просветительных целях. В дендрологических парках и ботанических садах осуществляются также работы по интродукции и акклиматизации новых для данного региона растений.

9.4. Лицензии, договоры и лимиты на природопользование

Порядок пользования природной средой и природными ресурсами основывается на принципах охраны природной среды и неистощимости использования природных ресурсов, создания нормальных экологических и экономических условий для ныне живущих и будущих поколений, обеспечения приоритетных направлений природопользования, учета и контроля за ОС. Эффективными средствами охраны ОС 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, выбросы и сбросы.

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 размещение отходов;

нормативы платы за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ и размещение отходов;

экологические требования и ограничения, при которых допускается хозяйственная или иная деятельность.

Лицензия на комплексное природопользование выдается органами Минприроды России сроком на один год, но, если возникает угроза экологической безопасности населения, право пользования ею может быть досрочно прекращено. Лицензия имеет существенное значение не только как средство защиты ОС, 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 предполагаемую деятельность, природопользователь должен заключить договор о комплексном природопользовании.

Договор на природопользование — это документ, который 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 ОС является также лимитирование природопользования.

Лимиты на природопользование — предельные объемы природных ресурсов, выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, размещения отходов про-

изводства, которые устанавливаются для предприятий-природопользователей на определенный срок. За сверхнормативное потребление природных ресурсов предусматривается дополнительная плата.

9.5. Экологическое страхование

Предприятия, 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. Таким образом, экологическое страхование выполняет в основном экономически стимулирующие функции, побуждая предприятия к сохранению природных ресурсов и охране природной среды.

В настоящее время все более актуальными становятся и такие важные природоохранные проблемы, как страхование риска загрязнения ОС, страхование инвестиций в экологически рискованные проекты, выбор приоритетных объектов экологического страхования. Развиваются и другие формы экологического страхования.

10. КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

10.1. Общие положения концепции устойчивого развития

Термин «концепция устойчивого развития» вошел в природоохранный лексикон после Конференции ООН по окружающей среде и развитию, которая состоялась в 1992 г. в Рио-де-Жанейро. Устойчивое развитие определялось как «модель движения вперед, при котором достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения без лишения такой возможности будущих поколений». В широком смысле стратегия устойчивого развития направлена на достижение гармонии между людьми и между обществом и природой.

Переход к устойчивому развитию, согласно принятой на этой конференции Декларации по окружающей среде и развитию, требует решения трех стратегических задач, которые стоят перед мировым сообществом:

- 1) ограничение роста производства и потребления в промышленно развитых странах мира, являющихся главными потребителями ресурсов и источниками загрязнения;
- 2) ограничение роста населения, особенно в развивающихся странах;
- 3) предотвращение углубления неравенства между богатыми и бедными, ввергнувшего 75 % человечества в борьбу за выживание и вызвавшего обострение социальных конфликтов.

В рамках Глобального экологического форума в Рио-де-Жанейро (1992) были сформулированы следующие основные принципы неразрывности эколого-экономических связей:

экономическое развитие в отрыве от экологии ведет к превращению планеты в пустыню;

упор на экологию без экономического развития закрепляет нищету и несправедливость.

Исходя из этих принципиальных положений основными направлениями перехода России к устойчивому развитию были признаны следующие:

создание правовой основы перехода к устойчивому развитию, включая совершенствование действующего законодательства;

разработка системы стимулирования хозяйственной деятельности и установление пределов ответственности за ее экономические результаты, при которых биосфера воспринимается уже не только как поставщик ресурсов, но и как фундамент жизни, который необходимо сохранять;

оценка хозяйственной емкости локальных и региональных экосистем страны, определение допустимого антропогенного воздействия на них;

формирование эффективной системы организации устойчивого развития и создание соответствующей системы воспитания и обучения.

Переход нашей страны к устойчивому развитию — это весьма длительный процесс, который требует решения огромных по масштабу эколого-экономических и социальных задач, а потому осуществляемый поэтапно. Основные этапы на этом пути следующие:

решение сложнейших социальных и экономических проблем оздоровления ОС, в первую очередь в зонах экологического бедствия;

существенная экологизация всего процесса экономического развития;

гармонизация взаимодействия с природой всего мирового сообщества и др.

Следует особо отметить, что переход к устойчивому развитию потребует безусловного искоренения стереотипов мышления, связанных с пренебрежением возможностями биосферы и порождающих безответственное отношение к обеспечению экологической безопасности.

10.2. Природозащитные мероприятия и роль технического прогресса в защите окружающей среды

Защита ОС — комплексная проблема, которая может быть решена только совместными усилиями специалистов различных отраслей науки и техники.

Наиболее эффективная форма защиты ОС от вредного воздействия промышленных предприятий — переход к малоотходным и безотходным технологиям, а в условиях сельскохозяйственного производства — к биологическим методам борьбы с сорняками и вредителями. Для этого необходимо решить целый комплекс сложных технологических, конструкторских и организационных задач.

Инженерно-экологические мероприятия предполагают создание такой природно-промышленной системы, которая позволила бы обеспечить эффективное использование и охрану природных ресурсов в процессе работы того или иного производства. Они включают три группы мероприятий:

1. Инженерные мероприятия направлены на совершенствование существующих и разработку новых технологических процессов, машин, механизмов и материалов, используемых в производстве с целью исключения или смягчения негативных воздействий предприятий на природную среду.

2. Экологические мероприятия обеспечивают самоочищение (при загрязнении) природной среды или ее самовосстановление (при нарушении равновесия). Они могут быть абиотическими и биотическими.

Абиотические экологические мероприятия основаны на использовании естественных, физических и химических процессов, протекающих во всех составляющих биосферы, которые позволяют снизить опасность вредного антропогенного воздействия, уменьшить или исключить его последствия.

Биотические экологические мероприятия основаны на использовании живых организмов, обеспечивающих функционирование экологических систем в зоне влияния производства. К ним относятся биологическая рекультивация и биологическая очистка сточных вод, ликвидация загрязнений почв с помощью специальных растений или микроорганизмов, способных извлекать и перерабатывать загрязняющие вещества.

3. Организационные мероприятия связаны с управлением, структурой и функционированием создаваемых или действующих природно-промышленных систем. Они подразделяются на плановые и оперативные.

Плановые организационные мероприятия рассчитаны на длительную перспективу с учетом развития производства и непроизводительной инфраструктуры крупных природно-промышленных систем. Это выбор месторасположения новых производств с учетом розы ветров и взаимного расположения других источников загрязнений атмосферы; передислокация из городов и поселков предприятий с высокой интенсивностью вредного воздействия; выбор места расположения отвалов и свалок; перемещение рекреационных территорий и объектов культурного назначения из зон воздействия и влияния предприятий в чистые зоны; изменение путей и режимов движения транспорта; устройство санитарно-защитных зон.

Оперативные организационные мероприятия применяются в экстремальных ситуациях, возникающих на производстве или в природной среде. Экстремальные ситуации на производстве обычно сопровождаются авариями (взрывами, пожарами, разрывами трубопроводов) и приводят к залповым выбросам и сбросам, загрязняющим ОС.

Таким образом, инженерно-экологические мероприятия основаны на цикличности материальных ресурсов и заимствованы у природы, где, как известно, действуют замкнутые циклические процессы. Технологические процессы, в которых в полной мере учитываются все взаимодействия с ОС и принимаются меры по предотвращению отрицательных последствий, называются **экологизированными**.

Малоотходные и безотходные технологии представляют собой принципиально новый подход к развитию всего промышленного и сельскохозяйственного производства. Понятие «полностью безотходная технология» условно, так как ни одно производство невозможно без отходов, даже природные циклы сопровождаются образованием отходов. Малоотходные и безотходные технологические процессы и системы должны функционировать таким образом, чтобы не нарушать естественного хода процессов, протекающих в природе.

Так, в энергетике необходимо шире использовать новые методы сжигания твердого топлива (например, в кипящем слое), а также необходимое для

этого оборудование (в частности, горелки с низким выходом вредных веществ, что способствует снижению содержания вредных веществ в отходящих газах); разрабатывать эффективные системы очистки этих газов от пыли и оксидов серы и азота; применять экологически чистые источники энергии (термальные воды, энергию Солнца, ветра, воды).

Следует внедрять экологически чистые виды топлива (газ, неэтилированные бензины), методы каталитического дожигания и улавливания вредных веществ, электромобили.

В холодильной технике и технике кондиционирования необходимо переходить от хладагентов на базе хлорсодержащих углеводородов (фреонов), разрушающих озоновый слой, к озонобезопасным смесям, состоящим только из фторуглеводородов.

В машиностроении приоритетное направление связано с разработкой системы водоочистки для гальванических производств, переходом к замкнутым системам рециркуляции воды и извлечением металлов из сточных вод. В области обработки металлов следует шире использовать получение деталей из пресс-порошков.

В целлюлозно-бумажной промышленности малоотходное и безотходное производство обеспечивается внедрением процессов с низким расходом свежей воды на единицу продукции, когда применяются замкнутые и бессточные системы промышленного водоснабжения; максимальным использованием экстрагирующих соединений, содержащихся в древесном сырье, для получения целевых продуктов; совершенствованием процессов отбеливания целлюлозы с помощью кислорода и озона; улучшением переработки отходов лесозаготовок биотехнологическими методами в целевые продукты; созданием производственных мощностей по переработке бумажных отходов, в том числе макулатуры.

10.2.1. Основные меры борьбы с загрязнением водоемов. Методы очистки воды

Еще в 1980-х гг. ВОЗ обнародовала сведения, согласно которым в результате употребления загрязненной воды в мире ежедневно умирает 25 тыс. человек.

Природные воды могут быть загрязнены самыми различными примесями, разделяющимися на группы в зависимости от их биологических и физико-химических свойств. К первой группе относятся вещества, растворяющиеся в воде и находящиеся там в молекулярном или ионном состоянии (это две разные подгруппы). Вторая группа — это те вещества, которые образуют с водой взвеси или коллоидные системы (это также две разные подгруппы). В коллоидном состоянии могут находиться минеральные или органические частицы, нерастворимые формы гумуса и отдельные вирусы. Взвесями же являются чаще всего планктон, бактерии и нерастворимые мельчайшие твердые частицы.

Содержание естественных (природных) частиц в поверхностных водах неодинаково. Минимальное содержание солей характерно для наших северных рек, а для южных, питаемых подземными водами, — максимальное, до 1,5 г/л. По виду исходных (природных) солей, преобладающих в воде, реки подразделяют на гидрокарбонатные (Волга, Днепр), сульфатные (Дон, Северский Донец), хлоридные и т. п. Но все же состояние рек определяется в первую очередь антропогенным фактором.

Наибольшее влияние на состояние рек оказывает сельскохозяйственное производство. Применение пестицидов во многих случаях буквально уничтожает биоценоз реки, особенно при работах на землях, непосредственно примыкающих к руслу.

Загрязнение рек промышленными и бытовыми стоками по массе стоит на втором месте, но по вредности зачастую является определяющим. Так, сбросы предприятий электронной и радиопромышленности, использующих хлорорганические растворители и отходы целлюлозно-бумажных комбинатов даже при сравнительно небольшой величине стоков убивают диоксинами все живое в ближайших водоемах.

Особенно следует выделить нефтяное загрязнение водоемов: во-первых, продукты разложения нефти чрезвычайно токсичны, а во-вторых, нефтяная пленка, изолирующая воду от воздуха, приводит к гибели живых организмов в воде.

В последнее время в воде все чаще встречаются вредные элементы (свинец, олово, цинк, медь, ртуть, радиоактивные изотопы), вода имеет кислую среду, в которой не могут жить рыбы.

Основные меры борьбы с загрязнением водоемов включают:

1. Установление прибрежных защитных полос и водоохраных зон в соответствии с Водным кодексом РФ. В прибрежных защитных полосах (шириной 10...50 м от уреза реки) запрещаются любые работы — от распашки земли до выпаса скота, а также применение пестицидов, размещение предприятий и ферм. В водоохранной зоне (до 300 м от уреза воды) запрещается размещать любые объекты, которые могут оказать влияние на состояние реки, не допускается вырубать насаждения и т. п. Зоны устанавливаются на основании тщательных обследований и закрепляются специальным проектом, учитывающим рельеф местности и уже существующие объекты. Последние ликвидируются, или же надзорные органы устанавливают для них особый режим водопользования. Водоохранная зона обозначается специальными знаками. Работы в ней могут проводиться лишь в особых случаях и по согласованию с государственными органами.

2. Отказ от чрезвычайно ядовитых сельскохозяйственных пестицидов, в первую очередь содержащих хлор.

3. Уменьшение сбросов промышленных предприятий за счет снижения водоемкости производства и применения оборотных (замкнутых, полузамкнутых) систем водоснабжения.

4. Разделение промышленных и хозяйственно-бытовых стоков. Обеспечение их очистки перед сбросами в водоемы.

5. Снижение опасности загрязнения водоемов нефтью и нефтепродуктами как за счет повышения надежности танкеров, так и принятия специальных мер организационно-правового характера.

Очистка воды предназначена для доведения всех параметров, характеризующих ее качество, до нормативных показателей. Между очисткой воды для питьевых нужд, очисткой в технологических целях (как из поверхностных водоемов, так и подземных вод) и очисткой сточных вод имеются существенные отличия, причем даже для промышленных стоков, сбрасываемых в водоемы или на грунт и сливаемых в систему канализации, нормативы и требования к очистке различные и постоянно ужесточаются.

Методы очистки воды можно подразделить на механические, физико-химические и биологические.

Механическая очистка применяется для отделения твердых и взвешенных веществ. Наиболее типичны в методы процеживания, отстаивания, инерционного разделения, фильтрования и нефтеулавливания (как разновидность отстаивания). Все они используются для обработки сточных вод. Для водоподготовки из этой группы наиболее широко применяются методы отстаивания и фильтрования.

Процеживание — первичная стадия очистки сточных вод, когда вода пропускается через специальные металлические решетки с шагом 5...25 мм, установленные наклонно. Они периодически очищаются от осадка с помощью специальных поворотных приспособлений.

Отстаивание — процесс механической очистки, который происходит в специальных емкостях — так называемых отстойниках. По направлению движения воды они бывают горизонтальными, вертикальными, радиальными и комбинированными. Общими принципами для них являются выход очищенной воды в верхней части отстойника и гравитационное осаждение частиц, которые собираются внизу. Разновидностью отстойников являются песколовки, применяющиеся для выделения частиц песка в стоках литейных цехов, и окалины, использующиеся для аналогичных целей в стоках кузнечно-прессовых и прокатных цехов. Как правило, время нахождения воды в песколовках намного меньше, чем в отстойниках, где оно достигает до 1,5 ч (для сточных вод).

Инерционное разделение — процесс очистки, осуществляемый в гидроциклонах, принцип действия которых такой же, как в циклонах для очистки газов. Различают открытые и напорные гидроциклоны, причем первые имеют большую производительность и малые потери напора, но проигрывают в эффективности очистки (особенно от мелких частиц).

Фильтрование — процесс обработки, осуществляемый чаще всего через пористые связанные или несвязанные материалы. Как правило, фильтры очищают воду от тонкодисперсных примесей даже при небольших концентрациях. Фильтроматериалы достаточно разнообразны: кварцевый песок, гравий, антрацит, частички металлов и др. Песчаные фильтры — основные очистители при водоподготовке.

Нефтеулавливание — процесс очистки, проходящий в нефтеловушках, в самом простом исполнении представляющих собой отстойники, в которых выход очищенной воды происходит снизу, а нефтяная пленка собирается сверху.

Физико-химическая очистка обеспечивает отделение как твердых и взвешенных частиц, так и растворенных примесей. Она включает множество разных способов. Дадим краткую характеристику важнейшим из них.

Экстракция — процесс разделения примесей в смеси двух нерастворимых жидкостей (экстрагента и сточной воды). Например, в специальных колонках (пустотелых или заполненных насадками) стоки смешиваются с экстрагентом, отбирающим вредные вещества (так бензолом удаляется фенол).

Флотация — процесс всплывания примесей (чаще всего маслопродуктов) при обволакивании их пузырьками воздуха, подаваемого в сточную воду. В некоторых случаях между пузырьками и примесями происходит реакция. Разновидность метода — электрофлотация, при которой вода дополнительно обеззараживается за счет окислительно-восстановительных процессов у электродов.

Нейтрализация — обработка воды щелочами или кислотами, известью, содой, аммиаком и другими веществами с целью обеспечения заданной величины водородного показателя рН. Самый простой способ нейтрализации сточных вод — смешение кислых и щелочных стоков, если они имеются на предприятии.

Окисление — процесс очистки, применяющийся как при водоподготовке, так и при обработке сточных вод для обеззараживания воды и уничтожения токсичных биологических примесей. Наиболее распространенный способ — хлорирование — чреват появлением диоксинов (особенно при вынужденном повышении дозы хлора летом или в период паводка, т. е. при так называемом гиперхлорировании), поэтому необходимо постепенно переходить на другие способы, например на совмещение озонирования и хлорирования.

Озонирование — дорогой метод, имеющий более кратковременное действие, однако перспективный. В настоящее время проводятся эксперименты по комбинации реагентов с ультрафиолетовой обработкой воды. В любом случае вода, применяемая для питья и содержащая характерный запах хлора, перед употреблением должна как минимум отстаиваться и кипятиться.

Сорбция — метод, обеспечивающий эффективную очистку воды от солей тяжелых металлов, непредельных углеводородов, частичек красящих веществ и т. д. Лучшим сорбентом является активированный уголь, а также различные минералы (шунгит, цеолит и др.), специально обработанные опилки, сажа, частички титана и др.

Коагуляция — обработка воды специальными реагентами с целью удаления нежелательных растворенных примесей. Этот метод широко распространен при водоподготовке. Обработка ведется соединениями алюминия или железа, при этом образуются твердые нерастворимые примеси, отделяе-

мые обычными способами. Для сточных вод широко применяется электрокоагуляция, при которой вблизи электродов образуются ионы (результат анодного растворения материала электродов), реагирующие с примесями. Так отделяют тяжелые металлы, цианы и др.

Ионообменные методы — достаточно эффективные способы очистки от многих растворов и даже тяжелых металлов. Очистка производится синтетической ионообменной смолой и, если ей предшествует механическая очистка, позволяет получить выделенные из воды металлы в виде сравнительно чистых концентрированных солей.

Биологическая очистка возможна как в естественных условиях, так и в искусственных сооружениях. В обоих случаях органические примеси обрабатываются редуцентами (бактериями, простейшими, водорослями и т. п.) и превращаются в минеральные вещества.

В естественных условиях очистка производится на полях фильтрации или орошения (через почву) или в биологических прудах-отстойниках, в которых концентрация загрязнителей снижается до требуемых норм за счет процессов самоочищения, осуществляемых микроорганизмами, водорослями, беспозвоночными, при этом пруды могут быть с поддувом воздуха (искусственной аэрацией).

Большой интерес для очистки воды представляют высшие водные растения (ВВР) — тростник, камыш, ряска и др. Способность к накоплению, утилизации и трансформации многих загрязняющих веществ делает их незаменимыми в общем процессе самоочищения водоемов. В последнее время на территории РФ получило широкое применение тропическое цветковое растение — эйхорния (водный гиацинт). Эйхорния может применяться там, где в течение не менее двух месяцев температура стоков не опускается ниже 16 °С. Она способна поглощать все лишнее, что загрязняет воду: нефтепродукты, фенолы, сульфаты, фосфаты, хлориды, нитраты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), щелочи, тяжелые металлы.

В качестве искусственных сооружений могут применяться аэротенки, окситенки (с подачей кислорода), метатенки (без доступа воздуха) и биофильтры. В тенках (с подачей воздуха) сточные воды обрабатываются микроорганизмами. Но для нормального функционирования последних необходимы определенные условия по температуре, рН и отсутствию многих солей. Поэтому тенки чаще всего применяются в тех очистных канализационных системах, куда не поступают промстоки. На промышленных очистных сооружениях, как правило, применяются биофильтры, в которых активная биологическая среда образуется на специальной загрузке (шлаке, керамзите, гравии и т. п.). Эта биологическая среда (пленка) менее чувствительна к колебаниям параметров среды и сточных вод. Активность биопленки увеличивается при поддуве воздуха, подаваемого обычно противотоком.

Выбор способов очистки и обеззараживания воды зависит от многих параметров и требований. Среди важнейших следует отметить следующие:

необходимая степень очистки и исходная загрязненность воды;
потребные расходы и время очистки;
наличие очистителей и энергии;
экономические возможности.

При всех методах очистки следует обращать внимание на вопрос утилизации осадка, образующегося при обработке воды (особенно токсичных промстоков). Обычно его обезвоживают и захоранивают на специальных полигонах или обрабатывают в биологических сооружениях. Существуют специальные печи для сжигания токсичных отходов с очень высокой полнотой сгорания (за счет создания взвешенного слоя сгорающего вещества, тангенциальной подачи топлива и др.) и четырехступенчатой очисткой газовых выбросов. Ведутся разработки по сжиганию этого осадка в специально оборудованных металлургических печах с получением сравнительно безвредного строительного материала.

10.2.2. Основные меры борьбы с загрязнением атмосферы. Принципы очистки пылегазовых выбросов

В настоящее время наиболее разработаны очистители от пыли, золы и других твердых частиц. При этом чем мельче частицы, тем труднее очистка. Для частиц диаметром более 50 мкм используется 5-й класс пылеуловителей, наиболее легко обеспечивающий почти полное пылеулавливание. Значительно сложнее извлекать мельчайшие частицы с диаметром 2...0,3 мкм (в таком случае нужен очиститель 1-го класса).

Все пылеуловители подразделяются на сухие и мокрые.

Сухие пылеуловители — это различные циклоны, пылеосадительные камеры и пылеуловители, фильтры и электрофильтры, которые наиболее отработаны и отличаются сравнительно простым устройством. Однако для удаления мелкодисперсных и газовых примесей их применение не всегда эффективно.

Наиболее часто используются аппараты, работающие на принципе отделения тяжелых частиц от газов силами инерции (при раскрутке газов или их резком повороте). На рис. 5 показаны принципиальные схемы некоторых из них.

Для тонкой очистки широко используются фильтры с зернистыми слоями (песок, титан, стекло и др.), гибкими пористыми перегородками (ткань, резина, полиуретан и др.), полужесткими и жесткими перегородками (вязаные сетки, керамика, металл и др.). Как правило, применяют несколько ступеней очистки пылегазовых выбросов, при этом почти всегда одна из них осуществляется посредством электрофильтра.

Электрофильтры высокоэффективны в борьбе с пылью и туманом. Они работают на принципе осаждения ионизированных примесей на специальных электродах. Ударная ионизация газа происходит в зоне коронирующего разряда, возникающего между цилиндрическим конденсатором и осадительным электродом, расположенным по оси цилиндра. Аэрозольные частицы в этой зоне адсорбируют на своей поверхности заряженные ионы и осаждаются на электродах

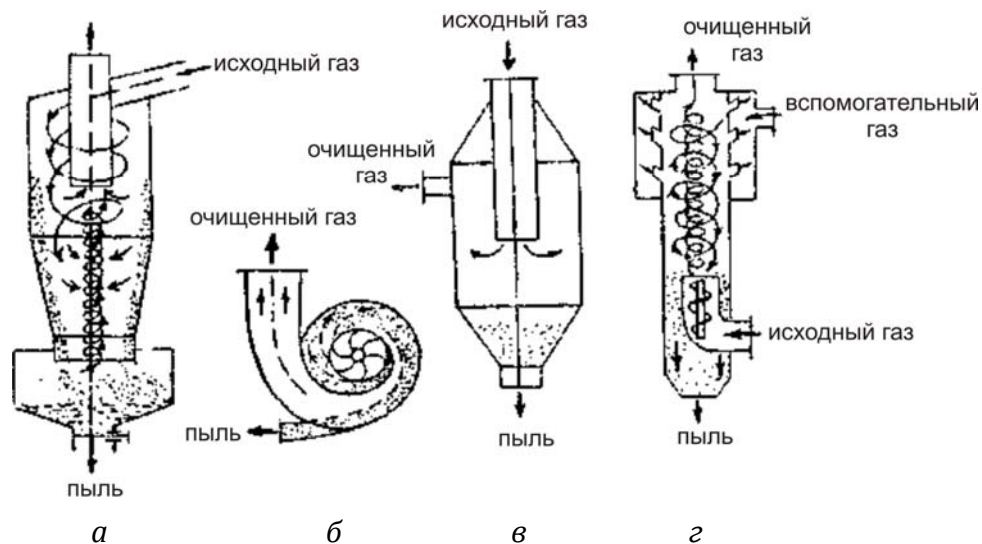


Рис. 5. Виды сухих инерционных пылеуловителей:
 а — циклон; б — ротационный; в — радиальный; г — вихревой

Мокрые пылеуловители подразделяются на скрубберы форсуночные, центробежные и Вентури, пенные и барботажные аппараты, которые работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхности капель, пленки или пены жидкости.

Мокрые пылеуловители применяют для тонкой очистки, что требует использования систем водоподготовки и шламоудаления. Кроме того, жидкость должна быть раздроблена на капли или пленки для увеличения адсорбирующей поверхности. Конструктивно это достигается разными способами. Так, в скруббере Вентури (рис. 6, а) жидкость дробится высокоскоростным потоком газа, в форсуночном скруббере (рис. 6, б) — центробежным или струйным распылителем (форсункой), а в центробежном (рис. 6, в) газ, как в циклоне, подается через тангенциальные (касательные к стенке) входные каналы, обеспечивающие закрутку и движение газа навстречу жидкости.

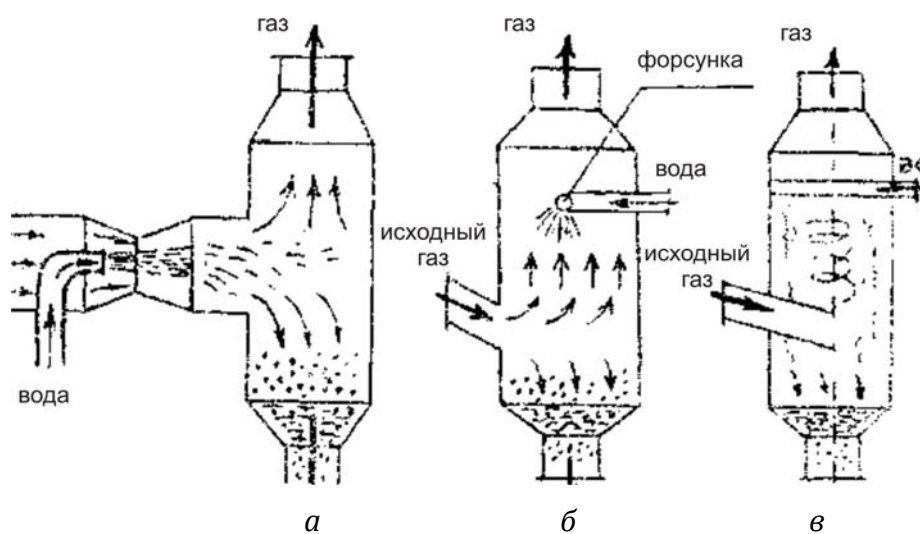


Рис. 6. Схемы аппаратов мокрой очистки:
 а — скруббер Вентури; б — форсуночный скруббер;
 в — центробежный скруббер

Газоочистители представлены различными модификациями. Наиболее распространены скрубберные, которые практически не отличаются от скрубберных пылеуловителей (зачастую они выполняют двойную функцию — пыле- и газоулавливания). Они работают на принципе абсорбции, т. е. поглощения веществ жидкостью (абсорбентом). В качестве абсорбентов применяют воду (для поглощения аммиака, хлористого и фтористого водорода), растворы сернистой кислоты и суспензий вязких масел (для хлора, сернистого ангидрида), растворы извести или едкого натра (для окислов азота, хлористого водорода) и др.

Рассмотрим другие методы, лежащие в основе работы большинства газоочистителей.

Хемосорбция — метод, основанный на химической реакции, возникающей при поглощении газов и паров жидкими поглотителями и сопровождающейся образованием малолетучих и слабо растворимых соединений. Например, для отделения сероводорода применяют щелочные растворы, причем процесс идет в скрубберных аппаратах того же типа, что используют при методе абсорбции.

Адсорбция (задержание, извлечение) — метод, основанный на способности некоторых твердых пористых тел селективно (избирательно) извлекать элементы. Адсорбентом чаще всего служит активированный уголь, имеющий поверхность пор до $10^5 \dots 10^6 \text{ м}^2/\text{кг}$ и хорошо адсорбирующий сернистые соединения и органические растворители. Простые и комплексные адсорбенты типа силикагеля, глинозема и цеолита обладают высокой селективной способностью, которая, однако, снижается при повышении влажности газов. Иногда их обрабатывают реактивами для хемосорбции. Адсорбенты требуют регенерации, которая чаще всего производится нагревом, продувкой паром или специальным реагентом.

Остальные методы в настоящее время применяются значительно реже и лишь для небольших выбросов.

Так, **прямое сжигание** — разновидность термического метода — используется при утилизации горючих отходов, которые с трудом поддаются другой обработке (например, отходы лакокрасочной промышленности).

Каталитическая обработка (реакция на катализаторы) экономнее термической по времени процесса, но требует особого внимания к активности катализатора и его долговечности. Во многих случаях катализаторами служат благородные металлы или их соединения (платина, палладий, оксиды меди, марганца и др.). Эффективность метода повышается с ростом температуры газов. Наиболее широко каталитические нейтрализаторы применяются для отработанных газов автомобилей.

Биохимическая очистка (работа микроорганизмов) применяется для очистки газов, состав которых меняется слабо. Этот процесс происходит в биофильтрах или биоскрубберах, где микроорганизмы находятся в фильтрующей насадке из почвы, торфа, компоста и т. п. или в водной суспензии активного ила.

В целом, выбор системы очистки определяется многими факторами, среди которых особую важность имеют следующие:

- номенклатура и концентрация загрязнителей, их вредность;
- требуемая степень очистки (с учетом фоновое загрязнение);
- объемы выбросов, их температура и влажность;
- наличие сорбентов и реагентов;
- потребность в продуктах утилизации;
- стоимостные оценки.

В условиях современного производства, как правило, требуется многоступенчатая очистка. Так, при производстве электронной аппаратуры количество вредных веществ доходит до 20...30 наименований (от углекислого газа и пыли до соединений меди и свинца, формальдегида и эпихлоргидрина). Поэтому наряду с электрофильтрами необходимы сухие и мокрые аппараты, адсорбенты и абсорбенты.

В настоящее время главная задача в борьбе с загрязнением атмосферы — максимально снизить выбросы вредных веществ и теплоты, вернуть их в исходный технологический процесс. Для этого необходимо соблюдать ряд мер:

грамотно применять экономические санкции (порядок платы за загрязнение предусматривает кратное повышение выплат при превышении ПДВ или несанкционированных выбросах);

строго контролировать выбросы вредных веществ (в том числе с помощью экспертиз — государственных и общественных) и обоснованно регулярно финансировать природоохранные мероприятия.

10.2.3. Улучшение экологических характеристик топлива

На состояние ОС определяющее влияние оказывает транспорт, поэтому особое внимание необходимо уделять применению новых экологически чистых видов топлива — прежде всего сжиженного и сжатого газа.

В мировой практике в качестве моторного топлива наиболее широко используется сжатый природный газ, содержащий не менее 85 % метана.

В меньшей степени распространено применение попутного нефтяного газа, обычно представляющего собой смесь пропана и бутана. Эта смесь может находиться в жидком состоянии при обычных температурах под давлением до 1,6 МПа. Для замещения 1 л бензина требуется 1,3 л сжиженного нефтяного газа, при этом по сравнению со сжатым газом его экономическая эффективность по эквивалентным затратам на топливо в 1,7 раз ниже. Следует отметить, что природный газ, в отличие от нефтяного, не токсичен.

Применение сжиженного газа сокращает выбросы: окислов углерода — в 3...4 раза, окислов азота — в 1,5...2 раза, углеводородов (не считая метана) — в 3...5 раз, частиц сажи и двуокиси серы (дымность) дизельных двигателей — в 4...6 раз.

При работе на природном газе с коэффициентом избытка воздуха $a = 1,1$ выбросы, образующиеся в двигателе при сгорании топлива и смазочного

масла (включая бенз(а)пирен), составляют 10 % от выбросов при работе на бензине. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС), работающие на природном газе, уже сейчас удовлетворяют всем современным нормам по содержанию газообразных и твердых составляющих в выхлопных газах (табл. 2).

Таблица 2

Содержание токсичных компонентов в выхлопных газах ДВС, %

Вид топлива	Токсичные компоненты выхлопных газов				
	СО	C _n H _m (без метана)	NO _x	Сажа	Бензапирен
Бензин	100	100	100	Нет	100
Бензин (двигатели с нейтрализаторами)	25...30	10	25	Нет	50
Дизельное топливо	10	10	50...80	100	50
Газ + дизельное топливо	8...10	8...10	50...70	20...40	30...40
Пропан-бутан	10...20	50...70	30...80	Нет	3...10
Газ природный сжатый	5...10	1...10	25...40	Нет	3...10

Особо следует остановиться на выбросах углеводородов, которые претерпевают в атмосфере фотохимическое окисление под действием ультрафиолетового облучения (ускоряющееся в присутствии NO_x). Продукты этих окислительных реакций являются причиной возникновения так называемого смога. В бензиновых двигателях основное количество углеводородных выбросов приходится на этан и этилен, а в газовых — на метан, так как эта часть выбросов бензиновых двигателей образуется в результате крекинга паров бензина в несгорающей части смеси при высоких температурах, а в газовых двигателях несгорающий метан никаким преобразованиям не подвергается.

Легче всего под воздействием ультрафиолетового облучения окисляются непредельные углеводороды, например этилен. Предельные углеводороды, включая метан, более стабильны, по причине того что требуют для фотохимической реакции более жесткого (коротковолнового) излучения. В спектре солнечного излучения составляющая, инициирующая окисление метана, имеет столь малую интенсивность по сравнению с инициаторами окисления других углеводородов, что метан практически не окисляется. Поэтому в ограничительных стандартах автомобильных выбросов ряда стран углеводороды учитывают без метана, хотя пересчет ведется на метан.

Таким образом, несмотря на то что сумма углеводородов в выхлопных газах двигателей, использующих газомоторное топливо, оказывается такой же, как и у бензиновых двигателей, а в газодизеле часто и выше, эффект загрязнения воздушного бассейна этими компонентами при использовании газового топлива в несколько раз меньше, чем при использовании жидкого.

Важно также иметь в виду, что при применении газового топлива моторесурсы двигателя увеличиваются в 1,4...1,8 раза, срок службы свечей зажигания — в 4 раза, моторного масла — в 1,5...1,8 раза, межремонтный про-

бег — в 1,5...2 раза. При этом снижаются уровень шума (на 3...8 дБ) и время заправки. Все это обеспечивает быструю окупаемость затрат, связанных с переводом транспорта на газомоторное топливо.

Внимание специалистов привлекают также вопросы безопасности использования газомоторного топлива. Определенную опасность представляют утечки газа через неплотности соединений. В этом отношении наиболее опасен сжиженный нефтяной газ, так как плотность его паров больше, чем воздуха, а сжатого — меньше (3:1 и 5:0,5 соответственно). Следовательно, сжатый газ после выхода из неплотностей поднимается вверх и улетучивается, а сжиженный — образует местные скопления и, подобно жидким нефтепродуктам, «разливается», что при пожаре увеличивает очаг возгорания.

Многие специалисты предрекают большое будущее также и жидкому водороду как практически идеальному с экологической точки зрения моторному топливу. Еще несколько десятилетий назад применение жидкого водорода в качестве горючего не представлялось перспективным. К тому же трагическая гибель в канун Второй мировой войны наполненного водородом дирижабля «Гинденбург» надолго вычеркнула «топливо будущего» из каких-либо серьезных проектов. Однако быстрое развитие космической техники вновь заставило обратиться к жидкому водороду как почти идеальному горючему для исследования и освоения космоса.

Все изложенное выше позволяет сделать вывод, что переход на водородное топливо, в первую очередь в авиации, а затем и в наземном транспорте, станет реальностью уже в ближайшем будущем. К этому времени будут преодолены технические проблемы, окончательно ликвидировано недоверие к водороду как слишком опасному виду горючего и создана необходимая инфраструктура.

11. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА

11.1. Типы нормативных документов

Экологическое право — совокупность эколого-правовых норм (правил поведения), регулирующих общественные (экологические) отношения в сфере взаимодействия общества и природы с целью охраны окружающей природной среды, предупреждения вредных экологических последствий, оздоровления и улучшения качества окружающей человека природной среды. Соблюдение правил (норм), в том числе экологических, обеспечивается государством в принудительном порядке.

Система нормативных документов безопасности жизнедеятельности — это совокупность нормативно-правовых, нормативно-технических и методических документов, относящихся к областям охраны труда на производстве, охраны ОС и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Нормативно-правовые документы определяют правовые отношения субъектов (государства и гражданина, предприятия и работника и т. п.) и устанавливают права, обязанности и нормы ответственности юридических и физических лиц в соответствующей области безопасности жизнедеятельности (БЖД).

В порядке приоритетности нормативно-правовые акты можно расположить в следующей последовательности: международные договоры (конвенции), ратифицированные Государственной думой; Конституция РФ.

Правовой основой законодательства в области обеспечения БЖД является конституция — основной закон государства. Законы и иные правовые акты, принимаемые в Российской Федерации, не должны противоречить Конституции РФ. Гарантом Конституции РФ является Президент РФ, который издает указы и распоряжения, обязательные для исполнения на всей территории государства. Федеральные законы принимаются Государственной думой, рассматриваются Советом Федерации, подписываются и обнародуются Президентом РФ.

К документам, на основе которых формируется законодательство в области обеспечения БЖД, относятся:

- федеральные законы РФ;
- указы Президента РФ;

постановления Правительства РФ;
государственные стандарты (ГОСТ);
нормативные правовые акты федеральных министерств и ведомств.
Нормативно-технические и методические документы устанавливают:
правила, общие принципы или характеристики, касающиеся отдельных видов деятельности в области БЖД;
требования к технологическим процессам и работам, оборудованию, помещениям, зданиям и сооружениям, а также средствам коллективной и индивидуальной защиты;
предельно допустимые уровни вредных и опасных факторов и др.
К нормативно-техническим и методическим документам относятся:
стандарты — международные (Правила ЕЭК ООН и др.), государственные (ГОСТ Р), отраслевые (ОСТ), предприятий (СТП);
правила — единые (федеральные), межотраслевые, отраслевые;
требования;
нормы — единые (федеральные), межотраслевые, отраслевые;
технические условия;
методики;
рекомендации;
руководящие технические материалы;
методические указания;
инструкции (межотраслевые, отраслевые, типовые, для работников, при выполнении работ).

Нормативно-технические и методические документы, как правило, не содержат правовых норм и не подлежат регистрации в Минюсте России. Они принимаются (утверждаются) федеральными министерствами и ведомствами или аналогичными учреждениями субъектов Российской Федерации (ОСТ, правила, нормы и др.), Госстандартом России (ГОСТ, правила по сертификации) и другими органами государственной власти и организациями.

Требования нормативно-технических и методических документов могут быть обязательными (например, требования ГОСТ, касающиеся безопасности и защиты ОС) или рекомендательными. Обязательность выполнения требований рекомендательных документов может устанавливаться самими предприятиями, которые их применяют, а также условиями договоров между организациями.

Рассмотрим подробнее главные нормативные документы с точки зрения отражения в них основных положений экологического права.

Конституция РФ провозглашает права граждан на землю и другие природные ресурсы, на благоприятную ОС (экологическую безопасность), возмещение ущерба, причиненного его здоровью, участие в экологических организациях и общественных движениях, получение информации о состоянии окружающей природной среды и мерах по ее охране. Одновременно Конституция РФ устанавливает обязанности граждан по соблюдению требований природоохранного законодательства, участию в мероприятиях по охране ок-

ружающей природной среды, повышению уровня знаний о природе и экологической культуре. Конституция РФ также определяет организационные и контрольные функции высших и местных органов власти по рациональному использованию и охране природных ресурсов.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7 определяет правовые основы государственной политики в области охраны ОС, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной ОС, биологического разнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны ОС и обеспечения экологической безопасности. Он регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду, в пределах РФ, а также на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне РФ.

В целом, правовые отношения в области охраны ОС, обеспечения экологической безопасности, рационального природопользования определены в законах, которые условно можно разбить на четыре группы:

- общие законопроекты;
- законопроекты по экологической безопасности;
- законопроекты по радиационной безопасности населения;
- законопроекты по природным ресурсам.

Указы и распоряжения Президента РФ и постановления правительства РФ затрагивают широкий круг экологических вопросов. Это, например, Указ о федеральных природных ресурсах, Указ о концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию и др.

Нормативные акты природоохранных министерств и ведомств издаются по вопросам рационального использования и охраны окружающей природной среды в виде постановлений, инструкций, приказов и т. д. Они являются обязательными для других министерств и ведомств, физических и юридических лиц.

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

11.2. Государственные органы охраны окружающей среды

Государственные органы управления и контроля в области охраны ОС подразделяются на две категории — органы общей и специальной компетенции.

Государственные органы общей компетенции — это: Президент РФ, Федеральное собрание, Государственная дума, Правительство РФ, представительные и исполнительные органы власти субъектов Федерации, муниципальные органы. Они определяют основные направления природоохранной

политики, утверждают экологические программы, обеспечивают экологическую безопасность, устанавливают правовые основы и нормы в пределах своей компетенции и т. д. Наряду с охраной окружающей природной среды в круг полномочий государственных органов этой категории входит решение и других экологических вопросов.

Государственные органы специальной компетенции подразделяются на комплексные, отраслевые и функциональные.

К комплексным органам управления относятся: Департамент Госсанэпиднадзора Минздрава РФ (Санэпиднадзор РФ); Федеральная служба РФ по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет); Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России).

Отраслевые органы (Роскомзем, Рослесхоз, Госкомрыболовство, Минсельхоз России) выполняют функции управления и надзора по охране и использованию отдельных видов природных ресурсов и объектов.

Функциональные органы выполняют одну или несколько родственных функций в отношении природных объектов: Минатом России обеспечивает ядерную и радиационную безопасность; Госгортехнадзор России контролирует использование недр; Минздрав России осуществляет санитарно-эпидемиологический контроль; МВД России охраняет атмосферный воздух от загрязнения транспортными средствами, организует работу санитарно-экологической службы муниципальной полиции.

11.3. Экологическая стандартизация и паспортизация

Общие положения экологического законодательства РФ конкретизируются в государственных стандартах (ГОСТ), которые, так же как постановления, инструкции и решения, относятся к подзаконным правовым актам.

Стандарт — нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил и требований, обязательных для исполнения. Генеральным стандартом для природоохранной деятельности является ГОСТ 17.0.0.01—76 «Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов».

Система стандартов в области охраны природы (ССОП) имеет следующие подсистемы (группы): 0 — основные положения; 1 — гидросфера; 2 — атмосфера; 3 — почвы; 4 — земли; 5 — флора; 6 — фауна; 7 — недра.

По направлениям действия государственные стандарты системы охраны природы подразделяются на следующие виды:

- 1 — термины, классификации, определения;
- 2 — нормы и методы измерений загрязняющих выбросов и сбросов, интенсивность использования природных ресурсов;
- 3 — правила охраны природы и рационального использования природных ресурсов;

4 — методы определения параметров состояния природных объектов и интенсивности хозяйственного воздействия;

5, 6 — требования к средствам контроля и защиты ОС;

7 — прочие стандарты.

В полное обозначение стандарта ССОП входят индекс (ГОСТ), номер системы (17), номер стандарта и год издания.

Так, например, если требуется выяснить, какие существуют нормы и методы измерения выбросов вредных веществ в отработавших газах тракторных и комбайновых двигателей, то следует обратиться к ГОСТ 17.2.2.05—86. В данном случае «17» обозначает номер системы, «2» — номер подсистемы (атмосферу), «2» — вид стандарта (нормы и методы измерения), «05» — номер стандарта и «86» — год издания.

В соответствии с ГОСТ 17.0.0.04—90 каждое предприятие в обязательном порядке разрабатывает **экологический паспорт** — основной нормативно-технический документ, содержащий данные об использовании ресурсов и воздействии предприятия на ОС. Цель паспортизации — прогноз экологической ситуации как на самом предприятии, так и вокруг него, а также контроль за выполнением природоохранных мероприятий.

Порядок составления и представления экологических паспортов предприятия (производственной и непроизводственной сферы) на согласование координируют местные комитеты по охране природы при администрациях. Наличие и ведение экологического паспорта не заменяет и не отменяет действующие формы и виды государственной отчетности.

В экологическом паспорте предприятия должны быть отражены:

сведения о технологиях, используемых предприятием;

количественные и качественные характеристики используемых ресурсов (сырья, топлива, энергии);

количественные характеристики выпускаемой продукции;

количественные и качественные характеристики выбросов (сбросов, отходов) и загрязняющих веществ предприятия;

результаты сравнения используемых предприятием технологий с лучшими зарубежными и отечественными.

Информация, содержащаяся в экологическом паспорте, предназначена для решения следующих природоохранных задач:

оценки влияния выбросов (сбросов, отходов) загрязняющих веществ и выпускаемой продукции на ОС и здоровье населения и определения размера платы за природопользование;

установления для предприятия предельно допустимых норм выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в ОС;

планирования предприятием природоохранных мероприятий и оценки их эффективности;

экспертизы проектов реконструкции предприятия;

контроля за соблюдением предприятием законодательства в области охраны природной среды;

повышения эффективности использования природных и материальных ресурсов, энергии и вторичных продуктов.

Экологический паспорт заполняется в двух экземплярах: один хранится на предприятии, другой — в местном комитете по охране природы с грифом «Для служебного пользования».

11.4. Экологическая экспертиза

В соответствии с Федеральным законом «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 г. **экологическая экспертиза** — это установление соответствия намечаемой хозяйственной или иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы.

Цель экологической экспертизы — проверить и оценить, насколько объект соответствует требованиям охраны окружающей природной среды и экологической безопасности. Результатом экспертизы является выявление технических ошибок, научно обоснованная оценка их последствий, рекомендации органам, принимающим решения, прогноз наиболее эффективных условий реализации проектов и объектов, представленных на экспертизу.

Организация и проведение государственной экологической экспертизы является одной из главных задач деятельности Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ (Минприроды России).

Методическое руководство и координацию деятельности всей единой системы государственной экологической экспертизы осуществляет Главное управление государственной экологической экспертизы Минприроды России (Главгосэкспертиза), привлекая для этого Координационный совет государственной экологической экспертизы.

В субъектах Федерации государственная экологическая экспертиза осуществляется соответствующими советами, правлениями, отделами, территориальными органами Минприроды России.

Экспертиза материалов, представленных на госэкспертизу, завершается составлением заключения — документом, подготовленным экспертной комиссией, содержащим обоснованные выводы о допустимости воздействия на окружающую природную среду хозяйственной или иной деятельности либо других объектов экспертизы и о возможности их реализации, одобренным большинством списочного состава экспертной комиссии.

Заключение экологической экспертизы подписывают руководитель, ответственный секретарь и все члены экспертной комиссии; оно не может быть изменено без их согласия.

Заключение может быть положительным или отрицательным. Положительное заключение является одним из обязательных условий для реализации объекта экспертизы. Правовым последствием отрицательного заключения яв-

ляется запрет реализации объекта экспертизы. В этом случае заказчик вправе представить материалы на повторную экспертизу при условии их переработки с учетом замечаний, изложенных в данном отрицательном заключении.

Председатель и члены экспертной комиссии несут полную ответственность за правильность и обоснованность своих заключений в соответствии с законодательством РФ.

Выводы экспертной комиссии могут быть обжалованы в суде.

В Российской Федерации осуществляются и другие виды экологической экспертизы.

Общественная экологическая экспертиза проводится по инициативе общественных объединений и негосударственными структурами. Ее заключение имеет форму рекомендаций.

Научная экологическая экспертиза проводится по инициативе научных учреждений, высших учебных заведений, отдельных ученых или научных коллективов. Ее заключение носит информационный характер.

Нормативная экологическая экспертиза ставит своей задачей исследование соответствия требованиям экологической безопасности нормативов качества окружающей природной среды, предельно допустимых концентраций, выбросов, сбросов вредных веществ, предельно допустимого уровня радиационного воздействия, воздействия шума, вибрации, магнитных полей. В процессе такой экспертизы эффективность показателей качества ОС проверяется по отношению к здоровому человеку в целях охраны его генетического фонда.

Санитарная экологическая экспертиза выявляет характер взаимосвязи жизни и здоровья человека с окружающей природной средой. Ее проведение имеет принципиальное значение для решения вопроса о возмещении вреда здоровью граждан от неблагоприятного воздействия ОС.

Правовая экологическая экспертиза направлена на исследование законов, указов, правительственных постановлений и распоряжений, нормативных актов министерств и ведомств, нормативных актов субъектов Федерации, принимаемых ими в рамках отведенной компетенции. Необходимость ее проведения вытекает из обязанности, возложенной на законодательные и нормативные органы Федеральным законом РФ «Об охране окружающей природной среды». В Федеральном законе «Об экологической экспертизе» определены виды нарушений законодательства и формы ответственности — уголовная, административная, материальная и гражданско-правовая.

11.5. Юридическая ответственность за экологические правонарушения

Юридическая ответственность за экологические правонарушения — это обязательство юридических и физических лиц перед обществом и государством относительно соблюдения действующих законов по охране ОС. Правовая система нашей страны предусматривает четыре формы ответст-

венности — дисциплинарную (включая материальную), административную, гражданско-правовую и уголовную.

Физические лица могут нести все виды ответственности, а юридические, т. е. предприятия, учреждения и организации, привлекаются лишь к административной и гражданско-правовой ответственности.

Все виды правонарушений в сфере охраны окружающей природной среды имеют общие черты: виновность и противоправность деяния, нарушение природоохранного законодательства, причинение вреда здоровью человека или окружающей природной среде, причинную связь между элементами состава правонарушения.

Ответственность наступает в соответствии с Уголовным кодексом РФ, Гражданским кодексом РФ, а также природоресурсными и природоохранными нормативными актами.

Дисциплинарные наказания (предупреждение, выговор, строгий выговор, понижение в должности и окладе, увольнение с работы) налагаются на должностных лиц, рабочих и служащих, руководителей предприятия, организации, учреждения за невыполнение ими своих производственных обязанностей, связанных с правовой охраной окружающей природной среды.

При этом следует учитывать два важных момента:

1) наложение дисциплинарной ответственности возможно лишь за нарушение экологических правил, исполнение которых входило в круг должностных обязанностей нарушителя;

2) недопустимо наказывать в дисциплинарном порядке лиц, которые нарушают экологические правила во внерабочее время.

Административные наказания налагаются за действия, посягающие на государственный или общественный порядок, собственность, права и свободы граждан. Как административные правонарушения в области охраны окружающей природной среды рассматриваются посягательства на ряд природных ресурсов в отношении:

земель — их бесхозяйственное использование, порча, самовольное отступление от проекта внутрихозяйственного землеустройства;

недр — нарушение требований по охране недр и гидроминеральных ресурсов, действующих стандартов, норм, правил, условий лицензии, регламентирующих деятельность на континентальном шельфе РФ;

водных ресурсов — нарушение правил их охраны и водопользования;

лесных ресурсов — незаконное использование земель лесного фонда, незаконная порубка и повреждение деревьев и кустарников, повреждение леса сточными водами, химическими веществами, вредными выбросами, отходами и отбросами;

атмосферного воздуха — выброс загрязняющих веществ в атмосферу с нарушением нормативов или без разрешения, ввод в эксплуатацию предприятий без соблюдения требований по охране атмосферного воздуха, нарушение правил эксплуатации, а также неиспользование оборудования для очистки выбросов в атмосферу;

животного мира — нарушение правил охраны среды обитания, порядка пользования животным миром, уничтожение редких и находящихся под угрозой исчезновения животных, нарушение правил охоты и рыболовства.

Гражданско-правовая ответственность предполагает имущественную ответственность предприятия-загрязнителя за вред, который может быть нанесен вследствие его хозяйственной деятельности окружающей природной среде или здоровью человека.

Причинителями вреда являются юридические и физические лица, предприниматели независимо от ведомственной принадлежности и форм собственности, совершившие экологические правонарушения. Причинителем вреда может стать и сама природа — ее стихийные силы, катастрофы (землетрясения, извержения вулканов, оползни и т. п.). Потерпевшими также могут быть юридические и физические лица, сама окружающая природная среда с ее объектами и ресурсами.

Уголовная ответственность (лишение свободы, конфискация имущества, крупный денежный штраф и т. п.) предусмотрена за экологические правонарушения, которые отличаются наивысшей степенью общественной опасности и тяжелыми последствиями. Применение мер этого вида ответственности за экологические преступления определяется Уголовным кодексом РФ. Единственным основанием назначения уголовного наказания является приговор суда.

Таким образом, вследствие экологического правонарушения может быть нанесен вред окружающей природной среде и здоровью человека. В этом случае причинитель вреда обязан возместить этот вред. Законодательством предусмотрены разные формы и порядок возмещения ущерба.

Если вред нанесен окружающей природной среде, то от имени «потерпевшей» природы истцами выступают соответствующие органы власти и экологические органы, которые в судебном порядке взыскивают с причинителя вреда денежную компенсацию на восстановление природных объектов.

Если вследствие загрязнения ОС нанесен ущерб здоровью людей, то пострадавшие имеют право на компенсацию, которая выплачивается либо государством, либо причинителем вреда. Порядок возмещения ущерба и сумма компенсации зависят от конкретных условий.

11.6. Международное сотрудничество в области природопользования и охраны окружающей среды

Природа не знает государственных границ, она всеобща и едина. Поэтому нарушения в экосистеме одной страны неминуемо вызывают ответную реакцию в сопредельных экосистемах. Также не признают государственных границ и все другие компоненты природной среды (речной сток, морские акватории, мигрирующие виды животных и т. п.). В связи с этим международное сотрудничество в области природопользования и охраны ОС имеет особо важное значение.

Объекты охраны ОС подразделяются на национальные (внутригосударственные) и международные (общемировые).

Национальные объекты охраны ОС — это земля, воды, недра, дикие животные и другие элементы природной среды, которые находятся на территории государства. Каждая страна свободно распоряжается национальными объектами, сохраняя их и управляя ими на основании собственных законов в интересах своих народов.

Международные объекты охраны ОС — это объекты, которые находятся либо в пределах международных пространств (космос, атмосферный воздух, Мировой океан и Антарктида), либо перемещаются по территории различных стран (мигрирующие виды животных). Эти объекты не входят в юрисдикцию государств и не являются чьим-либо национальным достоянием. Их осваивают и охраняют на основании различных договоров, конвенций, протоколов, отражающих совместные усилия международного сообщества.

Первое международное мероприятие, посвященное проблемам охраны окружающей природной среды, состоялось в 1972 г. Это была Стокгольмская конференция ООН по проблемам окружающей человека среды. В декларации Стокгольмской конференции были сформулированы *главные принципы международного сотрудничества в области экологии*:

1. Государство вправе использовать собственные ресурсы в соответствии со своей национальной политикой в подходе к проблемам ОС.

2. Природные ресурсы Земли должны быть сохранены на благо нынешнего и будущих поколений путем тщательного планирования деятельности человека и управления ею по мере необходимости.

Невозобновимые ресурсы должны разрабатываться таким образом, чтобы обеспечивалась их защита от истощения в будущем и чтобы выгоды от их разработки получали все.

Во Всемирной хартии природы (ВХП), принятой Генеральной Ассамблеей ООН в 1982 г., были сформулированы *основополагающие принципы рационального использования природных ресурсов*:

1. Биологические ресурсы используются лишь в пределах их природной близости к восстановлению.

2. Производительность почв поддерживается или улучшается благодаря мерам по сохранению их долгосрочного плодородия и процесса разложения органических веществ, по предотвращению эрозии и любых других форм саморазрушения.

3. Ресурсы многократного пользования, включая воду, используются повторно или рециркулируются.

4. Невозобновляемые природные ресурсы однократного использования эксплуатируются в меру, с учетом их запасов, рациональной возможности их переработки для потребления и совместимости их эксплуатации с функционированием естественных систем.

5. Необходимо воздерживаться от деятельности, способной нанести ущерб природе.

6. Должны приниматься особые меры с целью недопущения сброса радиоактивных и токсичных отходов.

7. Районы, пришедшие в результате деятельности человека в упадок, подлежат восстановлению в соответствии с их природным потенциалом и требованиями благосостояния проживающего в этом районе населения.

Охраной ОС занимаются более 100 международных организаций, наиболее авторитетной среди них является ООН. В 1972 г. при ООН был создан ЮНЕП — специальный орган по ОС. МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергии) развивает сотрудничество в области мирного использования атомной энергии. ЮНЕСКО (Организация Объединенных наций по вопросам образования, науки и культуры) одобрила программы «Человек и биосфера», «Человек и его окружающая среда». ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) занимается проблемами гигиены, борьбы с загрязнением воздуха, ВМО (Всемирная метеорологическая организация) — климатической программой, ВОП (Всемирная организация продовольствия) — решением проблемы перераспределения продовольственных ресурсов. МСОП (Международный союз охраны природы) сотрудничает с национальными и международными объединениями, гражданами, осуществляет реализацию Всемирной стратегии охраны природы (ВСОП).

Самым известным международным общественным движением является Гринпис (англ. Greenpeace — «Зеленый мир»), главным направлением деятельности которого является противодействие радиоактивному загрязнению ОС.

12. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

12.1. Общие требования к результатам инженерных изысканий и проектной документации

Перечислим основные требования в области безопасности ОС и жизни человека, предъявляемые к результатам инженерных изысканий и проектной документации.

1. Задание на выполнение инженерных изысканий для строительства, реконструкции зданий и сооружений повышенного уровня ответственности и задание на проектирование таких зданий и сооружений могут предусматривать необходимость научного сопровождения инженерных изысканий и/или проектирования и строительства здания или сооружения. В проектной документации опасных производственных объектов, относящихся к зданиям или сооружениям повышенного уровня ответственности, должны быть предусмотрены конструктивные и организационно-технические меры по защите жизни и здоровья людей и ОС от опасных последствий аварий в процессе строительства, эксплуатации, консервации и сноса (демонтажа) таких объектов.

2. В проектной документации здания или сооружения может быть предусмотрена необходимость проведения мониторинга компонентов ОС, состояния основания, строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения в процессе строительства и/или эксплуатации здания или сооружения.

3. В проектной документации проектные значения параметров и другие проектные характеристики здания или сооружения, а также проектируемые мероприятия по обеспечению его безопасности должны быть установлены таким образом, чтобы в процессе строительства и эксплуатации здание или со-

оружие было безопасным для жизни и здоровья граждан (включая инвалидов и другие группы населения с ограниченными возможностями передвижения), имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, ОС, жизни и здоровья животных и растений.

4. Соответствие проектных значений параметров и других проектных характеристик здания или сооружения требованиям безопасности, а также проектируемые мероприятия по обеспечению его безопасности должны быть обоснованы ссылками на требования соответствующих федеральных законов и ссылками на требования стандартов и сводов правил или на требования специальных технических условий. В случае отсутствия указанных требований соответствие проектных значений и характеристик здания или сооружения требованиям безопасности, а также проектируемые мероприятия по обеспечению его безопасности должны быть обоснованы одним или несколькими следующими способами:

1) результатами исследований;

2) расчетами и/или испытаниями, выполненными по сертифицированным или апробированным иным способом методикам;

3) моделированием сценариев возникновения опасных природных процессов и явлений и/или техногенных воздействий, в том числе при неблагоприятном сочетании опасных природных процессов и явлений и/или техногенных воздействий;

4) оценкой риска возникновения опасных природных процессов и явлений и/или техногенных воздействий.

5. В проектной документации лицом, осуществляющим подготовку проектной документации, должны быть предусмотрены:

1) возможность безопасной эксплуатации проектируемого здания или сооружения и требования к способам проведения мероприятий по техническому обслуживанию, при которых отсутствует угроза нарушения безопасности строительных конструкций, сетей инженерно-технического обеспечения и систем инженерно-технического обеспечения или недопустимого ухудшения параметров среды обитания людей;

2) минимальная периодичность осуществления проверок, осмотров и освидетельствований состояния строительных конструкций, основания, сетей инженерно-технического обеспечения и систем инженерно-технического обеспечения здания или сооружения и/или необходимость проведения мониторинга компонентов ОС, состояния основания, строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения в процессе эксплуатации здания или сооружения;

3) сведения о размещении скрытых электрических проводок, трубопроводов и иных устройств, повреждение которых может привести к угрозе причинения вреда жизни и здоровью людей, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, ОС, жизни и здоровью животных и растений.

12.2. Требования к обеспечению пожарной безопасности объекта

Для обеспечения пожарной безопасности здания или сооружения в проектной документации должны быть обоснованы:

1) противопожарный разрыв или расстояние от проектируемого здания или сооружения до ближайшего здания, сооружения или наружной установки (для линейных сооружений — расстояние от оси трассы до населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов, лесных массивов, расстояние между прокладываемыми параллельно друг другу трассами линейных сооружений, размеры охранных зон);

2) принимаемые значения характеристик огнестойкости и пожарной опасности элементов строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения;

3) принятое разделение здания или сооружения на пожарные отсеки;

4) расположение, габариты и протяженность путей эвакуации людей (в том числе инвалидов и других групп населения с ограниченными возможностями передвижения) при возникновении пожара, обеспечение противодымной защиты путей эвакуации, характеристики пожарной опасности материалов отделки стен, полов и потолков на путях эвакуации, число, расположение и габариты эвакуационных выходов;

5) характеристики или параметры систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (с учетом особенностей инвалидов и других групп населения с ограниченными возможностями передвижения), а также автоматического пожаротушения и систем противодымной защиты;

6) меры по обеспечению возможности проезда и подъезда пожарной техники, безопасности доступа личного состава подразделений пожарной охраны и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, параметры систем пожаротушения, в том числе наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения;

7) организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности здания или сооружения в процессе их строительства и эксплуатации.

Библиографический список

1. Хотунцев, Ю. Л. Экология и экологическая безопасность / Ю. Л. Хотунцев. — М. : Академия, 2004. — 478 с.
2. Слесарев, М. Ю. Управление экологической безопасностью строительства. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду / М. Ю. Слесарев, В. И. Теличенко. — М. : Бимпа, 2007. — 288 с.
3. Предельский, Л. В. Экология : учеб. / Л. В. Предельский, В. И. Коробкин, О. Е. Приходченко. — М. : Проспект, 2007. — 501 с.
4. Коробкин, В. И. Экология : конспект лекций / В. И. Коробкин, Л. В. Предельский. — 5-е изд. — Ростов н/Д. : Феникс, 2009. — 219 с.
5. Экология: нефть и газ / А. И. Гриценко, В. М. Максимов, Р. О. Самсонов, Г. С. Аكوпова. — М. : Академкнига, 2009. — 680 с.
6. Экология. Транспортное сооружение и окружающая среда : учеб. пособие для вузов / Ю. В. Трофименко, Г. И. Евгеньев ; под ред. Ю. В. Трофименко. — М. : Академия, 2008. — 416 с.
7. Экологическая экспертиза : учеб. пособие для вузов по специальности «Экология» / В. К. Донченко и др. ; под ред. В. М. Питулько. — М. : Академия, 2010. — 528 с.

Учебное электронное издание

Власова Оксана Сергеевна

ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Начальник РИО *М. Л. Песчаная*

Зав. редакцией *О. А. Шипунова*

Редактор *Н. Э. Фотина*

Компьютерная правка и верстка *А. Г. Сиволобова*

Минимальные систем. требования:

PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0.

Подписано в свет 01.07.2014.

Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 6,0. Объем данных 5,1 Мбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»

Редакционно-издательский отдел
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru