

**Филиал Государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Тихоокеанский государственный экономический университет»
в г. Южно-Сахалинске Сахалинской области**

Е. В. ДИМОВА

ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

*Рекомендовано Дальневосточным региональным
учебно-методическим центром (ДВ РУМЦ) в качестве учебного
пособия для студентов специальности 080502 «Экономика
и управление на предприятии (по отраслям)» вузов региона*

**Южно-Сахалинск
2009**

УДК 574(075.8)
ББК 28я73
Д 46

Печатается по решению Совета филиала
ГОУ ВПО «Тихоокеанский государственный
экономический университет» в г. Южно-Сахалинске, 2009 г.

Д 46

Димова, Е. В. **Экология**: учебное пособие / Е. В. Димова. — Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. — 208 с.

ISBN 978-88811-270-0

Учебное пособие написано в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования для специальности «Экономика и управление на предприятии», утвержденным Приказом Министерства образования Российской Федерации от 02.03.2000 г. № 686. Учебное пособие дает полное представление о следующих разделах экологии: биосфера и человек, структура биосферы, экосистемы, взаимоотношения организма и среды, экология и здоровье человека; глобальные проблемы окружающей среды, экологические принципы рационального использования природных ресурсов и охраны природы; основы экономики природопользования; экозащитная техника и технологии; основы экологического права; международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.

Учебное пособие предназначено для преподавателей и студентов экономических специальностей высших учебных заведений.

Рецензенты:

Побережная Т. М., канд. геол.-мин. наук, зав. лабораторией Островных экологических проблем ИМГиГ ДВО РАН, доцент кафедры геоэкологии и геоэкологического мониторинга СахГУ;

Бернгардт Р. П., докт. геогр. наук, профессор кафедры экономики и управления на предприятии филиала ТГЭУ в г. Южно-Сахалинске.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ	7
1.1. Экология как наука	7
1.2. Экологические факторы и их влияние на живые организмы	12
1.3. Экология популяций	14
1.4. Экология сообществ.....	19
1.5. Биосфера. Круговороты вещества и потоки энергии на Земле.....	29
2. ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА	35
2.1. Генетическое и культурное наследие человека.....	35
2.2. Антропогенные экосистемы	38
2.3. Влияние среды обитания на здоровье человека	41
2.4. Энергетический и ресурсный потенциалы взаимодействия человека и природы. Проблемы народонаселения	44
3. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА БИОСФЕРУ И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ	48
3.1. Общие сведения о загрязнении. Классификация загрязнений. Характеристика основных видов загрязнений.....	50
3.2. Характеристика основных источников загрязнения, их воздействие на окружающую природную среду	69
3.3. Последствия производственной деятельности человека.....	90
3.3.1. Экологические последствия загрязнения атмосферы	90
3.3.2. Экологические последствия загрязнения гидросферы.....	92
3.3.3. Экологические последствия загрязнения литосферы	96
3.4. Глобальные экологические кризисы	100
3.5. Особенности экологической обстановки в регионах России	103
4. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ	109
4.1. Природные ресурсы. Понятие и классификация	109
4.2. Принципы и типы природопользования. Ресурсный цикл	111
4.3. Мониторинг окружающей природной среды	116



© Димова Е. В., 2009
© ТГЭУ, 2009
© Сахалинский государственный университет, 2009

4.4. Кадастры природных ресурсов	122
4.5. Красные книги животных и растений	125
4.6. Особо охраняемые природные территории.....	127
5. НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ	
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ	130
5.1. Общие понятия о предельно допустимых	
концентрациях и предельно допустимых выбросах	
вредных веществ	130
5.2. Инженерные средства защиты атмосферы	132
5.3. Оценка экономического ущерба от загрязнения	
атмосферы.....	137
5.4. Инженерные средства защиты гидросферы.....	140
5.4.1. Очистка бытовых сточных вод.....	140
5.4.2. Подготовка воды для питьевых целей	143
5.4.3. Очистка производственных сточных вод	144
5.5. Оценка экономического ущерба от загрязнения	
гидросферы	148
5.6. Экологизация технологий.....	150
6. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	
И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	153
6.1. Государственные органы управления в области	
охраны окружающей среды	153
6.2. Правовые основы охраны окружающей среды	
и природопользования	159
6.3. Экологические права граждан. Общественные	
экологические движения. Экологические	
организации Сахалинской области.....	165
6.4. Юридическая ответственность за экологические	
правонарушения	170
7. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ	
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ	
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	173
7.1. Экологическая стандартизация и сертификация.	
Международные стандарты ИСО и Российская	
система стандартизации и сертификации	
продукции по экологическим требованиям	173
7.2. Экологический паспорт предприятия	177
7.3. Экологическая экспертиза.....	180
7.4. Лицензия, договор и лимит на природопользование.....	188
7.5. Плата за использование природных ресурсов.....	193
8. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ	
ЭКОЛОГИИ	195
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	202

ВВЕДЕНИЕ

Всю свою историю развития человек находится в полной зависимости от природы: он получает от нее практически все, что необходимо для его жизнедеятельности, — продукты питания, энергию, необходимые материалы и т. д. В современный период потребности человека явно превышают способности природы в их удовлетворении. Нехватка природных ресурсов, их нерациональное использование заставляют человечество уже сейчас задуматься о новом типе взаимоотношений с окружающей средой.

Антропогенное воздействие человека необратимо изменяет состояние природной среды. Многие участки планеты превратились в места экологической катастрофы, появились не только региональные, но и глобальные экологические проблемы, такие как деградация земель, загрязнение вод Мирового океана, повышение кислотности осадков, парниковый эффект, опустынивание и т. д. Такое состояние окружающей природной среды резко отражается на здоровье всего человечества. В местах с более выраженными изменениями в окружающей среде число детей, родившихся с генетическими нарушениями, превышает отметку 18,3 % от общего количества. Биологами же давно установлено, что популяция, на 30 % «испорченная» генетически, обречена на вырождение. Появились качественно новые заболевания инфекционного характера, часто приобретающие характер эпидемии. Особенно это относится к экологически неблагополучным регионам [1].

Все это — следствия ошибок, совершенных человечеством от невежества, безразличия и потребительского отношения к своей среде обитания. Существовавший до настоящего времени стереотип поведения «на наш век хватит» сейчас меняется на «экологизированный» тип поведения. Человек осознал новую важную потребность — экологическую безопасность как отдельного человека, так и всего человечества в целом. Резкая смена всего хозяйственного уклада человечества невозможна, так как это вызовет хаос и как следствие — голод и нищету; сделать биосферным заповедником всю планету нереально. Следовательно, человек должен искать компромиссные решения для достижения главной цели: потребности человечества не должны превышать и нарушать воспроизводительные силы природной среды.

Предлагаемое учебное пособие ставит своей целью рассмотрение основных аспектов проблемы обеспечения экологически безопасного существования и развития человеческого общества. Пособие предусмотрено для студентов экономических специальностей высших учебных заведений.

1. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

1.1. Экология как наука

Термин «экология» ввел немецкий биолог Эрнст Гёккель в 1866 г. С греч. *oikos* переводится как дом, жилище, *logos* — как учение, наука; т. е. дословно термин «экология» означает «наука о доме». Сначала Гёккель назвал этим термином новый раздел биологии, впервые употребив его в работе «Всеобщая морфология организмов», которая рассматривала совокупность взаимосвязей между живыми и неживыми компонентами природной среды. По мере накопления новых знаний раздел превратился в самостоятельную науку [2].

Экология — это наука, изучающая условия существования живых организмов, взаимосвязи между организмами и средой их обитания. Это наука, изучающая строение, функции и развитие экосистем (биогеоценозов) и составляющих их компонентов [3].

Основные разделы экологии представлены ниже на рис.1.

Биоэкология — это раздел экологии, изучающий естественные биологические системы: особи, виды (аутэкология), популяции (демэкология) и сообщества (синэкология). Эволюционная экология рассматривает взаимоотношения видов и окружающей среды в процессе эволюции [4].

Раздел геоэкологии сосредоточен на анализе структуры и функционирования ландшафтов, взаимоотношений их составных биотических и абиотических компонентов, воздействия общества на природные составляющие.

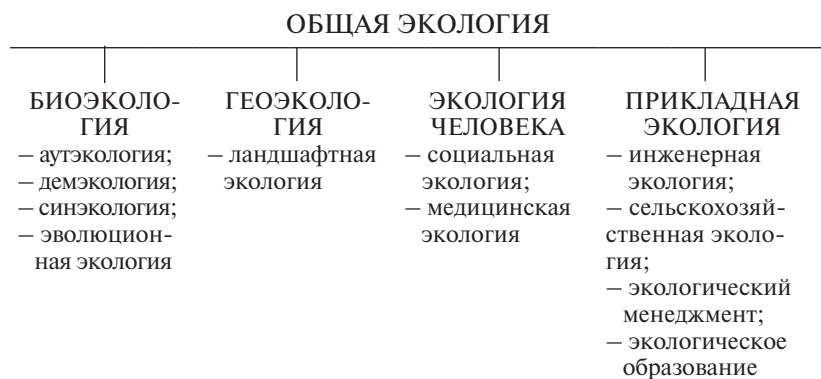


Рис. 1. Основные разделы общей экологии

Раздел экологии человека направлен на исследование взаимодействия человека как биологической особи и как личности с окружающей его средой (природной или социальной).

Прикладная экология включает в себя направления, связанные с различными областями человеческой деятельности, и изучает антропогенное воздействие на экосистемы. Другими словами, прикладная экология изучает механизмы разрушения биосферы человеком и способы предотвращения этого процесса, а также разрабатывает принципы рационального использования природных ресурсов. Прикладная экология базируется на системе законов, правил и принципов экологии и природопользования. Инженерная экология занимается способами инженерной защиты природной среды. Сельскохозяйственная экология изучает экологические критерии и нормативы в сельском хозяйстве. Экологический менеджмент изучает взаимодействие между обществом и природой на основе использования различных факторов (информационных, экономических, социальных и др.) с целью достижения планируемого качества окружающей среды. Экологическое образование формирует экологическое мышление, нравственность человека, понимание природных процессов, его отношение к окружающей среде [4].

Под экосистемой понимают любую совокупность живых организмов и окружающей их среды во взаимодействии. Экосистемы бывают наземными, например тайга, степь, луг, посев какой-либо сельскохозяйственной культуры; и водными, например океаны, моря, реки, озера. Экосистемы бывают

разными по размерам: и очень маленькими (кочка на болоте, муравейник, пенёк в лесу), и очень большими (тайга, океан, биосфера) [3].

Экосистемы состоят из определенных составных частей, называемых компонентами экосистем. Живыми компонентами экосистем являются:

1) продуценты – организмы, синтезирующие из неорганических веществ органические (зеленые растения, фото- и хемосинтезирующие микроорганизмы);

2) консументы – потребители живого органического вещества (травоядные и хищные животные, паразиты);

3) редуценты – организмы, питающиеся мертвым органическим веществом (бактерии, грибы).

Неживыми компонентами экосистем являются атмосфера, горная порода, почва, вода.

Живые организмы обязательно рассматривают в единстве с неживыми компонентами, составляющими среду их обитания. Без неживых компонентов невозможно существование живых, которые берут из окружающей среды необходимые вещества и энергию и возвращают в нее ненужные им вещества, образующиеся в процессе жизнедеятельности.

Растения поглощают из почвы воду и минеральные соли, из воздуха – углекислый газ. Из этих простых веществ в зеленом листе на свету синтезируются органические вещества; часть этого вещества используется как энергетический потенциал, часть как строительный потенциал. Конечные продукты окисления (вода, аммиак, углекислый газ и др.) поступают во внешнюю среду.

Часть органических веществ, создаваемых растениями, в процессе питания поступает в тела животных и также используется ими в процессе жизнедеятельности, в результате образуются те же продукты окисления.

Органическим веществом, содержащимся в мертвых телах растений и животных, питаются микроорганизмы, при участии которых происходит разложение сложных органических веществ на простые и возврат их во внешнюю среду.

Таким образом, в природе наблюдается непрерывный обмен веществом между живыми организмами и неживой средой [3].

Энергию определяют как способность производить работу. Основным источником энергии на Земле – солнечный свет. Солнечная энергия улавливается зелеными растениями и в процессе фотосинтеза превращается в энергию химических связей органических соединений. Примерно половина ее

тратится растениями на дыхание, часть ее поступает в тела животных и используется ими в процессе их жизнедеятельности. Остатки энергии, заключенные в трупах растений и животных, усваиваются, в свою очередь, микроорганизмами и также расходуются. В конечном счете вся энергия, аккумулированная продуцентами, оказывается израсходованной, при этом сколько ее создается, столько и расходуется. Энергия не создается заново и не исчезает. Поступившая от Солнца на Землю энергия, пройдя сложный путь, в конечном счете превращается в тепловую и рассеивается в мировом пространстве. Поэтому нельзя говорить о круговороте энергии — поток энергии односторонний.

Жизнь на Земле существует в виде саморегулирующихся систем разной степени сложности. Различают следующие уровни организации биологических систем:

1) молекулярный (генный) уровень; на данном уровне биологическая система проявляется в виде функционирования биологически активных крупных молекул — белков, нуклеиновых кислот, углеводов. Именно с этого уровня наблюдаются свойства, характерные только для живой материи: обмен веществ (протекающий с превращением лучистой энергии в энергию химических связей), передача наследственности с помощью кодирующих структур (ДНК, РНК). Ему свойственна устойчивость структур в поколениях;

2) клеточный уровень; на нем биологически активные молекулы соединяются в единую систему — клетку. В отношении клеточной организации все организмы подразделяются на одноклеточные и многоклеточные;

3) тканевый уровень представляет собой сочетание клеток, сходных по строению и выполняемым функциям, т. е. ткань. Он охватывает совокупность клеток, объединенных общностью происхождения и функций;

4) органный уровень; здесь несколько типов тканей функционально взаимодействуют и образуют определенный орган;

5) организменный уровень; на нем взаимодействие ряда органов сводится в единую систему индивидуального организма. В экологии организм рассматривается как целостная система, взаимодействующая с внешней средой (абиотической и биотической);

6) популяционно-видовой уровень, где существует совокупность однородных организмов, связанных единством происхождения, образом жизни и местом обитания. На этом уровне происходят элементарные эволюционные изменения в целом.

И здесь существует такая совокупность, как биологический вид, состоящий из сходных особей (организмов), которые тем не менее как индивидуумы отличаются друг от друга. Они точно так же непохожи, как непохож один человека на другого, тоже относящийся к одному виду. Но всех объединяет генофонд, обеспечивающий их способность к размножению в пределах вида. Не может быть потомства от особей разных видов, даже близкородственных, объединенных в один род. **Популяция** — это совокупность особей одного вида. Генетики обычно добавляют сюда такой момент: способность этой совокупности к самовоспроизведению;

7) биоценотический. **Биоценоз** — совокупность совместно обитающих популяций разных видов микроорганизмов, растений и животных;

8) биогеоценотический (экосистемный). Это более высокий уровень организации живой материи. **Биогеоценоз** представляет собой биоценоз совместно с биотопом, между которыми происходит обмен веществом, энергией и информацией. **Биотоп** представляет собой условия окружающей среды в определенном месте — воздух, вода, почва. Многие экологи считают термины экосистема и биогеоценоз синонимами, но многие считают не так. Экосистема — это совокупность живых и неживых элементов природы, в которой происходит круговорот веществ и передача энергии от одних ступеней к другим. Т. е. экосистема (биогеоценоз) — это единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания. Но есть определенные различия между экосистемой и биогеоценозом: термином биогеоценоз обозначается природный комплекс живых организмов и окружающей среды конкретного участка земной поверхности, границы которого можно нанести на карту. Экосистема же безразмерна и не связана строгими границами;

9) биосферный уровень, на котором сформировалась природная среда наиболее высокого ранга, охватывающая все проявления жизни в пределах нашей планеты. Здесь происходят все круговороты вещества в глобальном масштабе, связанные с жизнедеятельностью организмов [5].

Между всеми вышеперечисленными уровнями идет непрерывный поток вещества, энергии и информации.

1.2. Экологические факторы и их влияние на живые организмы

Организм живет в окружении различных тел и явлений природы. К ним относятся: почва, содержащая воду, гумус, минеральные вещества; атмосферные явления — тепло, холод, осадки, свет; различные формы рельефа — горы, возвышенности, низменности и, наконец, другие организмы. Природные тела и явления природы, составляющие окружение организма, представляют по отношению к нему окружающую среду. *Элементы окружающей среды, оказывающие положительное или отрицательное влияние на живые организмы на протяжении хотя бы одной из фаз их индивидуального развития, называются экологическими факторами* [3].

Экологические факторы чрезвычайно разнообразны как по своему происхождению, так и по характеру действия на живые организмы.

По происхождению экологические факторы разделяются на следующие группы:

1) абиотические факторы — это комплекс условий окружающей среды, влияющих на живой организм. Они в свою очередь подразделяются на климатические (температура, свет, влажность), эдафические (почвенно-грунтовые) и орографические (все свойства рельефа);

2) биотические факторы — это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие (например, конкуренция, хищничество, паразитизм). Они разделяются на фитогенные (влияние растений), зоогенные (влияние животных) и микробогенные (влияние микроорганизмов);

3) антропогенные факторы — это совокупность влияний деятельности человека на окружающую среду (например, выбросы вредных веществ в атмосферу, разрушение почвенного слоя, нарушение природных ландшафтов).

По характеру воздействия экологические факторы разделяются на следующие группы:

1) периодические экологические факторы — их характер воздействия периодичен (например, температура, свет, влажность);

2) непериодические экологические факторы — это те факторы, которые в нормальных условиях не существуют, а проявляются внезапно (землетрясения, наводнения, пожары, извержения вулканов и др.) [6].

К периодическим экологическим факторам у живых организмов адаптации есть — многие виды впадают в спячку при

низких температурах, растения засушливых регионов имеют плотные, мясистые листья (алоэ, агавы), такие листья содержат дополнительный запас воды. К непериодическим экологическим факторам у живых организмов адаптаций нет.

Организмы в процессе исторического развития приспособились к жизни в тех или иных местообитаниях и поэтому предъявляют определенные требования к наличию и количеству тех или иных экологических факторов. Влияние экологических факторов на организм сказывается, прежде всего, на их географическом распространении. Если в данном месте нет необходимых организму факторов или они имеются в недостаточном или избыточном количестве, то организм не может существовать в этом самом месте. Так, нелегко существование саксаула в тайге или березы в пустыне.

Закономерности воздействия экологических факторов на живые организмы и характер ответных реакций последних известны как «**правило оптимума**» (рис. 2).

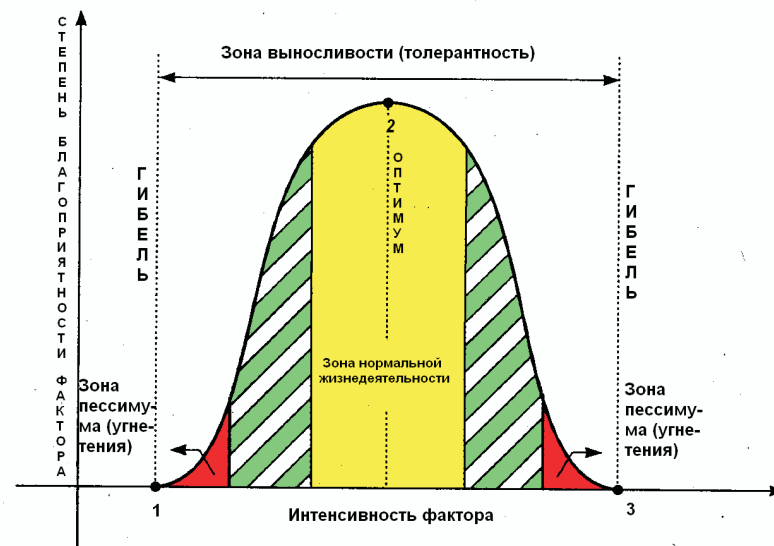


Рис. 2. Общая схема действия экологического фактора на живой организм: 1 — точка минимума; 2 — точка оптимума; 3 — точка максимума [6]

При небольших значениях или при чрезмерном воздействии фактора жизненная активность организма заметно угнетается.

Диапазон действия, или **зона толерантности** (выносливости), экологического фактора ограничен соответствующими крайними пороговыми значениями (**точки минимума и максимума**) данного фактора, при которых возможно существование организма.

Точка на оси абсцисс, которая соответствует наилучшему показателю жизнедеятельности организма, означает оптимальную величину фактора — это **точка оптимума**.

Так как определить оптимальное значение фактора с высокой точностью бывает трудно, говорят о диапазоне значений последнего — о **зоне оптимума** или **зоне комфорта**. Таким образом, три точки (оптимума, минимума и максимума) составляют три **кардинальные точки**, которые определяют возможные реакции организма на данный фактор. Крайние участки кривой, выражающие состояние угнетения при недостатке или избытке фактора, называют **зонами пессимума**. Рядом с критическими точками лежат сублетальные величины фактора, а за пределами зоны толерантности — летальные значения фактора, при которых наступает гибель организма.

Понятие о минимуме фактора, необходимом для существования вида, было введено в науку Ю. Либихом (1840 г.). В дальнейшем В. Шелфорд (1913 г.) разработал понятие о толерантности видов. В настоящее время эти понятия, объединенные вместе, известны в науке под названием концепции лимитирующих факторов. **Лимитирующим фактором** называются все факторы, уровень которых приближается к пределам выносливости организма или превышает их. Лимитирующие, или ограничивающие, факторы среды определяют географическое распространение видов на Земле: на экваторе не встретишь белого медведя, а в Антарктике — льва. Представление о лимитирующих факторах имеет важное практическое значение; например, в сельском хозяйстве: светолюбивые растения, теневыносливые растения, внесение удобрений и т. д. [6].

1.3. Экология популяций

Термин «популяция» происходит от латинского слова *populus* — народ, в дословном переводе означает население.

Популяция — это совокупность особей одного вида в течение большого числа поколений, населяющих определенное пространство, внутри которого происходит постоянное скрещивание [2].

Общеизвестно, что организмы обладают двумя замечательными свойствами: наследственностью и изменчивостью.

Благодаря наследственности все особи в популяции в общих чертах похожи друг на друга. Однако вследствие изменчивости это сходство относительное, так как во всей популяции, как бы она ни была велика, никогда не найдется двух совершенно одинаковых особей. Какая-то часть изменчивости обусловлена особенностями генотипа, другая — результат воздействий среды на организм [3].

Популяция является универсальной внутривидовой структурой организации живой материи. Важнейшими характеристиками популяции, которых нет у отдельных особей, являются численность и плотность.

Численность популяции — это общее количество особей на какой-то территории или объеме. Численность никогда не бывает постоянной и зависит от процессов рождаемости и смертности.

Плотность популяции — количество особей на единицу площади или объема (например, 100 человек на 1 км²; 150 растений на 1 га) [2].

Численность и плотность популяции находятся в прямой зависимости друг от друга, поэтому все рассуждения о плотности в равной мере относятся к численности и наоборот.

Как всякая биологическая система популяция состоит из элементов и имеет структуру [3].

Под составом популяции понимают половой, возрастной и генетический состав. Половой состав — это соотношение полов в популяции. Генетический механизм определения пола обеспечивает равное соотношение полов при рождении, но из этого правила имеются исключения, так как в него вносит поправки естественный отбор в зависимости от ценности того или иного пола для популяции.

Каждая популяция состоит из разновозрастных организмов. В жизни любого организма различают три возрастных периода: период пререпродуктивный (с момента рождения до момента половой зрелости), период репродуктивный (с начала половой активности и до ее окончания), период пострепродуктивный (со времени прекращения половой активности до смерти). Соотношение количества особей этих возрастных периодов будет выражать перспективы популяции: будет ли популяция стабильной, расти или сокращаться.

Любое скрещивание в популяции приводит к возникновению новых генетических вариантов. Генетический полиморфизм часто проявляется во внешнем виде особи, что очень часто помогает выжить именно этим особям и не дать популяции исчезнуть (изменение окраса бабочек в местах загрязнения про-

мышленными предприятиями). Генетическое разнообразие особей популяции — необходимое условие поддержания ее численности в колеблющихся условиях среды. В одних условиях среды преимущество получают одни генотипы, в других — другие.

Под пространственной структурой популяции понимается распределение особей и их группировок в пространстве. Оно всегда закономерно. Размещение особей в популяциях по отношению друг к другу может быть равномерным, случайным и групповым.

При равномерном распределении особи размещаются на одинаковом расстоянии друг от друга, как деревья во фруктовом саду. В природе такой тип распределения встречается крайне редко (крупные колонии околотовтных птиц). При случайном распределении особи удалены друг от друга на разные расстояния. Наиболее распространенным в природе типом распределения является групповое, при котором особи размещаются группами, удаленными друг от друга на разные расстояния.

У растений пространственная структура сильно зависит от экологических факторов. У животных в силу того, что они имеют свойство передвигаться, все немного по-другому. Здесь имеет место степень привязанности к территории. По степени привязанности к территории выделяют два крайних варианта: оседлые животные и кочевые животные. Между ними есть ряд промежуточных вариантов [3].

У оседлых животных формируются индивидуальные (семейные) участки обитания, используемые в течение длительного времени. Ресурсы территории используются равномерно. Уровень конкуренции за корм сведен к минимуму, каждая особь имеет шансы на выживание и воспроизведение, а популяция в целом получает более широкие перспективы роста и захвата территории.

У оседлых животных очень велика **биологическая роль участка обитания**. Животные хорошо освоены с территорией, они ее благоустраивают, строят убежища, создают запасы корма. Тропами они связывают убежища, кормовые участки, запасы пищи. Пути постоянных перемещений они метят или запахом, или визуально. Их повседневная активность как бы автоматическая — кратчайший путь достижения нужных мест без дополнительных затрат времени и энергии. Наблюдение показывает, что постоянно обитающие животные перемещаются по участку быстро, направленно, при опасности быстро скрываются в убежищах. А животные, перемещающиеся по незнакомой тер-

ритории, передвигаются суетливо, часто принимают позы настороженности, убежища, как правило, находят случайно.

Оседлые животные поддерживают свою пространственную структуру различными способами. Это может быть территориальная агрессия (ритуальные формы поведения, погоня, схватка) или маркирование территории (визуальное мечение территории, запаховые метки, акустическая маркировка) [2].

Кочевые животные (номадные) живут группой, которая представлена стаей или стадом. Групповой образ жизни имеет ряд преимуществ. Во-первых, в группе легче обеспечить себя кормом: стаи морских птиц выслеживают косяки рыб с большим успехом, чем это делают одиночные особи — времени на ориентировочные реакции типа оглядывания у них затрачивается меньше; хищные рыбы окружают жертву, оттесняют ее от укрытия и воспрепятствуют бегству. Во-вторых, в группе животному легче защититься от опасности, повышается вероятность обнаружения опасности. У животных существует система взаимного оповещения об опасности. Активное оповещение — это акустические сигналы (например, многие птицы и млекопитающие). У обезьян существует собственная специфика акустического сигнала, он звучит кратко, резко и громко. Он интенсивен по силе, но не продолжителен по времени — это связывают с тем, что ориентирование хищника на сигнал затруднено. Пассивное оповещение — это выделение различных веществ специальными железами; «вещество испуга» у рыб, «запах страха» у домовых мышей. В-третьих, в группе есть такая возможность, как передача опыта молодым через подражание или прямое обучение.

У кочевых животных единицей популяции является стадо или стая. Стадо или стая формируются из-за врожденного стремления находиться в контакте с другими особями своего вида. Это выражается в постоянном слежении за соседями (наблюдение) и проявлении подражательных реакций.

Существует несколько типов групп:

1) группы экvipотенциального типа, где все особи равноценны по морфофизиологическим признакам; примером являются просто организованные стаи рыб и птиц, где каждая особь ориентируется на соседнюю. Особь является одновременно и подражающей, и дающей пример. Это врожденный имитационный рефлекс, и это доказано проведением следующего эксперимента: в аквариуме, разделенном продольной стеклянной перегородкой, размещались две группы рыб. Между нами только визуальный контакт. Одна из групп подвергалась

раздражению электрическим током, что вызывало бросок в дальнюю стену аквариума. Поведение второй группы (не подверженной воздействию тока) — до 95 % особей в опытах совершала такой же бросок;

2) группы с лидерами; здесь уже не просто синхронизация действий путем подражания всем окружающим, а подражание лидеру. Лидер — это особь, на которой постоянно или в течение времени концентрируется внимание других особей. Лидерам (в отличие от вожака) не свойственны действия, направленные на активное руководство группой. В положении лидера особь оказывается по разным причинам. Лидерство возможно по причине отличного от других особей внешнего вида: окраса, размера и т. д. В стадах северных оленей лидером является самка, т. к. по сравнению с самцами у нее более богатый опыт — помимо навыков жизни важности приобретают самостоятельный опыт, т. к. ежегодно во время отела они уходят из стада и некоторое время живут отдельно;

3) группы с вожаками; вожак в отличие от лидера направляет деятельность группы путем специальной сигнализации, а иногда с применением прямой агрессии. Это особи-доминанты, и отношения в группе построены по доминантно-иерархическому принципу. У некоторых видов зебр формируются смешанные стада, состоящие чаще всего из жеребца (вожак-доминант) и нескольких кобыл с жеребятами. Вожак охраняет стадо, не подпускает к нему холостых жеребцов. При движении стада вперед впереди идет старая кобыла, за ней жеребята в порядке увеличения роста, далее самки и замыкает движение вожак-самец [2].

Численность популяции никогда не бывает постоянной. Колебания численности популяции называются *флуктуациями*. При этом изменение численности происходит не беспорядочно, а представляет собой закономерный процесс.

Флуктуации отличаются друг от друга размахом амплитуды колебаний, периодичностью и причинами, их вызывающими. Амплитуда колебаний зависит от биологических особенностей организма и показывает, насколько подвержен данный организм воздействиям со стороны абиотической среды. Периодическими называются флуктуации, повторяющиеся через определенные промежутки времени (сезоны, годы). Флуктуации, не обладающие периодической повторяемостью и поэтому непредсказуемые, называются непериодическими (резкие всплески численности). Причиной колебаний численности популяций является изменение величины экологических фак-

торов. Прежде всего, это климатические факторы — освещенность, температура, влажность. Среди других факторов можно выделить наличие доступных для жизни мест, конкуренцию, хищничество, паразитизм, болезни и др. Все эти факторы могут привести к резкому понижению численности популяции вследствие повышения смертности. В популяции возникают сигналы, информирующие о катастрофическом сокращении численности. Это влияет на физиологию особей, что проявляется в снижении темпов старения, возрастании относительного числа самок. Информация об улучшении условий, поступающая на особи, ведет к улучшению их физиологического состояния, возникают процессы, способствующие увеличению числа особей. В конечном итоге плотность популяции повышается. Таким образом, популяция является саморегулирующейся системой.

1.4. Экология сообществ

Популяции разных видов образуют биологические системы более высокого ранга — сообщества или биоценозы. Взаимоотношения популяций разных видов в этих сообществах могут быть крайне разнообразными.

Взаимодействия популяций двух видов могут быть для обоих видов нейтральными (00), отрицательными (- -), положительными (+ +) или нейтральными для одного и положительными для другого (0 +), нейтральными для одного и отрицательными для другого (0 -), положительными для одного и отрицательными для другого (0 -). На этом основана классификация межвидовых отношений, впервые предложена Е. Хаскелем (1947 г.), (табл. 1.1) [3].

Межвидовая конкуренция. Не бывает двух видов, занимающих одинаковые ниши. Бывают близкородственные виды, настолько сходные, что по существу им требуется одна и та же ниша, в таком случае ниши перекрываются и возникает конкуренция.

Явление такого экологического разнообразия близкородственных видов получило название «принцип конкурентного исключения», или «принцип Гаузе». Г. Ф. Гаузе, русский ученый, еще в 1934 г. проводил эксперимент, где исследовал конкуренцию двух видов инфузорий. Их культивировали (выращивали) раздельно и вместе, используя строго дозированную бактериальную пищу. При раздельном культивировании их численность росла по обычной кривой: два вида размножались. При

совместном культивировании особи одного вида побеждали в конкурентной борьбе, а количество особей второго вида сводилось к минимуму (т. к. один вид плохо переносил в среде продукты метаболизма другого вида и размножался медленнее).

Таблица 1.1

Типы взаимоотношений организмов

Тип отношений	Виды		Общий характер отношений
	1	2	
Конкуренция	—	—	Подавление обоих видов
Нейтрализм	0	0	Ни одна популяция не влияет на другую
Аменсализм	—	0	Одна популяция подавляет другую, но сама при этом выгоды не получает
Паразитизм	+	—	Популяция «паразит» подавляет популяцию «жертва» и сама при этом получает выгоду
Хищничество	+	—	Популяция «хищник» подавляет популяцию «жертва» и сама при этом получает выгоду
Комменсализм	+	0	Объединение, при котором одна популяция получает выгоду, а другой популяции это безразлично
Протокооперация	+	+	Объединение благоприятно для обоих видов, но оно не обязательно
Мутуализм	+	+	Объединение благоприятно для обоих видов и обязательно

Конкуренция может быть из-за пространства, пищи, биогенных веществ и т. д. Результатом межвидовой конкуренции может быть взаимное приспособление двух видов: популяция одного вида замещается популяцией другого вида, а первый вынужден переселиться на другое место или перейти на другую пищу. Если виды живут в разных местах, то говорят, что они занимают разные экологические ниши, если же они живут в одном месте, но потребляют разную пищу, то говорят об их несколько различающихся экологических нишах.

Каждый вид пространственно и функционально занимает определенное положение в составе биоценоза. Это его положение рассматривается как экологическая ниша вида [2].

Представление об экологической нише было впервые высказано американским зоологом Дж. Гриннелом (1914 г.), который подходил к этому понятию преимущественно с позиций места, занимаемого видовой популяцией в пространстве, и в некоторой степени его биологических потребностей. Гораздо более известна концепция Ч. Элтона (1927 г.), который под понятием «экологическая ниша» подразумевал тип питания вида, т. е. его место в трофических цепях. Современное представление об экологической нише связано именно с трактовкой Ч. Элтона. Наиболее полно проблема экологической ниши разработана Дж. Хатчинсоном (1957 г.), который первым сформулировал это понятие как представление о всей сумме связей организмов данного вида с абиотическими условиями среды и другими видами живых организмов. Эта концепция представляет экологическую нишу как многомерное пространство (гиперпространство), по каждой из многочисленных осей которого отложены пределы требований вида к отдельным экологическим факторам [7].

Существует **модель экологической ниши**. На осях откладываются значения интенсивности различных факторов, из точек пределов толерантности выводят перпендикуляр. Ограниченное ими пространство и будет соответствовать экологической нише (рис. 3).

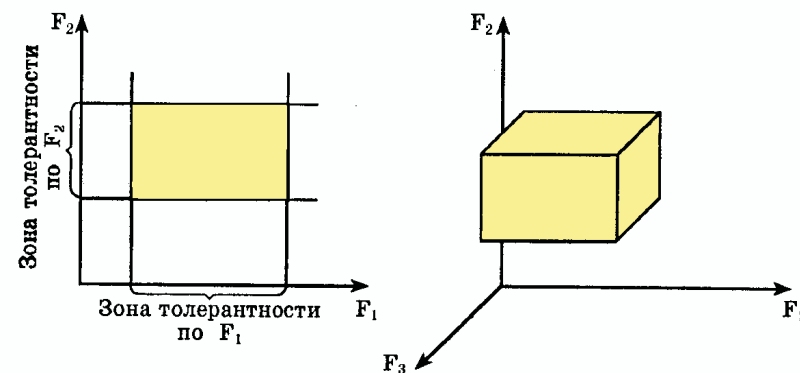


Рис. 3. Модель экологической ниши [2]

Экологическая ниша — это место вида в природе, включающее не только положение вида в пространстве, но и его функциональную роль в сообществе и его положение относительно абиотических факторов. Т. е. место обитания — «адрес» организма, а экологическая ниша — «профессия».

Хищничество. Это такие взаимоотношения, которые для одного из партнеров имеют отрицательные последствия (жертва), а для другого — положительные (хищник).

И у хищников, и у жертв в ходе эволюции выработался ряд приспособительных реакций друг против друга. Все приспособительные реакции можно разделить на три большие группы: морфологические, физиологические и поведенческие.

У хищников существует ряд приспособлений для поимки жертв.

Физиологические приспособления хищников — это использование ядовитых веществ для умерщвления или обездвиживания жертвы. После укуса гремучей змеи жертва погибает. Землеройка (мышка-грызун) парализует укусом насекомых. После этого они еще 3–5 дней остаются живыми, но обездвиженными. Создается своего рода запас «живых консервов».

Поведенческие приспособления хищников — это типы поведения хищника:

1) если хищники многочисленны, не прячутся в убежищах и малоподвижны, то у хищника наблюдается собирательный тип поведения; например, кит питается планктоном, процеживая воду через китовый ус;

2) охота «широкого поиска»; такой тип поведения наблюдается у хищника, если жертвы многочисленны, но ведут скрытый образ жизни. Так себя ведут насекомоядные птицы (синицы), рыбы, питающиеся бентосом («вспахивают» грунт);

3) подстерегание или высматривание жертвы с места, дающего хороший обзор; такой тип поведения характерен для хищника, если жертвы малочисленны и относительно крупные. Характерно для семейства кошачьих (гепард, лев, тигр).

К морфологическим приспособлениям хищников можно отнести окрас хищника (маскирующий), мягкие подошвы лап, когти и др. [2].

В процессе эволюции и у жертв выработался ряд приспособлений против хищника.

К физиологическим приспособлениям жертв можно отнести продукцию ядовитых или отпугивающих желез. Амфибии вырабатывают слизь, которая вызывает жжение. Некоторые жуки специальными железами продуцируют смесь перекиси водорода и других веществ. Головоногие моллюски при нападении

выбрасывают чернильную жидкость (каракатица) — это визуально дезориентирует хищника и временно парализует его обонятельные рецепторы.

К поведенческим приспособлениям жертв относятся затаивание, убежание и активная оборона.

Среди морфологических приспособлений самым частым является окрас (зайцы зимой белые, насекомые приобретают зеленый цвет под цвет растений). В морфологических приспособлениях часто наблюдается явление **мимикрии** (с греч. *mimikos* — «подражание») — подражание окраской съедобных видов несъедобным.

Паразитизм. Это такая форма пищевых связей между видами, при которых организм-потребитель (паразит) использует тело другого организма не только как источник пищи, но и как место своего обитания. Отличием от хищничества является то, что в отношениях хищник–жертва основой является только пища, а в отношениях жертва–паразит кроме пищи основой является место обитания. Есть несколько форм паразитизма. По месту обитания паразитизм делится на эктопаразитизм и эндопаразитизм. При эктопаразитизме паразит обитает на теле хозяина, примером могут служить клещи, блохи, вши. При эндопаразитизме паразит обитает в теле хозяина (например, гельминт, вирусы, простейшие).

Хозяин — очень хорошая среда обитания для паразита: это и постоянство среды обитания, и защита от внешних факторов абиотического характера, и, конечно же, питание.

В ходе эволюции у хозяев выработались некоторые защитные реакции против паразитов: растения сбрасывают пораженные листья и плоды, покровы у многих животных очень прочны и препятствуют проникновению паразита, могут быть обработаны ядовитой слизью, и кроме того, важна роль биохимических реакций организма хозяина — выработка антител.

Мутуализм или симбиоз. Это взаимоотношения, при которых оба вида получают выгоду. Это взаимовыгодные и обязательные отношения. Примером симбиоза являются азотфиксирующие бактерии на корнях дуба, рак отшельник и актиния (актиния прикрепляется к спине рака, маскирует и защищает его, а сама, в свою очередь, питается кусочками пищи от его трапезы и использует его как средство передвижения), муравьи и тля (муравьи защищают тлю от врагов, а сами питаются их сахаристыми выделениями).

Протокооперация или сотрудничество. Это тип взаимоотношений, при которых организмы получают преимущества от

объединения, но такое сосуществование для них не обязательно (совместное гнездование для более успешной защиты от хищников, крачки и цапли).

Нейтрализм. Эта такая форма биотических взаимоотношений, когда сожительство двух видов на одной территории не влечет за собой ни отрицательных, ни положительных последствий — т. е. безразличие (белки и лоси, слоны и обезьяны).

Аменсализм. Это такие биотические отношения, при которых возникают отрицательные последствия для одной из популяций. Здесь сказывается явление аллелопатии: невозможность существования одного вида в присутствии другого (плесневые грибки вырабатывают антибиотики, в присутствии которых жизнедеятельность бактерий подавляется или существенно ограничивается).

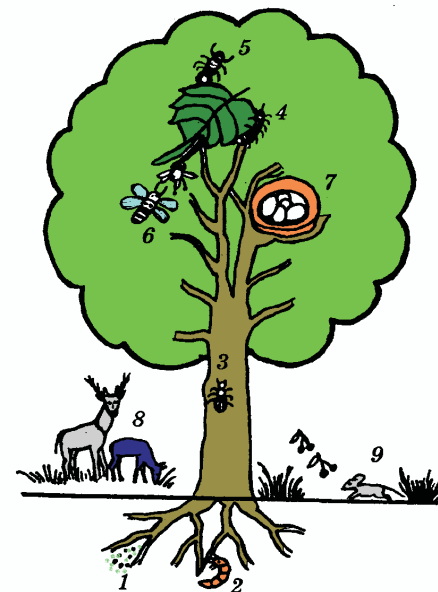
Комменсализм. Это вариант сожительства, при котором один организм живет за счет другого, не причиняя ему вреда (рыбы прилипалы, животные в раковинах) [2].

Описанная структура межвидовых взаимодействий представляет собой модель функциональной структуры относительно того, какое место популяции тех или иных видов занимают в биогеоценозе и как они при этом пространственно между собой связаны. Существует и другой подход, учитывающий и функциональное значение видов, и их пространственные связи. Этот подход связан с учением о консорциях [3].

Консорции — группа разнообразных организмов, поселяющихся на теле или внутри тела организма какого-то определенного вида. Он будет центральный консорт, его функция — создает вокруг себя определенную среду обитания (рис. 4).

Другие составляющие консорции могут составлять иные, более мелкие консорты: можно выделить консорции 1, 2, 3 и др. порядка. Другими словами, биогеоценоз является системой связанных между собой консорций.

Биогеоценозы пространственно неоднородны и состоят из различных структурных частей, которые отличаются друг от друга рядом признаков. В любой сложной структуре имеется какая-то стержневая составная часть, являющаяся основой структуры. Например, у позвоночных животных такой частью тела является скелет, у растений — механические ткани и т. д. По-видимому, основным структурным компонентом биогеоценоза являются продуценты — зеленые растения, так как они неподвижны. Кроме этого, они составляют энергетический блок биогеоценоза. Поэтому следует рассмотреть структуру фитоценоза [3].



1 — микориза на корнях липы; 2 — личинка хруща — потребитель корней; 3 — жук-короед; 4 — гусеница шелкопряда, питающаяся листвою дерева; 5 — жук-листоед; 6 — пчела — опылитель цветков; 7 — гнездо дрозда, свитое на ветви липы; 8 — олени — потребители веточного корма; 9 — лесная мышь — потребитель семян липы.

Рис. 4. Схема консорции дерева (липы) [2]

Пространственная структура разделяется на вертикальную и горизонтальную. Вертикальная пространственная структура хорошо выражена в фитоценозе — это такое ярусное строение (особенно в лесах тропических и умеренных широт, т. к. там более благоприятные условия температуры, света, влажности). Ярусность широколиственных лесов представлена ниже на рис. 5.

Микросреда в ярусах различная по температурному, световому режиму, влажности. По свету растения распределяются следующим образом: в верхних ярусах светолюбивые, в средних теневыносливые, в нижних тенелюбивые.

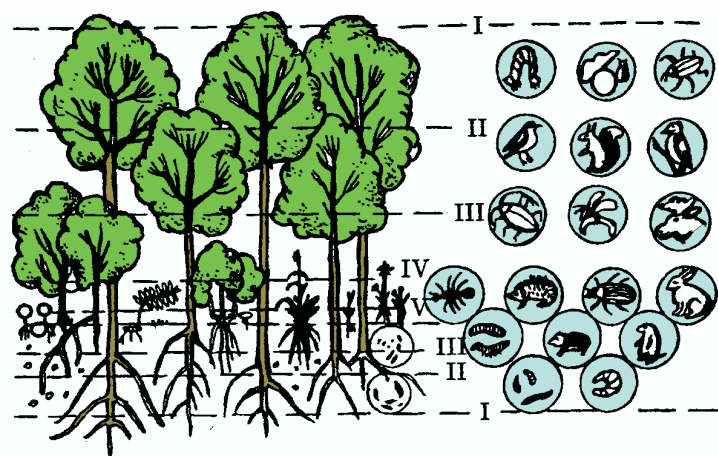


Рис. 5. Ярусы лесного биогеоценоза [2]

Точно такая же ярусность прослеживается в водоемах: одни виды могут обитать только в верхних слоях (свет, температура, насыщение воды газами), другим необходимы противоположные условия.

Горизонтальная пространственная структура выражена мозаичностью, популяции разных видов неравномерно распределены по площади. Неравномерное распределение определяется в основном двумя факторами: особенностями биотопа (неодинаковые почвенно-грунтовые условия и микроклимат) и взаимоотношениями отдельных видов (влияние друг на друга). Мозаичность также может возникнуть искусственно (антропогенный фактор) — это вырубка лесов (на вырубке будет формироваться другое сообщество), осушение болот или, наоборот, заболачивание.

Под функциональной структурой биогеоценоза подразумевается распределение элементов, составляющих его, на группы в зависимости от той роли, которую они играют в процессе первичного синтеза и трансформации вещества и энергии. Такими группами являются продуценты, консументы и редуценты.

Перенос вещества и энергии пищи в процессах питания от растений через последовательный ряд животных организмов называется *пищевой* или *трофической цепью*.

Трофические цепи делятся на два основных типа: *пастбищную* и *детритную* (с лат. *detritus* — продукт распада). Пастбищная цепь простирается от зеленых растений к консументам: растительноядным животным и затем к плотоядным животным (хищникам). Детритная цепь начинается с мертвого вещества. Пищевые цепи тесно переплетаются друг с другом, образуя трофические сети. При каждом переносе от звена к звену (от организма к организму) большая часть энергии рассеивается [8].

Выделяют следующие трофические уровни пастбищной цепи: первый — продуценты, второй — первичные консументы (травоядные животные), третий — вторичные консументы (хищники), четвертый — третичные консументы (хищники, поедающие хищников).

На первом трофическом уровне всегда стоят продуценты — это организмы, создающие первичную продукцию.

Второй, третий и четвертый трофические уровни занимают консументы. Консументы очень тесно связаны с продуцентами по линии трофических связей. Травоядные консументы питаются растениями и связаны и прямо влияют на их продуктивность. Хищные, питаясь травоядными и регулируя их численность, оказывают косвенное влияние на продуцентов. Но такое деление консументов на две группы является довольно грубым. Ведь внутри этих групп на основании более дробного деления источников пищи выделяются мелкие функциональные группы: травоядные млекопитающие, хищные млекопитающие и птицы, листогрызущие насекомые и др. Связи консументов с другими консументами в биогеоценозе не ограничиваются лишь пищевыми связями, хотя и являются наиболее важными. Консументы прямо или косвенно влияют на местообитание: это выражается в изменении теплового и светового режимов, влажности воздуха, физических и химических свойств почвы. Также важной функцией консументов является перенос и перераспределение органического вещества по земной поверхности и глубине почвенного слоя. Если бы не было животных, то органическое вещество оказалось бы сосредоточенным в тех местах, где живут и погибают растения [9].

Под продуктивностью подразумевается способность производить продукцию. Различают первичную и вторичную биологическую продукцию.

Если изобразить продукцию трофических уровней в виде прямоугольников в масштабе, соответствующем ее массе, а затем расположить прямоугольники друг над другом, то получится пирамида продукции. Аналогично можно построить пи-

рамиду биомассы, пирамиду энергии и пирамиду чисел. Такие пирамиды называют экологическими (рис. 6).



Рис. 6. Типы экологических пирамид

Пирамида чисел — это численность особей на единице площади. Отражает численность организмов на разных трофических уровнях (на лугу 3000 растений, 200 кроликов и 10 лис). В случае пастбищных пищевых цепей леса, когда продуцентом служит дерево, а первичными консументами — насекомое, уровень первичных консументов численно богаче особями уровня продуцентов (одно дерево с 200–300 насекомыми). Соответственно, пирамида может быть обратной — расширяться вверх.

Пирамида биомасс характеризует общую сухую массу живого вещества на разных трофических уровнях (сухая масса органических веществ г/м²). В экосистемах с очень мелкими продуцентами и крупными консументами общая масса последних может быть в любой момент выше общей массы продуцентов, т. е. пирамида биомасс тоже может быть обращенной.

Пирамида энергий (Дж/м²·год) показывает величину энергетического потока. Энергетическая пирамида всегда сужается вверх.

Существует закон пирамиды энергий. Этот закон сформулировал в 1942 г. Линдеман, иногда этот закон называют законом Линдемана. Из закона вытекает очень важное правило, заключающееся в том, что максимальный переход с одного трофического уровня на другой составляет около 10 %. Его следствием является ограниченная длина пищевых цепей [8].

1.5. Биосфера. Круговороты вещества и потоки энергии на Земле

Впервые термин биосфера был введен в науку геологом из Австрии Эдвардом Зюссом в 1875 г. Он понимал под биосферой тонкую пленку жизни на земной поверхности. Э. Зюсс, таким образом, рассматривал биосферу в типологическом смысле — как пространство, заполненное жизнью. Еще раньше, в 1802 г., знаменитый французский ученый Ж. Б. Ламарк, не употребляя термина «биосфера», отметил планетарную роль жизни в формировании земной коры как в настоящее время, так и в прошлые этапы истории планеты. На рубеже XIX–XX вв. идея о глобальном влиянии жизни на природные явления была обоснована в трудах крупнейшего ученого-почвоведа В. В. Докучаева [7].

Но роль и значение биосферы оказались настолько велики, что возникло новое научное направление в естествознании — **учение о биосфере**, основоположником которого является русский ученый В. И. Вернадский.

Биосфера (греч. *bios* — жизнь, *sphaira* — шар, сфера) — сложная наружная оболочка Земли, населенная организмами.

Существует не одна гипотеза происхождения Земли и возникновения жизни на ней. Согласно одной из них, 4,7 миллиарда лет назад из рассеянного в Солнечной системе газопылевого вещества образовалась планета Земля. Как и другие планеты, Земля получает энергию от Солнца, достигающую земной поверхности в виде электромагнитного излучения.

Земля имеет неоднородное строение и состоит из нескольких оболочек — геосфер. Геосферы разделяются на внутренние — ядро, мантия, и внешние — литосфера, атмосфера, гидросфера и биосфера. Биосфера — это внешняя оболочка Земли, в которую входят часть атмосферы до высоты 20–25 км (до озонового слоя), практически вся гидросфера и верхняя часть литосферы до глубины примерно 3 км. Границы биосферы выделены на основании того, что все эти части населены живыми организмами, составляющими живое вещество планеты. Границы биосферы — от высот атмосферы, где царит холод, до глубин океана, где давление достигает 12 000 атмосфер. Такой широкий диапазон стал возможен благодаря толерантности (выносливости) организмов. Некоторые бактерии могут существовать в вакууме, в уксусе, некоторые живут под действием ионизирующей радиации (в котлах ядерных реакторов). Более того, выносливость некоторых живых существ по отношению

к отдельным факторам выходит даже за пределы биосферы, т. е. у них есть определенный запас прочности.

Как любая экосистема, биосфера состоит из абиотической и биотической частей.

Абиотическая часть представлена почвой и подстилающими ее породами до глубины, где в них еще есть жизнь; атмосферным воздухом до высот, на которых еще возможны проявления жизни; водной средой океанов, рек, озер и др. [2].

Биотическая часть состоит из живых организмов всех таксонов. Они осуществляют важнейшую функцию биосферы, без которой не может существовать сама жизнь — биогенный ток атомов. Живые организмы обеспечивают этот ток благодаря своему дыханию, питанию и размножению, обеспечивая обмен веществом между всеми частями биосферы.

В основе биогенной миграции атомов в биосфере лежат два биохимических принципа: стремление к максимальному проявлению, к «всюдности жизни» и обеспечение выживания организмов. Эти закономерности проявляются прежде всего в стремлении живых организмов «захватить» все мало-мальски приспособленные к их жизни пространства, создавая экосистему. Но любая экосистема имеет свои границы, и биосфера в планетарном масштабе тоже имеет свои границы.

Если рассматривать биосферу как планетарную экосистему, то все живое приобретает особое значение. В. И. Вернадский назвал все живое на земле **живым веществом** — это все количество живых организмов планеты как единое целое. Оно образует тонкий слой в общей массе геосфер Земли. Масса живого вещества составляет 2420 млрд т, что в две тысячи раз меньше массы самой легкой оболочки Земли — атмосферы. Но эта масса встречается практически повсюду, и эта «всюдность» обязана приспособляемости организмов, которые постепенно, захватив моря и океаны, вышли на сушу и захватили ее. В. И. Вернадский много времени уделял анализу вещества биосферы. Несмотря на сложность этих веществ, их можно объединить в следующие группы:

1) живое вещество — совокупность всех живых организмов на планете (растений, животных, микроорганизмов). Это главный геологический фактор, преобразующий все оболочки биосферы;

2) биогенное вещество — вещество, создаваемое и перерабатываемое живыми организмами на протяжении геологической истории (каменный уголь, битум, известняк, нефть и т. д.);

3) косное вещество (твердое, жидкое, газообразное) — вещество неорганического происхождения; это все геологические

образования, не входящие в состав живых организмов и не созданные ими; вещество, находящееся в процессе радиоактивного распада (радиоактивные элементы, космическая пыль и т. д.);

4) биокосное вещество — вещество, которое создается одновременно в процессах жизнедеятельности живых организмов и процессах неорганической природы, причем организм играет ведущую роль (сюда относится почти вся биосфера, а также почва, илы) [10].

Живое вещество обладает множеством функций. Данные современной науки позволяют выделить пять функций живого вещества, которыми обеспечиваются все циклы и круговороты на Земле:

1) энергетическая функция выполняется в основном зелеными растениями, которые в процессе фотосинтеза аккумулируют солнечную энергию в виде разнообразных органических соединений. Солнечная энергия улавливается зелеными растениями и в процессе фотосинтеза превращается в энергию химических связей органических соединений, энергия которых в дальнейшем расходуется на все процессы в биосфере. Одна часть этой энергии перераспределяется между остальными компонентами биосферы, другая накапливается в отмершей органике, образуя залежи биогенного вещества (торф, уголь, нефть), а третья часть рассеивается;

2) концентрационная функция заключается в накоплении телами организмов многих химических элементов. Другими словами, в процессе жизнедеятельности живые организмы избирательно накапливают в своем организме вещества, рассеянные в природе. Самым ярким примером такого избирательного накопления являются морские организмы: они активно концентрируют рассеянные минералы для построения своих скелетов или покровов. Существуют, например, кальциевые организмы — моллюски, кораллы, иглокожие, известковые водоросли. Здесь же следует обратить внимание на способность многих морских организмов накапливать тяжелые металлы, такие как ртуть, свинец и др. Концентрация и полезных, и вредных веществ в сотни тысяч раз превосходит их концентрацию в морской воде. Поэтому морские организмы полезны как источник микроорганизмов, но вместе с тем употребление их в пищу может грозить отравлением тяжелыми металлами или быть опасным в связи с повышенной радиоактивностью;

3) газовая функция обеспечивает постоянный газовый состав атмосферы в процессах миграции и превращении газов,

большая часть которых имеет биогенное происхождение — N_2 около 78 %, O_2 около 21 %, CO_2 около 0,03 %;

4) деструктивная функция состоит в разложении, минерализации мертвого органического вещества, химическом разложении горных пород, вовлечении образовавшихся минералов в биотический круговорот. Мертвое органическое вещество разлагается до простых неорганических соединений (углекислого газа, воды, сероводорода, аммиака, метана), которые вновь используются в начальном звене круговорота. Особо следует сказать о химическом разложении горных пород. Плесневый грибок в лабораторных условиях за неделю высвобождал из базальта 3 % содержащегося в нем кремния, 11 % алюминия, 59 % магния, 64 % железа. Жизнь на скалах бактерий, грибов, лишайников и водорослей тоже оказывает сильнейшее химическое воздействие растворами целого комплекса кислот: угольной, азотной, серной. Разлагая с их помощью те или иные минералы, организмы избирательно извлекают и включают в круговорот важнейшие питательные элементы — кальций, калий, натрий, фосфор и др.;

5) средообразующая функция состоит в трансформации физико-химических параметров среды (литосферы, гидросферы, атмосферы) в условия, благоприятные для существования организмов. Эта функция является результатом всех рассмотренных выше функций: энергетическая обеспечивает энергией все звенья биологического круговорота, деструктивная и концентрационная способствуют извлечению из природной среды и накоплению рассеянных, но жизненно важных для организмов элементов [10].

Все вещества в природе находятся в постоянном движении. Под круговоротом вещества понимают взаимный обмен веществами между различными природными телами. На Земле различают два круговорота вещества: малый, или биологический, и большой, или геологический.

Малым, или **биологическим, круговоротом веществ** называется обмен атомами между живыми организмами (растениями, животными, микроорганизмами) и неживыми компонентами (атмосферой, почвой и др.). Атомы биогенных элементов вовлекаются в тела организмов, вступают в них в различные химические реакции, затем выделяются во внешнюю среду и через некоторое время снова вовлекаются в этот круговорот. Биогенными элементами являются: C, H, O, N, P, S, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, B, Cl, Br, I. К самым важным биогенным элементам относят первые шесть из вышеперечисленных [3].

В основе биологического круговорота лежит количественная ограниченность атомов биогенных элементов на Земле. Если бы не было круговорота, рано или поздно все атомы биогенных элементов оказались бы связанными в органическом веществе, что явилось бы причиной прекращения существования жизни. Этого не происходит благодаря разному характеру питания растений и микроорганизмов и связанному с ним биологическому круговороту веществ. Скорости круговорота биогенных элементов различны и зависят от роли, которую они играют в жизнедеятельности организмов, и от количества их на земной поверхности. Так, углерод, содержащийся в углекислом газе, совершает полный круговорот за 300 лет, атмосферный кислород за 2000 лет, водород в составе воды — за 2 000 000 лет.

Под большим, или **геологическим, круговоротом** понимают обмен веществом и энергией между геосферами, например между сушей и океаном. В силу того, что континенты располагаются выше океанов, океанические воды, выпавшие над сушей в виде осадков, стекают в океаны. Однако вода не просто передвигается по поверхности Земли, но и совершает при этом большую работу: участвует в выветривании горных пород, превращении одних минералов в другие, растворяет в себе различные минералы, переносит растворенные вещества и взвешенные частицы в океан. Таким образом, на суше происходят процессы разрушения и выноса вещества и энергии, а в океанах, наоборот, вещество аккумулируется. Земная кора всегда находится в движении: одни участки ее опускаются и заливаются морем, а другие, бывшие под водой, поднимаются, и на месте морского дна образуются горы. Вследствие этого вещества, которые были осадочными на морском дне, оказываются на суше, а вещества, слагающие поверхность континентов, на морском дне. Через некоторый промежуток времени, исчисляющийся десятками и сотнями миллионов лет, движения становятся обратными по знаку и цикл завершается.

Таким образом, геологический круговорот отличается от биологического следующими особенностями:

1) действие геологического круговорота разворачивается на больших территориях — материках и прилегающих к ним частях океанов — материках и прилегающих к ним частях океанов, тогда как биологический круговорот осуществляется в границах биогеоценоза;

2) причиной геологического круговорота является круговорот воды между океаном и сушей, биологического — разный

характер питания живых организмов (редуцентов, консументов и деструкторов);

3) в геологическом круговороте участвуют все элементы, находящиеся в земной коре, в биологическом — только биогенные элементы;

4) продолжительность цикла в геологическом круговороте равна десяткам и сотням миллионов лет, циклы элементов в биологическом круговороте кратковременные — год, несколько лет, десятки или сотни лет [3].

Появление на Земле человека привело к тому, что биосфера начала преобразовываться. Поверхность земного шара подвергается активному вмешательству и переустройству в интересах человека. Интенсивность преобразований увеличивается по мере развития человеческого общества, освоения новых источников энергии, роста научного знания. Эту стадию в эволюции биосферы В. И. Вернадский назвал *ноосферой*, или *сферой разума*. *Ноосфера* — высшая стадия развития биосферы, связанная с возникновением и становлением в ней цивилизованного общества, с периодом, когда разумная деятельность человека становится главным, определяющим фактором развития. Человек является частью биосферы. Он внес в ее круговороты огромные перемены, часто просто разрушая многие их звенья. Можно сказать, что он внес шестую функцию живого вещества, которая получила название *биогеохимическая деятельность человека*: она охватывает огромное количество веществ земной коры, в том числе таких концентраторов углерода, как нефть, уголь, газ и др. [8].

2. ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Человек — всего один из миллионов видов живых организмов, существующих в биосфере. Он во многом подобен другим живым организмам, и в то же время в процессе развития общества он приобрел многочисленные отличия от других биологических видов. Эти отличительные особенности призваны изучать экологию человека.

Экология человека — это комплексная наука о взаимодействии человека как биосоциального существа со сложным многокомпонентным окружающим миром, с постоянно усложняющейся динамической средой обитания. Экология человека изучает вопросы развития народонаселения, сохранения здоровья людей и др.

2.1. Генетическое и культурное наследие человека

В процессе эволюции биосферы происходили кардинальные изменения, приводившие к возникновению новых видов живых организмов, принципиально отличающихся от всех предыдущих. Так постепенно произошло возникновение многоклеточных организмов, позвоночных животных, животных с постоянной температурой тела и т. д. Возникновение человека также связано с формированием определенного генотипа [10].

У человека, как и у любых других живых существ, информация обо всех свойствах и особенностях организма передается по единому механизму, обусловленному двойной спиралью

ДНК. Одна и та же аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) является главным переносчиком энергии в клетках всех биологических видов. Генетическое кодирование у человека, так же, как у птиц, рыб, пресмыкающихся, осуществляется с помощью четырех азотистых оснований — аденина, гуанина, тимина и цитозина. В строении нервной ткани и сердечно-сосудистой системы, печени, почек, мускулов и костей, в мельчайших деталях строения клеток, во всем сложнейшем механизме жизни человек в принципе не отличается от всех других живых существ.

Поведение человека во многом подобно поведению животных. Человек — существо общественное. Можно провести множество аналогий между поведением групп людей и групп общественных животных: возникновение сложной иерархии в коллективе, выделение неформального актива лидеров и т. д. И наконец, численность популяции людей в принципе подчиняется тем же закономерностям, что и численность иных популяций, и определяется соотношением биологического потенциала и сопротивления среды.

Таким образом, человек имеет очевидное сходство с другими представителями живого мира, особенно ряда приматов. Предположение о происхождении человека от обезьяноподобных предков высказывалось уже в XVIII в. Одним из сторонников этой гипотезы был И. Кант, позже ее поддерживали Ж.-Б. Ламарк и К. Линней. Впоследствии большое значение имели труды Ч. Дарвина.

Современные исследования строения ДНК показали, что данное родство — еще более близкое, чем это представлялось Ч. Дарвину. После сравнения ДНК человека и обезьян выяснилось, что человек отличается от шимпанзе на 2,5 %, чуть больше — от гориллы, а от низших обезьян отличие составляет немногим более 10 %. Это, конечно, не означает, что ныне живущие шимпанзе или гориллы — точные копии предков человека. Просто у человека с этими обезьянами имелись общие предки — дриопитеки (древесные обезьяны), обитающие на деревьях. Во времена жизни дриопитеков климат планеты претерпел сильные изменения: тропические джунгли сменились пространствами, лишенными лесов и т. д. Возможно, эти обстоятельства сказались на жизни дриопитеков и заставили их перейти к наземному образу существования [10].

Современная наука относит человека разумного (*Homo sapiens*) к семейству людей, подотряду человекообразных обезьян отряда приматов. Первые приматы появились около 70 миллионов лет назад, первые человекообразные обезьяны — порядка 34

миллионов лет назад. Все виды, входящие в отряд приматов, обладают общими признаками, в том числе наличием пятипалой хватательной конечности, способностью первого пальца противостоять остальным; их пальцы снабжены ногтями, а не когтями, глаза направлены вперед; они обладают богатым набором способов общения звуками, мимикой, жестами, имеют высокий уровень стадных отношений. Появлению разумного человека на Земле предшествовало несколько видов человекообразных существ (гоминоидов) и первобытных людей (гоминидов).

Важным вопросом является вопрос о прародине человека. Современные данные палеонтологических исследований подтверждают точку зрения Ч. Дарвина об африканском происхождении человека. За последнее столетие было найдено немало останков австралопитеков — первого из представителей гоминоидов — в Южной и Восточной Африке. Австралопитеки существовали в интервале времени от нескольких миллионов до миллиона лет тому назад, были в значительной степени хищниками, охотились на различных животных, применяя для этой цели простейшие орудия. Первым достижением австралопитеков стало прямохождение и как преимущество такого способа передвижения — высвобождение двух передних конечностей, рук. Вторым достижением во внешнем виде австралопитеков стала утрата шерсти.

Следующими в эволюционной лестнице приматов были первые представители рода *Номо* — гоминиды. Они появились около 2–2,5 миллиона лет назад. Это были человек умелый (*Homo habilis*) и человек выпрямленный (*Homo erectus*), или питекантроп. Именно с них началось создание примитивных орудий труда. Вероятно, именно они начали овладевать членораздельной речью.

Около 250 тысяч лет назад появился человек разумный — неандерталец (*Homo sapiens neandertalensis*). Он был грубо сложен, у него были низкий лоб и скошенный подбородок. Но он имел более развитый головной мозг, чем его предшественники. Неандертальцы носили одежду из шкур, строили примитивные жилища или жили в пещерах, охотились на крупных зверей, а около 60 тысяч лет назад научились добывать огонь. Примерно в это же время появились физические отличия разных областей Земли, начали формироваться расы.

В определенный момент произошла смена неандертальца на человека разумного. Последний появился внезапно в Европе, Юго-Восточной Азии и Африке. Последствия расселения человечества по всей суше нашей планеты и обживания самых разнообразных экологических ниш выявляются в первую оче-

редь в сфере биологии человека. Адаптация к географическим условиям различных экологических ниш привела к расширению комплекса признаков современного человека. Каждый из адаптивных типов человека соответствует какому-либо географическому поясу — арктическому, умеренному, континентальному или высокогорному. Эти типы включают в себя комплекс генетических приспособлений к условиям различных поясов.

Несмотря на огромное сходство человека с другими биологическими видами, существуют и значительные отличия. Так, накопления культуры и цивилизации, передающиеся из поколения в поколение в процессе обучения и не содержащиеся в генетической программе, являются уникальными свойствами, присущими только человеку. Человек (*Homo sapiens*) оказался единственным видом, у которого идет накопление опыта, знаний и умений и передача их из поколения в поколение. Только человек научился использовать естественное, техническое и культурное наследие для увеличения своей конкурентоспособности и изменения условий окружающей среды [10].

2.2. Антропогенные экосистемы

Человек в конкурентной борьбе за выживание в природной окружающей среде начал строить свои искусственные антропогенные экосистемы. Примерно 10 тысяч лет назад он перестал быть «рядовым» консументом, собирающим дары природы, и начал эти дары получать сам, посредством своей трудовой деятельности, создав сельское хозяйство. Освоив сельскохозяйственную модель, человек исторически подошел к промышленной революции, которая началась всего 200 лет назад. На современном этапе для удовлетворения своих потребностей человек изменяет природные экосистемы. Изначальная движущая сила экосистем — и природных, и антропогенных — энергия. Энергетические ресурсы этих систем могут быть неисчерпаемые — Солнце, ветер, приливы, и исчерпаемые — уголь, нефть, газ и др. Используя топливо, человек может добавлять энергию в систему или даже полностью субсидировать ее энергией. Опираясь на эти энергетические особенности существующих систем, Ю. Одум (1986 г.) предложил их классификацию, приняв энергию за основу, и выделил четыре типа экосистем:

- 1) природные, движимые Солнцем, несубсидируемые;
- 2) природные, движимые Солнцем, субсидируемые другими естественными источниками (энергия ветра, дождя, приливов и др.);

- 3) движимые Солнцем и субсидируемые человеком;
- 4) индустриально-городские, движимые топливом.

Соответственно, первые два типа экосистем — природные, а третий и четвертый — антропогенные.

К первому типу экосистем относятся океаны, высокогорные леса, являющиеся основой жизнеобеспечения на планете Земля. Эти экосистемы не способны поддерживать высокую плотность фауны и флоры, но они занимают громадные площади — одни океаны до 70 % территории земного шара. Ими движет энергия только самого Солнца, и они являются основой, стабилизирующей и поддерживающей жизнеобеспечивающие условия на планете.

Ко второму типу экосистем относят эстуарии в приливных морях, речные экосистемы, дождевые леса и т. д. Экосистемы второго типа обладают высокой естественной плодородностью, поскольку организмы, проживающие в них, приспособились использовать «дополнительную» энергию приливов и течений, а в дождевых лесах — энергию ветра и дождя. Эти системы производят столько первичной биомассы, что ее хватает не только на собственное содержание, но и часть этой продукции может выноситься в другие системы или накапливаться.

Таким образом, природные экосистемы «работают» без всяких забот и затрат со стороны человека на поддержание своей жизнеспособности и развития. Более того, в них создается заметная доля пищевых продуктов и других материалов, необходимых уже для жизни самого человека [2].

Совсем иначе работают антропогенные экосистемы. Третий тип — агроэкосистемы (сельскохозяйственные экосистемы), производящие продукты питания и волокнистые материалы, но уже не только за счет энергии Солнца, а и дотации ее в форме горючего, поставляемого человеком. Главная цель создаваемых сельхозсистем — это рациональное использование тех биологических ресурсов, которые непосредственно вовлекаются в сферу деятельности человека — источники пищевых продуктов, технологического сырья, лекарственных препаратов. Сюда же относятся специально культивируемые человеком виды, являющиеся объектами сельскохозяйственного производства: рыбоводства, звероводства, специального выращивания лесных культур, а также виды, используемые для промышленных технологий. Агроэкосистемы создаются человеком для получения высокого урожая — чистой продукции автотрофов. Можно выделить следующие отличия агроэкосистем от природных систем:

1) в них резко снижено видовое разнообразие. Снижение разнообразия видов культивируемых растений снижает и видовое разнообразие животного населения биоценоза; видовое разнообразие разводимых человеком животных ничтожно мало по сравнению с природным; культурные пастбища (с подсевом трав) по видовому разнообразию похожи на сельскохозяйственные поля;

2) виды растений и животных, культивируемых человеком, «эволюционируют» за счет искусственного отбора и неконкурентоспособны в борьбе с дикими видами без поддержки человека;

3) агроэкосистемы кроме солнечной получают дополнительную энергию, субсидируемую человеком;

4) чистая продукция (урожай) удаляется из экосистемы и не поступает в цепи питания биоценоза, а частичное ее использование вредителями, потери при уборке, которые тоже могут попасть в естественные трофические цепи, всячески пресекаются человеком;

5) экосистемы полей, садов, пастбищ, огородов и других агроценозов — это упрощенные системы, поддерживаемые человеком на разных стадиях сукцессии, и они столь же неустойчивы и не способны к саморегуляции, как и природные пионерные сообщества, поэтому они не могут существовать без поддержки человека.

В экосистемах четвертого типа, к которым относятся индустриально-городские системы, энергия топлива полностью заменяет солнечную энергию.

Урбанизация — это рост и развитие городов, увеличение доли городского населения в стране за счет сельской местности, процесс повышения роли городов в развитии общества. Исторически первым городом с миллионным населением был Рим во времена Юлия Цезаря (44–10 гг. до н. э.). Самым большим городом в наше время является Мехико — 14 млн чел. по данным на 1990 г., к 2010 г. ожидается превышение 30 млн чел. К городам-гигантам также можно отнести Бомбей, Каир, Джакарту, Сеул, Калькутту. Население Москвы в 2002 г. превысило 10 млн чел. Общая площадь урбанизированных территорий в 1980 г. составляла 4,69 млн км², а к 2007 г. она достигла 19 млн км² — 12,8 % всей и более 20 % непригодной территории суши. К 2030 г. практически все население мира будет жить в поселках городского типа.

Урбанистическая система (урбосистема) — это неустойчивая природно-антропогенная система, состоящая из архитектурно-строительных объектов и резко разрушенных естественных

экосистем. По мере развития города в нем все более дифференцируются его функциональные зоны — промышленная, селитебная, лесопарковая [2].

Промышленные зоны — это территории сосредоточения промышленных объектов, различных отраслей (металлургической, химической, машиностроительной, электронной и др.). Они являются основными источниками загрязнения окружающей среды.

Селитебные зоны — это территории сосредоточения жилых домов, административных зданий, объектов культуры и др.

Лесопарковая зона — это зеленая зона вокруг города, окультуренная человеком, т. е. приспособленная для массового отдыха, развлечений и спорта. Лесопарковую зону внутри города называют городским парком. Лесопарковые зоны, городские парки и другие участки территории, отведенные и специально приспособленные для отдыха людей, называют *рекреационными зонами*.

Углубление процессов урбанизации ведет к усложнению инфраструктуры города. Значительное место начинают занимать транспорт и транспортные сооружения (автомобильные дороги, автозаправочные станции, гаражи, станции обслуживания, железные дороги, метрополитен, аэропорты). Транспортные системы пересекают все функциональные зоны города и оказывают влияние на всю городскую среду.

Среда, окружающая человека в этих условиях, — это совокупность природных элементов и элементов, созданных человеком. Такой тип среды обитания получил название *техносферы*.

Техносфера — это регион биосферы в прошлом, преобразованный людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия своим материальным и социально-экономическим потребностям [2].

2.3. Влияние среды обитания на здоровье человека

Все процессы, протекающие в биосфере, взаимосвязаны. Человечество — лишь незначительная часть биосферы, а человек является лишь одним из видов органической жизни. Разум выделил человека из животного мира и дал ему огромное могущество. На протяжении веков человек стремился сделать природную среду удобной для своего существования. Однако любая деятельность человека оказывает влияние на окружающую среду, а ухудшение состояния биосферы опасно для всех живых существ, в том числе и для человека.

В ходе эволюции и развития цивилизации человечество как вид избавилось от конкурентов и многих врагов, смогло значительно ослабить давление инфекций, паразитов и дефицита биоресурсов. Оно многократно расширило емкость своей среды. За счет приспособления к среде и приспособления среды к себе, благодаря технологии жизнеобеспечения и выживания, люди сумели многократно увеличить свою численность и удлинить индивидуальную жизнь. Но отключение большинства механизмов естественного отбора, успехи гигиены и медицины, спасение большинства больных и перевод острых заболеваний в хронические формы, подмена защитных сил организма лекарствами и процедурами, сохранение жизни людей с отягощенной наследственностью, загрязнение окружающей среды, курение, алкоголь, наркотики, стрессы — все это никак не способствовало сохранению здорового видового генофонда.

Человечество накопило опасный генетический груз за счет мутаций, большинство из которых не сохранилось бы, если бы естественный отбор продолжал действовать так, как он действует в природных популяциях животных. По данным медицинской генетики (сводка Всемирной Организации Здоровья 1986 г.), наследственная отягощенность современной популяции людей в среднем составляет более 5 %. При этом 0,5 % всех новорожденных страдают хромосомными болезнями, более 1 % детей рождаются с заболеваниями, обусловленными генными мутациями, и более 3,5 % детей рождаются с наследственной предрасположенностью к хроническим заболеваниям. В странах Западной Европы разные формы патологии, связанные с наследственной отягощенностью, охватывают до 15 % населения [1].

По заключению врачей (по обобщенным данным за 30 лет) 15 % человеческих эмбрионов погибает на ранних стадиях развития (спонтанные аборт), 3 % составляют мертворожденные, 2 % — младенческая смертность, 3 % — смертность от наступления репродуктивного возраста, 20 % лиц не вступают в брак, 10 % браков бесплодны. Среди лиц до 21 года у 10 % выявляются различные врожденные дефекты. Свыше 5 млн чел. в мире рождаются ежегодно с тяжелыми врожденными дефектами развития.

Число выявленных форм наследственных болезней и отклонений увеличивается с каждым годом: в настоящее время их более трех тысяч. Это хромосомные аномалии (синдром Дауна, Клейнфельтера, Тернера и др.), сотни заболеваний, связанных с биосинтезом белков, ферментов, гемоглобина, систем свер-

тывания крови. Многим из наследственных заболеваний сопутствуют серьезные психические отклонения.

Большое число врожденных дефектов обусловлено мутациями нескольких генов. Это мультифакториальные заболевания: результат сложного взаимодействия генетических факторов и факторов среды. Они существуют в виде наследственной предрасположенности и реализуются при определенных условиях в том или ином возрасте. Это сахарный диабет, гипертоническая болезнь, атеросклероз, ожирение, бронхиальная астма, шизофрения, язва желудка, некоторые формы рака и др.

Наследственные болезни составляют только часть многочисленных недугов человека. Их сочетание с инфекционными болезнями, патологиями «образа жизни», с внешними экологическими причинами создает тот уровень нездоровья современного человечества, который был бы совершенно немыслим в природе. Ведь очень многие люди поддерживают свое существование и дееспособность с помощью искусственных средств — лекарств, протезов, пересаженных органов, очков, слуховых аппаратов, искусственного оплодотворения и др.

Здоровье человека можно рассматривать как основной признак, отражающий способность общности людей существовать в определенных условиях окружающей среды. Уровень здоровья — это совокупность средних демографических, медицинских, генетических, физиологических, нервно-психических и других показателей людей, составляющих общность. Уровень здоровья позволяет судить о жизнеспособности и работоспособности, средней продолжительности жизни, способности к воспроизводству здорового населения. Уровень здоровья существенно зависит от биологической истории популяции, однако во многом определяется и средой обитания. В настоящее время хозяйственная деятельность человека стала основным источником загрязнения биосферы. Различные химические вещества, находящиеся в отходах производства, выбрасываются в почву, воздух или воду, переходят по экологическим звеньям из одной цепи в другую, попадая, в конце концов, в организм человека. Реакции организма на загрязнения зависят от индивидуальных особенностей: возраста, пола, состояния здоровья. Как правило, наиболее уязвимы дети, пожилые и больные люди.

Высокоактивные в биологическом отношении химические соединения могут вызвать эффект отдаленного влияния на здоровье человека: хронические воспалительные заболевания различных органов, изменение нервной системы, действие на внутриутробное развитие плода, приводящее к различным от-

клонениям у новорожденных, рак. В результате загрязнения появляются новые, неизвестные ранее болезни, и их причины бывает очень трудно установить.

Кроме химических загрязнителей, на человека очень большое воздействие оказывает физическое загрязнение окружающей среды. Особенно оно проявляется в городской среде, где огромное количество машин (до 80 % городского шума), антенн, ЛЭП, трансформаторов и других источников физического загрязнения окружающей среды. Наши жилища напичканы предметами бытовой техники, которая также является источником электромагнитных полей [10].

Химическое загрязнение продуктов питания стало актуальнейшей проблемой современности. Растения способны накапливать в себе практически все вредные вещества. Вот почему особенно опасна сельскохозяйственная продукция, выращиваемая вблизи промышленных предприятий и крупных автодорог. Излишки удобрений ведут к снижению качества растительной продукции, ухудшению ее вкусовых свойств, снижению выносливости растений к болезням и вредителям. Это в свою очередь вынуждает землевладельца увеличивать применение ядохимикатов, которые также накапливаются в растениях и оказывают вредное воздействие на человека.

Человек, как и другие виды живых организмов, способен адаптироваться, т. е. приспособиться к меняющимся условиям среды. Жизнь каждого человека можно рассматривать как постоянную адаптацию, но и человеческие возможности имеют определенный предел.

2.4. Энергетический и ресурсный потенциалы взаимодействия человека и природы. Проблемы народонаселения

Развитие человеческого общества тесным образом связано с использованием доступных источников энергии. Потребность в энергии — одна из основных жизненных потребностей человека.

Влияние энергетического потенциала на человечество чрезвычайно велико. Без энергии было бы невозможным развитие промышленности, науки, культуры. Пользуясь энергией, человек создает для себя все более комфортные условия жизни, резко увеличивая разрыв между собой и природой. Весь длительный период освоения энергии человеком можно разбить на несколько этапов.

Первый этап освоения энергии начался с момента появления человека на Земле и продолжался до V—VII вв. н. э. Сначала человек поддерживал свое существование за счет энергии продуктов питания, затем появился огонь. В дальнейшем с появлением государства и развитием технических аспектов цивилизации потребовались новые источники энергии — ими стала мускульная сила рабов [10].

Второй этап освоения энергии человеком (VII—XVII вв.) связан с использованием движущейся воды и ветра.

Третий этап (с XVIII в. до начала XX в.) развития энергетики обусловлен началом использования энергии, накопленной в ископаемом топливе.

Четвертый этап связан с изобретением электричества, что резко повысило энергообеспеченность населения.

Пятый этап в развитии энергетических достижений человечества связан с освоением атомной энергии.

Таким образом, человеческое общество в своем развитии прошло через ряд экосистем, отличающихся друг от друга источниками энергии: от экосистем, движимых солнечной энергией, до экосистем, движимых топливом. В настоящий момент часть мира, использующая в крупных масштабах нефть и другие горючие ископаемые, функционирует как экосистема, движимая топливом, и другая часть («третий мир») в основном остается зависимой от биомассы (древесина и пища), т. е. находится на стадии экосистемы, движимой Солнцем. Это различие приводит к серьезным экологическим различиям, к экономическим и политическим конфликтам, так как энергообеспеченность общества является одним из главных условий его развития.

Еще одной составляющей, необходимой для существования и развития человечества, помимо энергии, являются природные ресурсы — важнейшие компоненты окружающей человечество естественной среды, используемые для создания материальных и культурных потребностей общества. Природные ресурсы использовались человеком с самого начала его деятельности.

По мере увеличения численности человечества скорость потребления ресурсов стремительно растет. Уровень потребления возобновляемых ресурсов начал превышать скорость их возобновления. Очевидной стала и ограниченность многих невозобновляемых видов ресурсов, в частности ископаемого топлива.

Современная эпоха характеризуется все возрастающим потреблением минерально-сырьевых ресурсов. Только за период с 1900 г. по 1970 г. потребление полезных ископаемых увеличилось в 12,5 раз.

Количество возможных запасов различных природных ресурсов и прогнозы на перспективу оцениваются специалистами весьма неоднозначно. По средним оценкам, запасов железной, марганцевой и хромовой руд, фосфатного сырья должно хватить еще на 100–300 лет. Запасов полиметаллических руд, содержащих никель, вольфрам, молибден, медь, свинец, олово, осталось на 30–60 лет и более. Ископаемого топлива хватит еще на 50–100 лет. В предвидении этого уже сейчас необходимо искать альтернативные виды топлива и энергии.

Конечно же, численность населения планеты напрямую влияет на количество потребления ресурсов и энергии. Население Земли постоянно растет, а в последние 150 лет растет взрывообразными темпами («беби-бум» — резкое увеличение рождаемости в послевоенное время) [10].

Почему же численность населения Земли так стремительно растет?

С начала нашей эры прирост населения существовал всегда: в 1650 г. число жителей планеты достигало 545 млн чел., к 1960 г. население достигло 3 млрд чел., всего через 15 лет (1975 г.) — 4 млрд чел., а еще через 12 лет (1987 г.) численность человечества превысила отметку 5 млрд чел. В 1999 г. численность человечества достигла 6 млрд чел. [11].

Основными ограничивающими факторами, сдерживающими численность населения и не дающими расти количеству с огромной скоростью, до XVIII в. играла зловещая тройка: война, голод и эпидемия. Почему же сильный демографический прирост начался именно с XVIII в.? Он является результатом главным образом введения новых сельскохозяйственных культур (например, картофеля), началом использования техники, которая повышала эффективность земледелия. Кроме того, неуклонный рост численности обусловлен многими факторами, основными из которых являются снижение смертности от эпидемий и голода, снижение детской смертности из-за улучшения гигиенических условий, успехи медицины и др. [9].

Таким образом, с середины столетия снижение смертности опередило снижение рождаемости во многих странах мира, причем наиболее резко — в развивающихся. В развивающихся странах прирост населения огромен по следующим причинам: во-первых, это большей частью аграрные страны, где дети являются подспорьем; во-вторых, дети являются гарантией благополучия в старости; в-третьих, для жителей этих стран характерны ранние браки, главной задачей женщины являются семья, дети, как правило, о карьере речь здесь не идет. Кроме

этого, по религиозным устоям этих стран прерывание беременности и использование противозачаточных средств невозможно [1].

Тревожным является то обстоятельство, что население увеличивается с экспоненциальной скоростью. Никто из экспертов не может сейчас сказать, стабилизируется ли численность населения Земли и если стабилизируется, то на каком уровне? Некоторые ученые сравнивают демографический взрыв XX в. по своему размаху с великими геологическими катастрофами, которые потрясли поверхность Земли [9].

По статистическим данным, к 2025 г. население Земли увеличится до 15 млрд чел. Существует два прогноза дальнейшего изменения численности населения. Согласно первому (неустойчивое развитие), население увеличится до 15 млрд чел., а в условиях современных технологий Земля уже не сможет обеспечить такое количество людей предметами первой необходимости и продуктами питания. С определенного периода начнется голод, массовые заболевания, деградация среды обитания; за этим последует резкое сокращение численности населения и распад человеческого сообщества. В экологически неблагоустроенных районах эти процессы уже прослеживаются: сокращается продолжительность жизни и увеличиваются показатели детской смертности. Согласно второму варианту (устойчивое развитие), численность населения необходимо стабилизировать на уровне 10 млрд чел. Считается, что это максимальное количество людей, потребности которых будут удовлетворены при современном уровне развития технологий [1].

Сколько нас будет? Что будет с человечеством и планетой? Это вопрос, на который невозможно ответить. Проведение демографической политики, даже такой жесткой, как в Китае и Индии, не дало ощутимых результатов.

Ясно одно: ресурсы нашей планеты — пищевые, земельные, топливные — не безграничны. Не умрет ли человечество от голода, как предсказывал Мальтус? По его утверждению, число жителей возрастает в геометрической прогрессии, а ресурсы питания могут увеличиваться лишь по линейному закону из-за ограниченной площади земель, пригодных для сельского хозяйства.

Конечно, изменение демографической ситуации и полная стабилизация численности населения Земного шара не исключена. Но трудно предсказать, через какой промежуток времени эти цели будут достигнуты. Лучше, чтобы это случилось раньше, чем действительность могла бы подтвердить опасения многих демографов [9].

3. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА БИОСФЕРУ И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ

Производственная экология изучает взаимосвязь производства со средой обитания человека и других живых организмов. Предметом изучения производственной экологии являются эколого-экономические системы. При изучении особое внимание уделяется характеристике вредных веществ и основным методам, применяемым для борьбы с ними, созданию технологий малоотходных производств, рассмотрению приборов экологического контроля, а также методам проведения мониторинга загрязнения окружающей среды.

Промышленная экология — это наука, которая объединяет экономическую деятельность людей и управление материальным производством с фундаментальными биологическими, химическими и физическими глобальными системами.

Предметом изучения промышленной экологии являются эколого-экономические и эколого-правовые системы.

Целями промышленной экологии являются решение проблем рационального использования природных ресурсов, ограничение или предотвращение загрязнения окружающей среды, совмещение техногенного и биогеохимического круговоротов и др.

Задачами, стоящими перед промышленной экологией, являются мониторинг загрязнения окружающей среды, анализ экологической ситуации, определение отраслей-загрязнителей

и источников загрязнения, прогнозирование последствий хозяйственной деятельности, очистка воздуха и воды, решение проблем использования или захоронения твердых промышленных и бытовых отходов, эколого-экономическая экспертиза технических решений и др. [12].

В настоящее время основными направлениями производственной экологии являются экологизация технологий, создание малоотходных технологий, очистка воды и воздуха от вредных веществ, переработка и захоронение твердых отходов и др.

К сожалению, только 2 % сырья в настоящее время переходит в необходимую для человека продукцию, а все остальное переходит в отходы. На сегодняшний день существует проблема рационального использования природы: это защита окружающей среды от отходов промышленности и бытовой среды, а также повторное использование вторичных материальных ресурсов (далее по тексту ВМР) и вторичных энергетических ресурсов (далее по тексту ВЭР). Идеально было бы организовать производство таким образом, чтобы основным сырьем были ВМР и ВЭР, а первичное сырье шло только для восполнения потерь и расширения производства.

Производственные комплексы являются главными источниками поступления загрязняющих веществ в биосферу. Поступление этих веществ в окружающую среду вызывает экологические проблемы различного характера и уровня.

Если рассматривать экологические проблемы мирового уровня, то это прежде всего повышение кислотности осадков, истончение озонового слоя, загрязнение вод Мирового океана, парниковый эффект и др.

Если рассматривать экологические проблемы России, то к этим вышеперечисленным добавятся интенсивная вырубка лесов, лесные пожары, засорение озер (Байкал, Ладога, Онега) отходами целлюлозно-бумажной промышленности, опустынивание, истощение природных ресурсов, участвовавшие чрезвычайные ситуации и многое другое.

«Городами-лидерами» по выбросу вредных веществ в окружающую среду в России являются Норильск, Москва, Новокузнецк, Магнитогорск, Липецк, Череповец, Нижний Тагил.

Загрязненная окружающая среда отрицательно сказывается на всем живом. Среди людей, проживающих вблизи крупных промышленных центров, уровень заболеваемости астмой и язвой желудка выше в 5–10 раз, кожными болезнями — в 3–4 раза, гипертонией и неврозами — в 2–3 раза, чем среди тех, кто живет в относительно экологически чистых районах [12].

3.1. Общие сведения о загрязнении.

Классификация загрязнений.

Характеристика основных видов загрязнений

В противоположность распространенному мнению загрязнение представляет собой далеко не новую и не неожиданную, а одну из самых древних проблем. Она возникла с появлением первых поселений с их ручьями из сточных вод и различными отходами домашнего хозяйства на улицах. Можно не сомневаться, что начиная с этого момента загрязнения во все времена были бичом городов. Так, во Франции эдикт Карла VI от 1382 г. запрещал выпускать в Париже дым «тошнотворный и плохо пахнущий». Но, как бы то ни было, до развития промышленной цивилизации загрязнения были сильно ограничены по своей природе и распространению.

В течение тысячелетий источники загрязнения среды были немногочисленными и не особенно значимыми. Они носили главным образом местный характер, и их воздействие сводилось к загрязнению вод суши и водоносного слоя почвы патогенными бактериями и способными к брожению веществами, содержащимися в сточных водах и отходах домашнего хозяйства.

Так продолжалось до конца XVIII в., в течение которого промышленное загрязнение оставалось незначительным, несмотря на развитие ремесел и торговли, появление крупных фабрик и заводов [9].

Загрязнением называют поступление в окружающую природную среду любых твердых, жидких и газообразных веществ, микроорганизмов или энергий в количествах, вредных для здоровья человека, животных, состояния растений и экосистем [10].

Все источники загрязнения биосферы разделяются на **промышленные** и **природные**. Природные источники загрязнения вызваны естественными процессами — почвенная пыль, волна цунами, извержение вулкана. Промышленные источники загрязнения являются результатом деятельности человека — это различные вещества, вирусы, энергия. Классификация промышленных источников загрязнения по видам приведена на рис. 7.

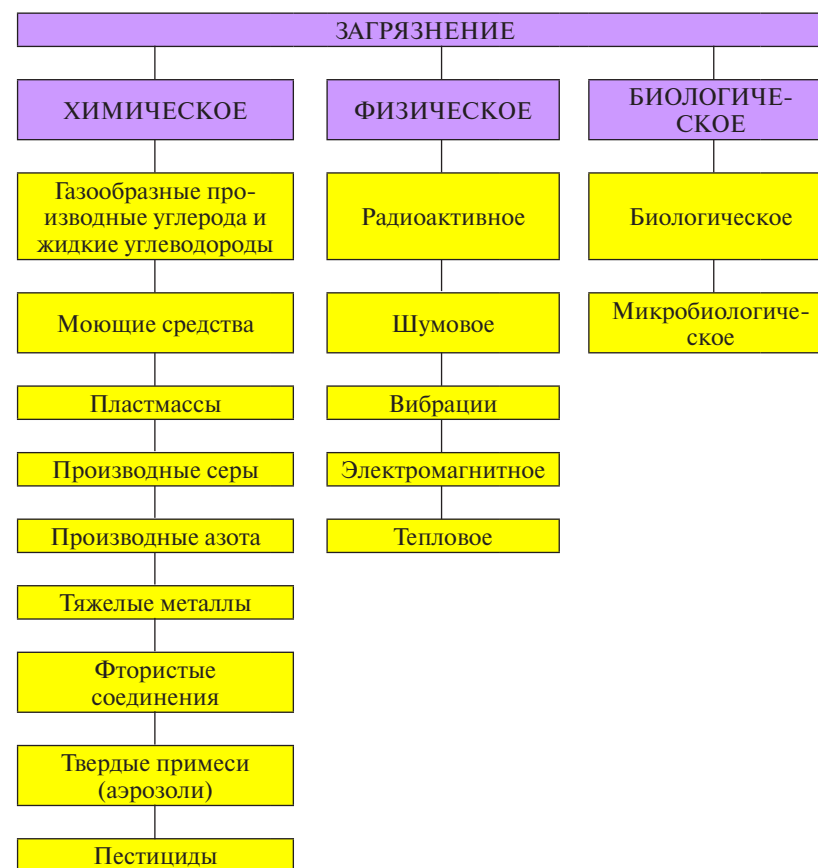


Рис. 7. Классификации загрязнений [9]

Объектами загрязнения служат основные сферы обитания биотического сообщества: атмосфера, вода, почва. Жертвами загрязнения являются обитатели этих сфер — растения, животные и микроорганизмы. Загрязнение не всегда ощущается сразу и часто имеет скрытый характер. Например, отвод воды из водоемов на хозяйственные нужды приводит к изменению температурного режима, что сказывается на обитателях водоема. Также отвод воды может привести к другим последствиям, например, к измельчению водоема и изменению химического состава воды, как это произошло с Аральским морем.

Химическое загрязнение. *Химическое загрязнение* — это увеличение количества химических компонентов определенной среды, а также проникновение (введение) в нее химических веществ в концентрациях, превышающих норму или не свойственных ей. По расчетам специалистов, в настоящее время в природной среде содержится до 8,6 миллионов химических соединений, причем их арсенал ежегодно пополняет еще 250 тысяч новых соединений. Многие из них обладают канцерогенными и мутагенными свойствами, среди которых особенно опасны 200 наименований (список составлен экспертами ЮНЕСКО): бензол, асбест, бенз(а)пирен, пестициды (ДДТ, алдрин, линдан), тяжелые металлы (особенно ртуть, свинец и кадмий), разнообразные красители и пищевые добавки. По оценкам ВОЗ, в мире около 600 млн чел. подвержены воздействию атмосферы с повышенной концентрацией диоксида серы и более 1 млрд чел. — вредной для здоровья концентрацией взвешенных частиц в атмосфере [10].

Газообразные производные углерода и жидкие углеводороды. Окись углерода (СО) — один из самых распространенных видов загрязнения атмосферы. Природными источниками поступления окиси углерода в окружающую среду являются вулканическая деятельность, некоторые виды брожения в анаэробной среде (придонные или болот), электрические разряды в тропосфере, природные лесные пожары и др. Антропогенной причиной загрязнения оксидом углерода является горение.

Главный источник поступления окиси углерода — бензиновый мотор. В его выхлопах содержание СО может достигать 11 % от всего объема выхлопных газов [9].

Оксид углерода — неощутимый, бесцветный и не имеющий запаха ядовитый газ, возникающий при неполном сгорании органических соединений. Его токсичность объясняется тем, что он образует стойкое соединение с гемоглобином, пигментом крови, который отвечает за транспортировку кислорода к тканям организма. Вдыхание оксида углерода блокирует поступление кислорода в кровь, что приводит к кислородному голоданию тканей, вызывает головную боль, головокружение, шум в ушах, обморок, паралич дыхательных путей и смерть [13].

Углеводороды — еще один вид загрязнения окружающей среды. Искусственными источниками поступления углеводородов в окружающую среду являются двигатели внутреннего сгорания, всевозможные печи (домовые и промышленные) и баки автомобилей. Большинство углеводородов поступает в атмосферу в процессе неполного сгорания топлива в двигателях, работающих на бензине или дизельном топливе. Несгоревшие

продукты участвуют в образовании пероксилацетилнитратов (ПАН) в атмосфере некоторых сильно загрязненных городов, где много солнца (фотохимические смоги). Одними из самых опасных газообразных углеводородов, синтезирующихся при неполном сгорании, являются бенз(а)пирен, флюорантрен, холантрен и др.

Еще одним опасным веществом, образующимся при неполном сгорании топлива, является акролеин. Нефтеперегонные заводы и установки по сжиганию отходов являются весьма серьезными источниками загрязнения атмосферы акролеином и другими альдегидами, так же, как и двигатели внутреннего сгорания.

Загрязнение жидкими углеводородами является одной из серьезнейших проблем современного общества. Прежде всего такому загрязнению подвергаются континентальные и океанические воды. Углеводородное загрязнение возникает в результате многих факторов, связанных с добычей, транспортировкой и использованием нефтепродуктов. Основным источником загрязнения океанической среды являются перевозки нефти и в меньшей степени аварии на подводных скважинах. Часть этой нефти выбрасывается в океан более или менее легально: речь идет не о предвиденном, а в некотором смысле сознательном загрязнении в результате практики сброса промывочных и балластных вод в открытое море. После разгрузки нефтяные танкеры промываются морской водой, а потом заполняются ею как балластом, что придает судну большую устойчивость. Эта вода, загрязненная нефтью, впоследствии сбрасывается в зонах открытого моря, специально оговоренных международными соглашениями, но часто эти операции совершаются недалеко от побережья в нарушение всех законов. Ежедневно в моря сбрасываются сотни тонн нефти, образуя настоящее «черное море».

Также виновниками загрязнений часто становятся аварии на нефтеналивных судах. Можно представить масштабы катастроф при авариях, если учесть, что объем супертанкеров составляет 400 000 т нефти [9].

Ежегодно от аварий в Мировой океан поступает до 20 млн т нефти. При попадании в воду нефтепродукты, растекаясь по поверхности, образуют тонкую пленку значительной площади. Например, 15 т мазута в течение 6–7 суток покрывают площадь до 20 км². Содержащиеся в нефти фракции очень токсичны: углеводороды, бензол, ксилол оказывают негативное воздействие на живые организмы. Рыба погибает уже при небольшой концентрации нефти в воде. Нефтяная пленка является губительной для мальков, только что вышедших из икринок. Маль-

кам необходим глоток воздуха, чтобы заполнить плавательный пузырь. Достигая поверхности, заполненной нефтью, мальки делают глоток и вскоре погибают. Из-за нефтяной пленки нарушается кислородный обмен между воздухом и водой; как следствие этого его концентрация в воде уменьшается. Разлитая нефть является причиной гибели водных птиц: нефть забивает прослойки воздуха в перьях и птицы не могут взлететь. Забитая нефть нарушает изолирующие свойства перьев, а при попытке очистить перья птицы заглатывают частицы нефти, в результате чего наступает отравление. Кроме того, нефтяная пленка на водной поверхности стимулирует протекание разнообразных химических реакций с участием веществ, растворенных в нефти. В нефтяных пленках происходит накопление тяжелых металлов и пестицидов. Например, пестицид дильдрин (инсектицид) способен наращивать свою концентрацию в пленке в 10 000 раз. Процессы разложения нефти в воде протекают весьма медленно. Постепенно нефть эмульгируется, комкуется и опускается на дно. Для разложения нефти требуется кислород и различные микроорганизмы, эффективность которых существенно зависит от температуры воды. Низкая температура воды резко снижает активность микроорганизмов, и разложение нефти затягивается на долгие месяцы. Следовательно, разлагаясь, нефть изымает из воды огромное количество кислорода: для полного окисления 1 л нефти требуется кислород, содержащийся в 400 тыс. л воды, — и это в условиях летних температур, когда в 1 л речной воды содержится обычно 7–8 мг кислорода. В зимние месяцы, когда водоемы покрыты льдом, содержание кислорода в воде понижается до 4 мг/л и менее. В эту пору на окисление 1 л нефти требуется кислород, содержащийся в 1 млн л воды. А это существенно влияет на жизнь обитателей водоемов [14].

Моющие средства. Начало применения бытовых синтетических моющих средств относится к 1950 г. В моющих средствах содержатся синтетические поверхностно-активные вещества (далее по тексту СПАВ), или детергенты. СПАВ поступают в водоемы с бытовыми, промышленными и сельскохозяйственными стоками (в сельском хозяйстве СПАВ используются для эмульгирования пестицидов) [9].

СПАВ отрицательно воздействуют на водоемы, т. к. на их окисление расходуется очень много растворенного в воде кислорода. Кроме этого, детергенты вызывают у рыб жаберные кровотечения и удушье, а у теплокровных животных они усиливают токсичность других веществ водной среды [10].

Пластмассы. Производство изделий из пластика увеличивается год от года. Это бутылки, банки, канистры, лотки, поддоны, пакеты, упаковка, этикетки, пленка, скотч, перегородки, различные перекрытия, указатели, световые короба, сетки, решетки, папки, искусственные травяные покрытия, фильтрующие трубки и множество других изделий. Увеличивается и количество пластиковых отходов, которые не просто засоряют окружающую среду, но и загрязняют ее. Пластик принадлежит к материалам, которые практически не разлагаются со временем, а при сжигании выделяются крайне токсичные вещества. Популярность пластика объясняется его легкостью, экономичностью, удобством использования. Так, при изготовлении пластика энергии требуется на 21 % меньше, чем при изготовлении стекла. Основной проблемой использования пластмасс является трудность их утилизации. Уничтожение пластмасс в мусоросжигателях является значительным источником загрязнения атмосферы производными галогенов. При сжигании полихлорвинилол выделяется большое количество соляной кислоты. Часть веществ, образующихся при сжигании, по степени токсичности сравнима с ДДТ: они заражают биосферу и создают серьезную проблему загрязнения окружающей среды.

Тонны полимерных материалов идут ежегодно в отходы. Только на упаковку товаров, и чаще всего разовую, человек тратит около 1 млн т полиэтилена.

Если говорить о загрязнении пластмассами водоемов, то обломки пластмассовых изделий, занесенные морскими течениями, были обнаружены в центре Саргассова моря.

Производные серы. Основными производными серы, поступающими в окружающую среду и наносящими ей ущерб, являются сернистый ангидрид (SO_2) и сероводород (H_2S). Главной причиной отравления воздуха оксидами серы является сжигание ископаемого топлива. Выброс в атмосферу оксидов серы составляет 200 млн т в год. Следствием такого загрязнения является появление кислотных осадков. За последние 30 лет кислотность дождевой воды увеличилась в 40 раз (показатель рН снизился с 5,6 до 4,1) [14].

Сероводород — бесцветный газ с характерным запахом гниющего белка. Он очень ядовит. Вдыхание воздуха, содержащего сероводород даже в небольших количествах, вызывает тяжелые отравления и удушье. Признаками отравления являются жжение и резь в глазах, светобоязнь, насморк, першение в горле, кашель. При более высокой концентрации сероводорода отмечаются головная боль, тошнота, рвота, головокружение, повышение температуры тела. При отравлении тяжелой степени

отмечаются потеря сознания, сужение зрачков, резкий цианоз, нарушение дыхания, судороги [15].

Производные азота. Окислы азота (N_xO_y) также образуются в процессах горения ископаемого топлива. Выброс в атмосферу оксидов азота составляет 600 млн т в год. Оксид азота N_2O является наркотическим средством (веселящий газ); NO действует на нервную систему человека, вызывает паралич и судороги, связывает гемоглобин и вызывает кислородное голодание; NO_2 и N_2O_4 при взаимодействии с водой образуют азотную кислоту (что также может привести к образованию кислотных осадков).

Оксид азота NO_2 — газ желтого цвета, сильно ухудшающий видимость и в большинстве случаев придающий характерный оттенок воздуху в городах. Этот газ обуславливает фотохимическое загрязнение вследствие взаимодействия продуктов реакции с другими веществами, присутствующими в загрязненном воздухе: сернистым ангидридом, кислородом, углеводородами [9].

Тяжелые металлы. К тяжелым металлам относится более 40 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева. К наиболее распространенным в производственной деятельности человека тяжелым металлам относятся хром, марганец, железо, кобальт, никель, медь, цинк, галлий, германий, молибден, кадмий, ртуть, свинец, олово, сурьма. Значительное загрязнение тяжелыми металлами, особенно свинцом, а также цинком и кадмием обнаружено вблизи автострад. Ширина прибрежных аномалий свинца в почве достигает 100 м и более. Тяжелые металлы накапливаются и очень медленно удаляются из почв. Период полуудаления, т. е. удаление половины от начальной концентрации тяжелых металлов значительно варьируется у различных элементов и занимает весьма продолжительный период времени. Для цинка период полуудаления составляет от 70 до 510 лет, для кадмия — от 13 до 110 лет, для меди — от 310 до 1500 лет, для свинца — от 770 до 5900 лет. Растения обладают способностью поглощать тяжелые металлы из почвы, аккумулировать их в своих тканях, являясь, таким образом, промежуточным звеном в цепи питания «почва — растения — животное — человек». Причем растения могут усваивать тяжелые металлы избирательно, например, перцы усваивают кобальт, береза — цинк, гвоздичные — медь. Тяжелые металлы являются протоплазмическими ядами, токсичность которых возрастает по мере увеличения атомной массы. Их токсичность проявляется по-разному.

Кадмий — один из распространенных тяжелых металлов. В наибольших концентрациях он накапливается в печени и поч-

ках. У взрослого человека может развиваться почечная недостаточность. Белок в моче — симптом хронического отравления кадмием, который, кстати, и является причиной образования камней в почках. С кадмием связано специфическое заболевание костной ткани, которое в Японии получило название «итай-итай». Этот недуг выражается в чрезмерной хрупкости и ломкости костей. Например, перелом ребра может случиться уже при глубоком вдохе. Причиной «итай-итай» в Японии явилось загрязнение воды на рисовых полях кадмием, который входил в состав фунгицидов (это пестициды, применяемые для борьбы с болезнями растений, вызываемые паразитирующими грибами) [10].

Ртуть — сильно токсичное вещество. По статистическим данным, показатели состояния здоровья населения, проживающего вокруг крупных ртутных производств, в 4 раза хуже. У женщин, проживающих в радиусе от 1,5 до 5 км, в 4–5 раз чаще развивается бесплодие, у более 50 % женщин отмечались различного рода осложнения беременности и родов; в 2,5–4,3 раза чаще регистрировались спонтанные аборты.

Примером массового отравления людей ртутью стал город Минамата. По названию города болезнь получила название «болезнь Минамата». Произошло это между 1956 г. и 1970 г. Жители этого города и близлежащих деревушек употребляли в пищу морских организмов, в то время как в поверхностные прибрежные воды сбрасывались сточные воды химической фабрики, содержащие в себе большое количество вредных веществ, в том числе и ртуть. Отравления ртутью стали причиной непередаваемых мучений и многочисленных смертей. Болезнь, которая развивается при употреблении в пищу рыбы, содержащей ртуть, опустошила рабочее население японского города. Оттуда болезнь распространилась на Северную Японию, а в дальнейшем признаки ее были обнаружены и в других районах мира [14].

У больных, пораженных этим заболеванием, резко выражены неврологические симптомы: дрожь, крики, похожие на собачий лай, и постоянное сильное напряжение мышц. Они страдают от концентрического сужения поля зрения, потери речи, нарушения чувствительности и координации движений, а также судорог. Ужасная болезнь передавалась внутриутробно младенцам за счет переноса ртути через плаценту, что нарушает деятельность мозга. У кошек в районе Минамата, которые также ели рыбу, содержащую ртуть, были выявлены те же симптомы. Они кончали свою жизнь странным «кошачьим самоубийством» — прыгали в воду и тонули. Потребовались

годы, прежде чем врачи-исследователи, которым очень малую помощь оказала химическая фабрика, ответственная за загрязнение, установили причину заболевания. До того как были приняты меры к нормализации обстановки, произошли демонстрации, в которых приняли участие тысячи рыбаков.

Свинец, попавший в организм человека с пищей или водой, вызывает хроническое заболевание мозга у взрослого человека и умственную отсталость у детей. Также свинец способен замещать кальций в костных тканях организма, что приводит к длительной (на протяжении всей жизни) интоксикации организма [14].

Аэрозоли — это аэродисперсные системы, в которых долгое время могут находиться во взвешенном состоянии твердые частицы (пыль) и капельки жидкости.

Другими словами, в воздухе или газе присутствует пыль или капли жидкости. В атмосфере аэрозольные загрязнения воспринимаются как дым или туман. По своему происхождению аэрозоли подразделяются на естественные и искусственные. Естественные возникают в природе без участия человека (извержение вулканов, сгорание метеоритов, лесные и степные пожары). Во время извержения вулканов, черных бурь или пожаров огромные пылевые облака перераспределяются на тысячи километров. Штормовые ветры сбрасывают с гребней волн капельки морской воды, насыщенной солями хлоридов и сульфатов, которые осаждаются на суше. В Англии, к примеру, ежегодно на 1 м² суши прибрежной зоны осаждается до 35 г солей [10].

Основными искусственными источниками аэрозольных загрязнений воздуха являются тепловые электростанции, обоганительные фабрики, металлургические и цементные заводы. В таких аэрозолях чаще всего обнаруживается кремний, кальций, углерод (несгоревший уголь, сажа, смола), могут встречаться оксиды железа, магния, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка и др.

Пестициды. Пестициды (от лат. *pestis* — зараза, *caedo* — убивать) — это химические или биологические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорными растениями, вредителями хранящейся сельскохозяйственной продукции, а также для регулирования роста и в других целях.

По объектам воздействия пестициды подразделяются на: акарициды — для борьбы с клещами; альгициды — для уничтожения водорослей и другой водной растительности; бактерициды — для борьбы с бактериями и бактериальными болез-

нями растений; зооциды — для борьбы с грызунами; инсектициды — для борьбы с вредными насекомыми; фунгициды — для борьбы с болезнями растений под влиянием различных паразитирующих грибов; дефолианты — средства для удаления листьев; дефлоранты — вещества для удаления излишних цветов; гербициды — для удаления сорной растительности.

Применение пестицидов имеет многолетнюю практику, часто с применением авиации. Все это привело к масштабному загрязнению окружающей среды. Молекулы ядохимикатов включаются в природные процессы миграции и круговорота веществ и разносятся вместе с атмосферными потоками и грунтовыми водами на большие расстояния. Например, в Антарктиде, за десятки тысяч километров от зон применения, ледниковый панцирь накопил более 5000 т ДДТ [10].

При попадании пестицида в живой организм срабатывает **принцип биологического концентрирования**. Концентрация токсиканта от исходного звена к конечному возрастает во много тысяч раз. Пестициды вместе в водным стоком с полей попадают в реки и озера и заканчивают свой путь в Мировом океане. Они включаются в пищевые цепочки: из почвы попадают в воду и растения, затем — в организмы животных и птиц, а в конечном итоге — с пищей и водой — в организм человека. Еще в 1988 г. Национальная Академия наук США опубликовала доклад, в котором говорится, что в предстоящие 70–80 лет более одного миллиона американцев рискуют заболеть раком, вызванным наличием 28 канцерогенных пестицидов в пище. Причем фактор их неиспользования в современный момент роли не играет, так как они циркулируют в биосфере до 50 лет (ДДТ и др.). По данным Всемирной Организации Здоровья, пестицидами ежегодно отравляются 500 тыс. чел.

Получила широкую огласку история с применением ДДТ — пестицида, в свое время получившего чрезвычайно широкое распространение. Его создатель П. Мюллер был удостоен Нобелевской премии. Казалось, что ДДТ принес человечеству долгожданное освобождение от малярии, желтой лихорадки, тифа. Но через определенное время использования исследования показали, что применять этот препарат категорически запрещено.

Физическое загрязнение. **Физическое загрязнение** — это изменение физических, энергетических, волновых и радиационных параметров среды.

Шум — одна из форм физического (волнового) загрязнения окружающей среды, адаптация организмов к которому практически невозможна.

Шум — это сочетание акустических волн различной частоты и интенсивности. Акустические волны — это механические колебания, распространяющиеся в упругой среде (твердой, жидкой, газообразной).

Акустические колебания, воспринимаемые человеческим ухом, лежат в диапазоне частот от 16 до 20 000 Гц. Этот диапазон называется **звуковым диапазоном частот**. В этой связи шумы, воспринимаемые ухом человека, принято делить на низкочастотные (до 350 Гц), среднечастотные (350–800 Гц) и высокочастотные (выше 800 Гц). Высокочастотный шум оказывает более неблагоприятное воздействие на живые организмы. Акустические волны с частотой ниже 20 Гц называются инфразвуком, а выше 20 000 Гц (20 кГц) — ультразвуком.

Данные по уровню шума от различных источников приведены в табл. 3.1.

Основные реакции организмов на шумы хорошо изучены. Относительно комфортным считается акустический режим при уровне звука 10–15 дБ. Выраженные психические реакции проявляются уже с 30 дБ, а максимально дискомфортным считается режим при уровне шума 80 дБ. Для нервной системы шум свыше 50 дБ вреден. При уровне 80–90 дБ возможны необратимые изменения в органах слуха, а при 120–140 дБ — повреждение этих органов.

Таблица 3.1

Характеристика источников шума [10]

Источники шума	Уровень шума, дБ
Звук выстрела крупнокалиберного орудия	150
Вой сирены	140...150
Реактивный двигатель при взлете	150
Наушники при максимальной громкости	130
Пила по металлу, рок-музыка	120 (болевого порог)
Автомобильный гудок	110
Трактор, мотоцикл	110
Отбойный молоток	110
Оживленная городская улица	90
Дизельный грузовик	90
Товарный поезд	80

Продолжение таблицы 3.1

Источники шума	Уровень шума, дБ
Скоростная магистраль	70
Обычный офис	60
Разговор в жилой комнате	50
Сельская местность (ночь)	30
Шелест листвы	20
Дыхание	10

Существенный вклад в шумовое загрязнение среды вносят строительные, энергетические и промышленные предприятия. Самым распространенным и мощным источником городского шума является транспорт, который создает до 80 % шума.

Инфразвук и ультразвук хоть и не воспринимаются ухом человека, но оказывают на него существенное биологическое воздействие. При частоте ниже 20 Гц возникают заметные нарушения жизнедеятельности организмов. Биологическое действие инфразвука заключается в ощущении психологического дискомфорта, переживании безотчетного страха, возникновении паники среди животных, наблюдаемых перед извержением вулканов, при землетрясениях, перед штормами. Подобную реакцию у животных вызывают звуки пролетающих тяжелых вертолетов, движущихся тяжелых машин, работающих прессов и других устройств, работа которых сопровождается шумом с инфразвуковыми частотами. На организм человека особенно неблагоприятно воздействует шум с частотой 4–10 Гц.

Вибрация — это совокупность механических колебаний. Источниками вибраций являются транспортные средства, промышленные агрегаты, строительные машины и механизмы. Основная часть колебательной энергии переносится поверхностными волнами, распространяющимися в пределах самой верхней части грунта (10–15 м). Воздействие вибраций на грунтовые массивы может приводить к изменению рельефа, ухудшению механической устойчивости пород, служащих основанием фундаментов зданий и сооружений. При длительном воздействии вибрации наблюдается явление «усталости» грунтов, материалов и строительных конструкций.

Электромагнитное загрязнение является результатом изменения электромагнитных свойств окружающей среды (электромагнитного фона). Источниками естественных электромагнитных полей (далее по тексту ЭМП) являются атмосферное элек-

тричество, солнечное и космическое излучения. Естественные изменения электромагнитного фона вследствие существенного изменения солнечной активности, магнитных бурь и других факторов называют *электромагнитными аномалиями* [10].

Научно-технический прогресс привел к тому, что уровень ЭПМ, созданных человеком, в отдельных районах выше среднего уровня естественных полей в сотни раз. В условиях современного города на организм человека оказывают влияние ЭМП, источниками которых являются различные генераторы и антенны радиопередающих устройств, электрифицированные транспортные линии, линии электропередачи, трансформаторы, а также приборы бытовой техники.

Нервная система человека наиболее чувствительна к ЭМП. Также воздействие ЭМП приводит к следующим изменениям в работе организма: нарушению ритма сердечных сокращений и уровня кровяного давления, нарушению электрической активности мозга и возбудимости нервных клеток, нарушению обменных процессов и иммунной активности. Под воздействием ЭМП также изменяется поведение животных, их двигательная активность, ориентация в пространстве и времени, способность к выработке условных рефлексов на различные раздражители. При воздействии ЭМП у человека могут возникать чувственные ощущения — зрительные, слуховые, осязательные, а у животных разнообразные эмоциональные реакции: резкая возбудимость или подавленное состояние, оборонительные реакции или настороженность. Особенно резкие нарушения под действием слабых ЭМП наблюдаются в формирующемся организме — эмбрионе — в период роста и развития. На этих стадиях биологические процессы могут быть не только нарушены, но и полностью подавлены [10].

Тепловое загрязнение связано с выбросом огромного количества тепла в окружающую среду. За 1880–1940 гг. было добыто 50 млрд т так называемого условного топлива ($29,3 \cdot 10^6$ Дж/кг). Это означает, что в атмосферу было выброшено $1,465 \cdot 10^{21}$ Дж тепла, которого достаточно, чтобы растопить 4,8 тыс. км³ льда. Общая площадь снежно-ледяного покрова сократилась к середине предыдущего столетия примерно на 10 %. А это серьезно уменьшило отражательную способность планеты — ее альбедо, вследствие чего температура земной поверхности повысилась. Ежегодно в мире сжигается до 5 млрд т угля и 3,2 млрд т нефти. Это сопровождается ежегодным выбросом в атмосферу около 18 млрд т углекислого газа и выделением $2 \cdot 10^{20}$ Дж тепла. Мощные тепловые электростанции отводят большое количе-

ство тепла с подогретыми сбросными водами в реки, озера, искусственные водохранилища, тем самым влияя на термические и биологические режимы водоема. Локальные вредные воздействия теплового загрязнения на водные поверхности таковы:

1) при повышении температуры воды животным требуется больше кислорода, так как в теплой воде его содержание понижено в связи с меньшей растворимостью;

2) высокая температура благоприятствует замене обычной флоры водорослей на менее желательные сине-зеленые водоросли;

3) повышение температуры воды часто усиливает восприимчивость организмов к токсичным веществам (которые, несомненно, присутствуют в загрязненной воде);

4) температура может превысить критические значения для стенотермных стадий жизненных циклов водных организмов.

Нормы теплового загрязнения определяются допустимым повышением температуры водного объекта. В водоемах питьевого и культурного пользования повышение температуры не должно превышать 3° С в летнее время. В рыбо-хозяйственных водоемах не более 3° С в летний и не более 5° С в зимний периоды. Источниками теплового загрязнения в пределах городских территорий служат подземные газоходы промышленных предприятий металлургического производства (140–160° С), теплотрассы (50–150° С), сборные коллекторы, коммуникационные туннели (35–45° С), туннели метро и другие подземные сооружения (18–25° С).

Радиоактивное загрязнение представляет собой особую опасность для человека и среды его обитания. Радиоактивность — это самопроизвольный распад атомных ядер, приводящий к изменению их атомного номера или массового числа и сопровождающийся излучениями [12].

Все виды радиационного (ионизирующего) излучения разделяются на две группы: электромагнитное (рентгеновское и γ -излучение) и корпускулярное (β и α -излучение — поток частиц).

Рентгеновское излучение. Его источниками являются Солнце (но излучение поглощается земной атмосферой, иначе оно губительно бы действовало на все живое) и медицина (аппараты для диагностики и лечения больных).

γ -излучение (гамма) — сопровождает ядерные реакции и распад многих радиоактивных веществ. Чем меньше длина волны, тем больше энергии и проникающая способность. Данный вид излучения способен пройти через тело человека, преградой для него является бетон, свинец.

β -излучение (бета) — это поток электронов (отрицательно заряженных частиц). Проходят сквозь слой воды толщиной 1–2 см. При внешнем облучении β -частицами на коже человека могут образоваться ожоги. При внутреннем облучении (с пищей, водой, воздухом) происходит внутреннее облучение организма. Для защиты от данного вида излучения достаточно листа алюминия толщиной несколько миллиметров.

α -излучение (альфа) — поток тяжелых, положительно заряженных частиц. α -излучение обладает большой ионизирующей способностью, но проникает в ткани человека на очень маленькую глубину — глубину поверхностного слоя кожи. Защититься можно обыкновенным листом бумаги. Пробег в воздухе не превышает 11 см.

Человеческий организм поглощает энергию ионизирующих излучений. Для характеристики поглощенной энергии используется понятие **поглощенная доза** — это количество энергии, поглощенной облучаемым веществом и рассчитанное на единицу массы этого вещества. Единица поглощенной дозы в Международной системе единиц (СИ) — грей (Гр). $4 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$. Для оценки поглощенной дозы используется также внесистемная единица — рад: $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Дж/кг}$, $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$ [12].

Для оценки радиационной обстановки на местности, в рабочем или жилом помещении используют **экспозиционную дозу**. В СИ единица экспозиционной дозы — кулон на кг — Кл/кг. Но на практике чаще всего используют внесистемную единицу — рентген (Р), $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$.

Поглощенной дозе 1 рад соответствует экспозиционная доза, примерно равная 1 рентген, т. е. $1 \text{ рад} \approx 1 \text{ Р}$.

При облучении живых организмов возникают различные биологические эффекты, разница между которыми при одной и той же поглощенной дозе объясняется разными видами облучения. Поэтому принято сравнивать биологические эффекты, вызываемые любыми ионизирующими излучениями, с эффектами от рентгеновского и γ -излучения. Здесь вводится понятие **эквивалентная доза**. В СИ единица эквивалентной дозы — зиверт (ЗВ). Внесистемная единица — бэр.

Коэффициент, показывающий, во сколько раз оцениваемый вид излучения биологически опаснее, чем рентгеновское и γ -излучение при одинаковой поглощенной дозе, называется коэффициентом качества излучения (К). Для рентгеновского и γ -излучения $K = 1$.

Следовательно, эквивалентная доза определяется произведениями поглощенной дозы на коэффициент качества излучения:

$$1 \text{ рад} \quad K = 1 \text{ бэр}$$

$$1 \text{ Гр} \quad K = 13 \text{ В}$$

Кроме этого, доза ионизирующего излучения тем больше, чем больше время излучения, т. е. доза накапливается со временем. Доза, отнесенная к единице времени, называется мощностью дозы. Так, если сказать, что мощность экспозиционной дозы составляет 1 Р/час, то это означает, что за 1 час облучения человек получит дозу, равную 1 Р [12].

Ионизирующее излучение возникает в результате ядерных превращений радиоактивного распада атомов. Здесь необходимо еще одно понятие: **активность радиоактивного источника**. Активность характеризует число распадов в единицу времени. Чем больше превращений за единицу времени, тем выше активность. В качестве единицы активности принят беккерель (Бк) — один распад в секунду [15].

Радиационное воздействие на человека заключается в нарушении жизненных функций различных органов (кроветворной, нервной, желудочно-кишечного тракта) и развитии лучевой болезни.

Биологическое действие радиации на живой организм начинается на клеточном уровне. Живой организм состоит из клеток. Каждая клетка содержит в себе ядро, основными структурными элементами которого являются хромосомы. В основе строения хромосом лежит ДНК, в которой заключена наследственная информация человека. Отдельные участки ДНК, ответственные за формирование определенного элементарного признака, называются генами или «кирпичиками наследственности». Гены расположены в хромосомах в строго определенном порядке, и каждому организму соответствует определенный набор хромосом в каждой клетке. У человека каждая клетка содержит 23 пары хромосом. При делении клетки (митозе) хромосомы удваиваются и в определенном порядке располагаются в дочерней клетке. Ионизирующее излучение вызывает поломку хромосом, за которыми происходит соединение хромосом в новые сочетания. Это и приводит к изменению генного аппарата и образованию дочерних клеток, неодинаковых с исходными. Если такие поломки происходят в половых клетках, это приводит к мутациям, т. е. появлению у облученных особей потомства с другими признаками.

Но в любой клетке есть непрерывно действующие процессы исправления молекул ДНК. Оказывается, ДНК достаточно устойчива к разрывам: необходимо произвести семь разрушений структуры ДНК, чтобы она уже не могла восстановиться,

т. е. только в этом случае происходит мутация. При меньшем числе разрывов ДНК восстанавливается в прежнем виде.

Когда мутация возникает в клетке, то она распространяется на все клетки нового организма, образовавшиеся путем деления. Эффекты распространения мутации могут быть следующие:

1) соматические — последствия воздействия излучения, сказывающиеся на самом облученном, а не на его потомстве. Повреждения являются результатом воздействия излучения на большой комплекс — коллективы клеток, образующих определенные ткани или органы. Радиация тормозит или полностью останавливает процесс деления клеток и в конце концов может убить клетку. Разрушительное действие излучения особенно заметно проявляется в молодых тканях. Это обстоятельство используется, в частности, для защиты организма от злокачественных (например, раковых опухолей) новообразований, которые разрушаются под действием ионизирующего излучения значительно быстрее доброкачественных клеток. К соматическим эффектам относят локальное повреждение кожи (лучевой ожог), катаракту глаз (помутнение хрусталика), повреждение половых органов (кратковременная или постоянная стерилизация);

2) генетические — данные эффекты обнаружить трудно, так как они действуют на малое число клеток и имеют длительный скрытый период. Большинство мутаций проявляется только в том случае, когда зародыш получает от обоих родителей хромосомы, поврежденные одинаковым образом.

Орган (ткань, часть тела), облучение которого в условиях неравномерного облучения организма может причинить наибольший ущерб здоровью данного человека или его потомства, называют **критическим**. У органов человека совершенно разная чувствительность к радиации, или радиочувствительность. В порядке убывания радиочувствительности критические органы относят к 1, 2 или 3-й группам. При сравнительно равномерном облучении организма ущерб здоровью определяют по уровню облучения всего тела, что соответствует первой группе критических органов. Также к ней относят половые органы и костный мозг. Во вторую группу критических органов входят мышцы, щитовидная железа, жировая ткань, печень, почки, селезенка, желудочно-кишечный тракт, легкие, хрусталики глаз. Третью группу критических органов составляют кожный покров, костная ткань, кисти рук, предплечья, голени и стопы.

Нуклидом называют ядра элементов с данным числом нуклонов ($A_n = Z + N$; где Z — число протонов, N — число нейтронов) и данным зарядом (Z) ядра. Из 2276 нуклидов,

известных в настоящее время, стабильными являются 271. Остальные нуклиды (радионуклиды) претерпевают превращения путем одного или нескольких последовательных распадов, которые сопровождаются испусканием частиц с последующим превращением в стабильные нуклиды.

Промежуток времени, в течение которого распадается половина количества радиоактивного нуклида, называется периодом полураспада $T_{1/2}$. Радионуклиды, известные в настоящее время, характеризуются значениями $T_{1/2}$ в диапазоне от 10^{-7} до 10^{10} лет.

Ниже приведены свойства наиболее часто встречающихся радионуклидов.

Цезий-137 (^{137}Cs — период полураспада 30 лет) и Цезий-134 (^{134}Cs — период полураспада 2 года): испускают β - и γ -излучение. Их химические свойства подобны свойствам калия: они способны замещать калий во всех клетках, особенно в мускульной массе (биологический период полувыведения около двух месяцев).

Йод-131 (^{131}I — период полураспада 8 суток) испускает β - и γ -излучение. Непрерывно образуется и распадается в работе реактора. Потребляется и усваивается жвачными животными, частично переходит в молоко и может накапливаться в щитовидной железе человека, вызывая нарушение в ее работе. Щитовидная железа — одна из желез внутренней секреции, расположена в передней части шеи. Ее функциями являются: регуляция процессов роста и развития организма, частоты сердечных сокращений, психических процессов. Нарушение деятельности щитовидной железы на ранних стадиях (эмбрион или раннее детство) может привести к тяжелому заболеванию — кретинизму, который проявляется в задержке роста и полового созревания, нарушении деятельности мозга, что сказывается в торможении психического развития. Характерными проявлениями кретинизма являются маленький рост, нарушения пропорций тела, открытый рот, большой высунутый язык. У взрослых развивается заболевание микседема — снижение температуры тела, замедление сократительной деятельности сердца: больные становятся апатичными, малоэмоциональными, медлительными [12].

Калий-40 (^{40}K — период полураспада 1,3 млрд лет) испускает β - и γ -излучение. Встречается в естественном виде в природе и замещается вместе со стабильным калием во всех растениях и животных.

Углерод-14 (^{14}C — период полураспада 5500 лет) испускает β -излучение. Встречающийся в природе естественный ра-

диоактивный изотоп углерода используется, в частности, для определения возраста археологических материалов.

Криптон-85 (^{85}Kr — период полураспада 10 лет) испускает β -и γ -излучение. Тяжелый благородный газ. Как важный продукт распада входит в состав «остывающего» топливного элемента. Когда тепловыделяющие элементы вскрывают для переработки, криптон-85 может легко выделиться и тем самым увеличить фон облучения.

Плутоний-239 (^{239}Pu — период полураспада 24 000 лет) испускает β -излучение. Элемент с химически токсичным действием.

Радий-226 (^{226}Ra — период полураспада 1600 лет). Испускает α -, β -частицы и γ -излучение, при его распаде образуется радон-222.

Радон-222 (^{222}Rn — период полураспада 3,8 суток). Благородный газ, испускающий γ -излучение. Непрерывно образуется в некоторых горных породах. Представляет опасность в шахтах и жилищах на богатых ураном грунтах или построенных из материалов с высоким содержанием радия.

Стронций-90 (^{90}Sr — период полураспада 29 лет). Испускает β -частицы. Металл, обладающий свойствами, подобными свойствами кальция [12].

Биологическое загрязнение. Биологическое загрязнение может быть природным или вызванным деятельностью человека. Оно проявляется через проникновение в эксплуатируемые системы и технологические устройства чуждых растений, животных и микроорганизмов. Разновидностью биологического загрязнения является микробиологическое (бактериологическое) загрязнение. Особенно сильно загрязняют среду предприятия, производящие ферменты, антибиотики, вакцины, сыворотки, биоконцентраты [10].

Также к источникам биологического загрязнения можно отнести сточные воды пищевой и кожевенной промышленности, бытовые и промышленные свалки, кладбища, канализационную сеть и др. Из этих источников разнообразные организмы попадают в почву, горные породы и подземные воды. По данным санэпидстанций, патогенные кишечные палочки обнаруживаются в подземных водах на глубине 300 м от поверхности земли [2].

К биологическому загрязнению также можно отнести преднамеренную и случайную интродукцию видов, чрезмерную экспансию живых организмов, т. е. введение в культуру дикорастущих растений и распространение животных за пределы естественного ареала.

3.2. Характеристика основных источников загрязнения, их воздействие на окружающую природную среду

Топливо-энергетический комплекс и его воздействие на окружающую среду. В топливо-энергетический комплекс (далее по тексту ТЭК) входят предприятия по добыче, производству, транспортированию и преобразованию энергетических ресурсов [16].

Доля производства электроэнергии станциями России на сегодняшний день составляет: тепловые электростанции (далее по тексту ТЭС) — 68 %; гидроэлектростанции (далее по тексту ГЭС) — 18 %; атомные электростанции (далее по тексту АЭС) — 12 %; другие — 2 %.

По масштабам и силе воздействия на окружающую среду топливо-энергетический комплекс занимает одно из ведущих мест. В районах, где сосредоточены предприятия ТЭК, наблюдается значительное загрязнение воздуха пылью, сажей, оксидами азота, углерода и серы. При сжигании многих видов топлива в атмосферу попадают также аэрозоли тяжелых металлов, таких как ртуть, кадмий, свинец, радионуклиды.

Необходимо отметить, что на всех стадиях работы ТЭК (добыча, переработка, производство, транспортировка) наблюдается сильное отрицательное воздействие на окружающую среду.

Тепловые электростанции. ТЭС, работающие на угле, являются крупными загрязнителями окружающей среды. Проблема загрязнений от ТЭС на сегодняшний день довольно актуальна, т. к. большее их количество по России до сих пор не снабжены эффективными системами очистки.

Началом цепочки загрязнений от ТЭС является добыча угля. При разработке угольных месторождений извлекаемая горная масса содержит в среднем 40 % угля. Остальное — попутные породы, образующие на поверхности отвалы. В состав отвалов часто входят солесодержащие и серосодержащие породы, опасные для растений. Помимо этого на поверхность земли из шахт и разрезов откачивается большое количество загрязненных подземных вод, поскольку на пути горных выработок встречаются водоносные горизонты. В большинстве случаев эти воды без надлежащей очистки сбрасываются в открытые водотоки (а здесь необходимо вспомнить о большой концентрации солей подземных вод, и степень их концентрации исключает жизнь). По Кузбассу объемы шахтно-рудничных вод

составляют от 200 до 300 млн м куб. в год. А нормативную очистку сточных вод совершают только 38 % всех очистных сооружений [13].

Воздействие на окружающую среду процессов угледобычи зависит от способа добычи. Существует два основных способа добычи угля: шахтный и открытый. При шахтной добыче угля основным фактором воздействия являются газопылевые выбросы, прежде всего метан и углекислый газ (газовая составляющая). В самой шахте всегда есть опасность воспламенения пылегазовой смеси (смесь угольной пыли с метаном). Более интенсивным воздействием на окружающую среду обладает открытая добыча угля. Уже при бурении скважин в атмосферу выбрасывается до 2,2 г/с пыли. Погрузка сухой горной массы сопровождается выделением пыли со скоростью до 8 г/с. Однако самый крупный источник пыли — автомобильные дороги, по которым идет транспортировка угля: это до 90 % всех выбросов пыли. Открытая добыча угля ведет к значительным потерям земельных угодий, нарушениям ландшафта.

Основная часть нарушенных угольными разработками земель приходится на Кузнецкий угольный бассейн, месторождения Восточной Сибири и Дальнего Востока, где добыча осуществляется преимущественно открытым способом.

Процессы добычи угля и его сжигания на ТЭС более всего воздействуют на атмосферу. В структуре экономического ущерба от комплексного воздействия на природную среду угольного разреза и крупной ТЭС ущерб от загрязнения атмосферы составляет около 80 %, от загрязнения воды и почвы — 10 %.

Основными загрязнителями атмосферы при работе ТЭС являются оксиды серы, азота и углерода, а также твердые частицы (зола, пыль) и другие соединения.

Твердые частицы (зола и шлаки) концентрируют в себе множество элементов, являющихся и вредными, и полезными. «Полезность» состоит в том, что золы по составу приближаются к рудам, имеющим промышленное значение: по содержанию алюминия, титана, меди, ванадия, рубидия и др. «Вредность» состоит в том, что многие твердые частицы являются канцерогенными веществами. Они проникают в дыхательные пути, вызывают раздражение слизистой оболочки и отравление всего организма [13].

Атомные электростанции (АЭС) фактически являются тепловыми электростанциями, на которых вместо угля или нефтепродуктов «сжигается» ядерное топливо. Генератором энергии на АЭС является атомный реактор, в котором протекает

управляемая цепная реакция деления тяжелых атомных ядер, по преимуществу обогащенного урана ^{235}U и плутония ^{239}Pu [1].

При работе АЭС выбросов практически нет (тепловое загрязнение воды — ее используют в качестве охладителя). Основная опасность возникает при авариях и нарушениях технологических режимов, при этом наблюдается радиационное загрязнение окружающей среды.

Есть свои сложности с захоронениями отходов (отработанное топливо, теплоноситель вода при замене или нарушении герметичности трубопроводов, дезактивационные растворы, детали и узлы реакторного оборудования по окончании срока службы. Пока что отходы в герметичных контейнерах сбрасывают в глубины морей, в выработанные шахты, помещают в глубоких пещерах. Но такой способ захоронения отходов не надежен.

Для обеспечения максимальной безопасности необходимо соблюдение особых условий. Породы, вмещающие радиоактивные отходы, должны служить барьером, исключающим возможность миграции отходов. Сами породы должны находиться в устойчивых геологических формациях по возможности крупных размеров. Перед захоронением отходы должны быть отверждены (например, остеклены) с тем, чтобы максимально снизить риск загрязнения подземных вод.

Как отмечено в межведомственной комиссии по экологической безопасности Совета Безопасности России, в нашей стране до сих пор не создана система захоронения радиоактивных отходов, образующихся на АЭС, предприятиях и судах с ядерными энергоустановками.

В последнее время актуальна тема загрязнения Мирового океана радиационными отходами (далее по тексту РАО). Известно, что в океане фактически браконьерским способом было затоплено не менее 12 тыс. контейнеров с РАО. Контейнер — это металлический барабан, в который упаковывается около 200 л отходов и заливается бетоном. Известно, что коррозия в морской воде способна разьесть такой контейнер за несколько десятков лет (примерно 30 лет). Несомненно, что в настоящее время уже идет такая утечка.

Конечно, основным поставщиком радиоактивных отходов является **военно-промышленный комплекс**. Повсюду, где размещены военные объекты и где происходит накопление РАО, возникает острая нехватка технических и финансовых средств для организации надежного хранения и захоронения отходов. Скорость накопления РАО явно опережает технические воз-

возможности по их нейтрализации. Полигон «Северный» в районе закрытого города Красноярск-26 (г. Железногорск) предназначен для захоронения жидких РАО — отходов военного производства. Жидкие РАО закачиваются под землю в водоносные песчано-глинистые горизонты. Закачка отходов продолжается уже 30 лет. Хранилище заполнено до предела: это миллионы кубометров РАО. Расположен полигон в долине Енисея (от границы полигона до реки расстояние примерно 750 км), на террасе, приподнятой над урезом воды примерно в 100 м. Гарантий, что РАО не попадут в Енисей, нет. Тем более что полигон «Северный» находится в зоне региональных тектонических разломов с повышенной сейсмической активностью. Жидкие РАО перекачиваются на полигон по трубопроводу длиной 15 км. Причем каждые 100–150 м расположены монтажные колодцы, которые может открыть любой человек.

Вода из Енисея использовалась для охлаждения активных зон реакторов, вырабатывающих оружейный плутоний для начинки ядерных боезарядов. После использования вода сбрасывалась обратно в Енисей. Это продолжалось более 30 лет. В донных отложениях накопилось много плутония. Период полураспада плутония составляет 24 тыс. лет. А это значит, что река будет загрязнена 240 тыс. лет (10 периодов полураспада). Радионуклиды обнаружены в рыбе на многие сотни километров по течению от Красноярска-26. Ныне радионуклидами загрязнены многие места на Енисее. Радионуклиды обнаружены в рыбе на многие сотни километров ниже по течению Красноярска-26. Радиоактивное загрязнение городских поселений становится обычным делом. Это относится не только к Красноярску-26, но и Челябинску-70 (г. Снежинск). В отдельных местах в Снежинске находятся радиоактивные источники с мощностью 58 000 мкР/ч. В полутора метрах от игровой площадки детского сада был обнаружен источник в 385 мкР/ч. В Чернобыле в местах с фоном в 30 мкР/ч жители подлежали отселению. Правда, потом эту «дозу» удвоили. Так или иначе, допустимый уровень радиоактивного фона не превышает 100 мкР/ч.

Гидроэлектростанции. В настоящее время по всему миру придается огромное значение ГЭС. Использование текущей воды дает определенные экономические преимущества: трудовые затраты на единицу мощности на ГЭС почти в 10 раз меньше, чем на ТЭС.

В работе гидроэлектростанций есть и положительные, и отрицательные моменты. Из отрицательных можно перечислить следующие:

1) вредное воздействие на грунт: идет фильтрация воды в берега и дно (грунт размокает) — как следствие этого переформируется береговая линия, а это сопровождается обвалами и оползнями;

2) в водохранилищах идет накопление вредных веществ, в частности сульфатов и нитратов, при смыве почв с сельскохозяйственных;

3) высокогорные водохранилища являются потенциально опасными инженерными сооружениями, т. е. вследствие прорыва плотины (по причине землетрясения или оползня) может произойти сброс огромных масс воды в долину, что повлечет за собой большой ущерб;

4) затопление сельскохозяйственных земель;

5) негативное воздействие на рыбное хозяйство. Известно, что во внутренних морях воспроизводится огромное количество рыб: более 90 % осетровых и более 60 % лососевых. А в данном случае пути миграции проходных рыб на нерестилища нарушаются гидроузлами.

Положительными сторонами работы ГЭС являются следующие:

1) возобновимость гидроресурсов (экономия органического топлива);

2) атмосфера не подвергается загрязнению;

3) водохранилища — это искусственные накопители воды, следовательно, в засушливых районах вода используется на бытовые нужды;

4) в последнее время на территории водохранилищ создаются зоны отдыха, спортивные базы, курорты;

5) на современном уровне в гидроэнергетическом строительстве применяются рыбопропускные сооружения, действующие в период миграционных процессов (для сохранения естественного воспроизводства) [13].

Нетрадиционные источники получения энергии. К нетрадиционным источникам получения энергии относятся солнечная энергия, энергия ветра, геотермальная энергия, органические отходы, энергия приливов и др.

Солнечная энергия. Если взять энергию всех запасов ископаемого топлива, то она будет равна энергии Солнца, приходящей всего за 22 дня. Но использовать ее не так просто. Здесь очень важна роль географического положения: широта местности (угол падения солнечных лучей), время года, климат.

Получение энергии от Солнца называется гелиоэнергетикой. При получении энергии таким способом солнечное из-

лучение сначала улавливается приемниками (гелиостатами), затем тепло передается жидкому или газообразному теплоносителю. В дальнейшем тепловая энергия преобразовывается в электрическую энергию.

Конечно, и в этом виде получения энергии есть свои минусы. Гелиостат занимает огромную территорию по площади — около 40 000 м², кроме этого, он постоянно загрязняется пылью, атмосферные осадки вызывают коррозионные процессы и т. д.

Геотермальная энергия. Ресурсы геотермальных источников состоят из запасов на Земле теплоты термальной воды с температурой 150–200°, нагретых газов и паров, теплоты горных пород и вулканической теплоты. При естественных процессах эта теплота передается через извержения вулканов, действия гейзеров или через верхние слои литосферы. Тепловая энергия может быть доставлена через пробуренные в земле скважины в виде горячей воды или пара, которые используются человеком для своих нужд.

Известно примерно 50 бассейнов горячих вод с температурой 70–200° во многих частях света: на Крайнем Севере, Камчатке, в Средней Азии, Закавказье, Крыму и на Северо-Востоке.

Развитие промышленного использования термальных вод осуществляется в преобразовании тепловой энергии в электрическую, а также для теплоснабжения. В настоящее время во всем мире эксплуатируется более 20 геотермальных теплоэлектростанций (далее по тексту Гео ТЭС). На Камчатке действуют две Гео ТЭС: Паужетская и Паратунская.

Положительным свойством геотермальной энергии является ее независимость от времени года, суток и метеорологических условий.

Отрицательные экологические последствия тоже имеются. На поверхность выводятся высокоминерализованные высокотемпературные потоки, содержащие вредные газы и растворенные химические вещества — соединения ртути, серы, мышьяка, пары сероводорода, метана, углекислого газа.

После сброса отработанной воды примеси аккумулируются рыбой и через цепи питания могут попадать в организм человека. Кроме этого, отработанные воды изменяют температурный режим водоемов.

Перспективным является метод эксплуатации геотермальных вод с полным или частичным возвратом отработанной воды в продуктивный пласт, т. е. подземная циркуляционная система. При таком методе исключается химическое и тепловое загрязнение водоемов сбросными геотермальными водами [1].

Металлургический комплекс и его воздействие на окружающую среду. В металлургический комплекс входят добыча руд из недр и их предварительная обработка, выплавка металлов, проведение различных видов обработки металлов и их сплавов для придания им требуемых свойств [16].

Большинство металлов, с которыми мы встречаемся в природе, находятся в окисленном состоянии и включены в состав карбонатных, сульфидных и прочих соединений. В исходном сырье (руда) эти соединения, кроме того, находятся в смеси с другими, так называемыми пустыми породами. Очень часто в руде находятся не один, а несколько ценных металлов; но не всегда экономически выгодно одновременно извлекать из руды все эти металлы.

Известно около 80 металлов, наиболее распространенных в производственной деятельности, — железо, алюминий, никель, хром, вольфрам. Имеется группа драгоценных металлов — золото, серебро, платина.

Металлы и полученные из них сплавы разделяют на черные и цветные. К черным металлам относят железо и его сплавы (около 95 % металлопродукции, производимой в металлургическом комплексе, относится к черным металлам), практически все остальные металлы составляют группу цветных металлов.

Металлургия — это ресурсоемкое производство. Чтобы получить 1 т чугуна, требуется переработать около 4 т сырой руды. Добыча железной руды ведется, как правило, открытым способом, что приводит в негодность огромные массивы земель. Район Курской магнитной аномалии представляет собой в настоящее время безжизненную пустыню.

Даже если металлы попадают в воду в незначительном количестве, они представляют серьезную опасность, концентрируясь в донных осадках и живых организмах. Например, планктон способен концентрировать свинец в 12 000 раз больше по сравнению с фоновым содержанием, кобальт — в 16 000 раз, медь — в 90 000 раз. Гребешки концентрируют медь в 3000 раз больше, кадмий — в 2 млн раз; устрицы — медь в 13 000 раз, кадмий — в 300 000 раз.

В донных осадках содержание различных металлов возрастает по сравнению с водой в 100–800 раз.

Если в воде присутствует одновременно несколько металлов, то их токсичность не всегда суммируется. Токсичность может вести себя следующим образом: она может суммироваться (аддитивность), усиливаться (синергетизм), ослабляться (антагонизм) [14].

Например, смесь меди и цинка обладает синергетическими характеристиками: ее токсичность возрастает в 5 раз по сравнению с суммарным (аддитивным) действием этих компонентов. Так же действует сочетание цинка и никеля. А смесь цинка с кадмием действует аддитивно.

На сегодняшний день наблюдается рост металлопроизводства, т. к. металл сохраняет доминирующее положение как конструктивный материал (несмотря на появление новых материалов, таких как пластмассы, керамика и др.).

Современное металлургическое производство оказывает сильное воздействие на окружающую среду: в окружающую среду в огромных количествах поступают пыль, оксиды углеродов, сера, сероводород, оксиды азота, фенолы, синильная кислота и др. На долю черной металлургии приходится 15–20 % промышленных загрязнений атмосферы. В районах расположения крупных металлургических комбинатов эта доля возрастает до 50 %. В среднем на 1 млн т готовой продукции черной металлургии в сутки выделяется в атмосферу 350 т пыли, 200 т сернистого ангидрида (SO_2), 400 т оксида углерода (CO), 42 т оксидов азота (N_xO_y).

В России флагманами в деле загрязнения окружающей природной среды на сегодняшний день выступают Новолипецкий металлургический комбинат (его доля в валовом объеме выбросов вредных веществ составляет 91,1 %) и Магнитогорский металлургический комбинат (в Челябинской области на его долю приходится 25,2 % всех выбросов). Черная металлургия является очень водоемким производством: 15 % общего водопотребления приходится на черную металлургию. 70 % сточных вод с предприятий черной металлургии относится к «условно-чистым», так как имеют только повышенную температуру, а 30 % загрязнены различными примесями.

Химическая промышленность представлена предприятиями горно-химической и основной химии, нефтехимическим и нефтеперерабатывающими заводами, предприятиями по производству удобрений. Все эти предприятия в той или иной мере оказывают вредное воздействие на окружающую среду. Загрязнение окружающей среды химическими веществами было подробно рассмотрено выше.

Транспортный комплекс. В автомобильных двигателях внутреннего сгорания в мире ежегодно сжигается около 2,5 млрд т нефтяного топлива. При этом коэффициент полезного действия в среднем составляет 23 %, остальные 77 % уходят на обогрев окружающей среды. Автотранспорт выбрасывает огромное количество загрязняющих веществ. Особенно тя-

желая экологическая ситуация в России сложилась в Москве, Санкт-Петербурге и других крупных городах. Автомобильным транспортом в воздух выделяется 95 % оксида углерода, 65 % углеводородов и 30 % оксидов азота. 30 % заболеваний горожан связано с выхлопными газами.

Топливо сгорает в камере при взаимодействии с кислородом воздуха. Этот процесс сопровождается выделением тепла, которое и преобразуется в работу. Воспламенение и сгорание бензиновоздушной смеси (горючей смеси) длится тысячные доли секунды, и к такому процессу она недостаточно хорошо приспособлена: в смеси остаются газы от предыдущего цикла, препятствующие доступу кислорода к частицам топлива. В результате не все топливо окисляется до конечных продуктов.

Автомобиль загрязняет воздух не только токсичными компонентами отработанных газов, но и продуктами износа шин и др. В водоемы и на почву попадают топливо и масла, моющие средства вода после мойки. В настоящее время в городах с большим количеством автомобилей предельно допустимая концентрация некоторых веществ превышает норму: углекислый газ — в 3 раза, формальдегид — в 4 раза, свинец — в 2 раза, бенз(а)пирен — в 2 раза. Эти вещества сильно ухудшают здоровье горожан. Например, формальдегид сильно влияет на сердечно-сосудистую систему (при большой концентрации возможны летальные исходы), при отравлении формальдегидом наблюдаются слезотечение, жжение в груди, насморк, кашель [14].

Лесной комплекс представлен предприятиями лесозаготовительной промышленности, целлюлозно-бумажного производства, мебельными комбинатами и т. д. Растительный мир — это компонент биосферы, способный создавать органическое вещество: фактически это главнейший источник, который обеспечивает жизнь всех существ, населяющих Землю, в том числе человека. Лес — это совокупность земли, древесной, кустарниковой и травянистой растительности, животных, микроорганизмов, биологически взаимосвязанных между собой и оказывающих друг на друга воздействие. На сегодняшний день основная проблема в лесной промышленности — нерациональная вырубка леса. Так как все растения и животные в лесу взаимосвязаны, то рубка приводит не только к сокращению лесов, но и к исчезновению многих видов растений подлеска и животных организмов. Сокращается генетическое разнообразие экологических систем, исчезли целые семейства растений и отдельные виды животных. Скорость исчезновения видов животных и растений в 5000 раз превосходит естественный ход эволюции.

Агропромышленный комплекс (далее по тексту АПК). Основные стороны воздействия АПК на окружающую среду выражаются в следующем: загрязнение земель различными химическими веществами (пестициды и удобрения), деградация земель и как следствие — низкая урожайность, микробиологическое загрязнение почв, воды и др.

В начале 50-х гг. началась глобальная экономическая, экологическая и социальная экспансия (расширение) — освоение целинных и залежных земель. За два-три года в Сибири, на Дальнем Востоке, Урале, Поволжье и Казахстане были распашаны гигантские территории. В начале 50-х гг. стране был нужен «быстрый хлеб». Встал вопрос: куда направлять ресурсы и капитальные вложения? Принято решение: быстро распашать новые земли и за несколько лет получить большой прирост зерна. Были некоторые сомнения в принятии и осуществлении такого решения. Но в который раз в нашей стране победила логика «громадьа», гигантских проектов, которая спустя десятилетия привела к колоссальным потерям во многих районах — Аральское море, деградация огромных территорий и т. д.

Во время освоения целинных и залежных земель не получили достаточного обоснования размеры распашки. В самые первые годы в оборот было вовлечено больше земель, чем планировалось. Освоение новых земель проходило не комплексно: быстрый рост распашки земель сочетался с нехваткой уборочной техники, бездорожьем и крайне малыми объемами хранилищ для зерна. Все это привело к огромным потерям зерна. Даже в конце 80-х, когда насыщенность уборочной техникой и инфраструктурой повысилась многократно по сравнению с 50–60 гг., все равно во многих целинных районах терялась половина урожая [14].

В настоящее время в сельском хозяйстве есть еще одна проблема: низкая урожайность на новых землях. Причина этого — низкое природное плодородие: если в первые целинные годы за счет больших запасов питательных веществ в почве удавалось получить высокие сборы зерна, то по прошествии времени урожаи сильно оскудели. Из почвы вместе с урожаями постоянно выносились питательные вещества, а вносимые минеральные и органические удобрения недостаточно их компенсировали.

Еще одна из проблем АПК — это микробиологическое загрязнение вод. Микробиологическое загрязнение вод — это загрязнение вод болезнетворными бактериями и вирусами. Они попадают в водоемы со сточными водами с предприятий жи-

вотноводческих комплексов. К наиболее распространенным водным инфекциям относятся холера, дизентерия, брюшной тиф. Также установлено, что с загрязнением воды могут быть связаны вспышки инфекционного гепатита, некоторые гельминтозы (аскаридоз, эхинококкоз и др.). В южных странах с загрязненной водой связано такое широко распространенное паразитарное заболевание, как *шистосоматоз*. По примерным оценкам, шистосоматозом в мире страдает свыше 200 млн чел.

В случае шистосоматоза роль промежуточного хозяина выполняют водные улитки. Внутри них происходит развитие личинок гельминтов (шистом) с последующим продуцированием и периодическим выбрасыванием в водную среду церкарий (продукты деления личинок). Церкарии способны проникнуть сквозь кожу человека при работе на рисовых полях, во время рыбной ловли, при купании, стирке, мытье посуды и др. Пройдя ряд стадий в организме человека, церкарии превращаются в гельминтов, которые поселяются в венозной системе тазовых органов. Яйца гельминтов, обладающие жесткой оболочкой, способны повреждать стенки кишечника, мочевых путей и мочевого пузыря. Болезнь может поразить также селезенку и печень [14].

Пищевая промышленность. Не секрет, что в мире, и в частности в нашей стране, многие продукты питания не соответствуют общепринятым нормам. То, что мы едим, зачастую содержит недостаточное количество питательных веществ, витаминов и микроэлементов. Развитие пищевой промышленности, изобретение новых упаковочных материалов существенно увеличивают срок хранения скоропортящихся продуктов. Обработанные специальными пищевыми добавками продукты могут храниться еще дольше. Производители утверждают, что эти добавки совершенно безвредны. Но всегда есть риск, что люди со слабым здоровьем, астматики, аллергики и маленькие дети могут пострадать от химически обработанной пищи. Покупая нежно-розовые сосиски, колбасу, ветчину, йогурты, фруктовые соки, желе и варенья, обратите внимание на буквы и цифры на упаковках и этикетках. Вы имеете право знать, что покупаете и какие последствия может вызвать та или иная «безвредная» пищевая добавка.

Е 102 — тартразин — желтый или оранжевый краситель, широко применяется в производстве напитков, мясных продуктов, копченой рыбы, соусов и кондитерских изделий; у детей может вызвать гиперактивность, плохо переносится астматиками и людьми, страдающими повышенной чувствительностью к аспирину.

Е 104 — желтый хинолин — добавляется в раствор при изготовлении копченой рыбы; может вызвать гиперактивность у детей.

Е 110 — желтый закат — используется в шоколадных и апельсиновых напитках, суповых и десертных концентрациях; плохо переносится людьми, страдающими повышенной чувствительностью к аспирину, вызывает повышенную возбудимость у детей.

Е 120 — кошениль — натуральный краситель, получаемый из яичного желтка; почти безвреден, у детей может вызвать гиперактивность, опасен, если у Вас аллергия на желток.

Е 122 — кармуазин — красный краситель для фруктовых десертов и джемов, соусов и суповых концентратов; плохо действует на астматиков, легковозбудимых детей и людей, плохо переносящих аспирин.

Е 124 — понцея — красный краситель, используется в мясных паштетах и желе; следует быть осторожными астматикам и тем, кто не переносит аспирин.

Е 127 — эритрозин — красный краситель для приготовления консервированных продуктов, десертов, печенья, ветчины и изделий из свинины; не рекомендуется детям с повышенной возбудимостью [17].

Е 131 — синий V — используется при консервировании овощей; опасен для страдающих астмой, аллергией, непереносимостью аспирина и для детей.

Е 132 — индиго-кармин — краситель для мясных продуктов; опасен для страдающих астмой, аллергией, непереносимостью аспирина и для детей.

Е 133 — бриллиантовый синий — используется в чипсах и при консервировании зеленого горошка; почти безвреден, повышает возбудимость у детей.

Е 151 — черный PN — участвует в приготовлении фруктовых соусов, не рекомендуется для легковозбудимых детей.

Е 413 — трагакант — эмульгатор, стабилизатор и сгуститель плавленых сыров; опасен для тех, кто страдает от аллергии.

Аллергенами являются также: Е 230–232, Е 239, Е 311–313.

Содержат холестерин и вызывают болезни печени и почек: Е 171–173, Е 320–322.

Могут вызвать заболевания желудочно-кишечного тракта: Е 221–226, Е 320–332, Е 338–341, Е 407, Е 450, Е 461–466.

Запрещены в Европе и Америке, так как могут вызвать злокачественную опухоль: Е 103, Е 105, Е 121, Е 123, Е 125, Е 126, Е 130, Е 131, Е 142, Е 152, Е 210, Е 211, Е 217, Е 240, Е 330, Е 447.

В России не прошли испытаний: Е 103, Е 107, Е 125, Е 140, Е 153–155, Е 160d, Е 160f, Е 166, Е 173–175, Е 180, Е 182, Е 209, Е 213–219, Е 225–228, Е 230–233, Е 237, Е 238, Е 241, Е 263, Е 282, Е 283, Е 302, Е 303, Е 305, Е 308–314, Е 314, Е 318, Е 323–325, Е 328, Е 329, Е 343–345, Е 349–352, Е 355–357, Е 359, Е 365–368, Е 370, Е 375, Е 381, Е 384, Е 387–390, Е 399, Е 403, Е 408, Е 409, Е 418, Е 419, Е 429–436, Е 441–444, Е 466, Е 462, Е 463, Е 465, Е 467, Е 474, Е 476–480, Е 482–489, Е 491–496, Е 505, Е 512, Е 519, Е 521–523, Е 535, Е 537, Е 538, Е 542, Е 550, Е 554–557, Е 559, Е 560, Е 574, Е 576, Е 577, Е 580, Е 622–625, Е 628, Е 629, Е 632–635, Е 640, Е 641, Е 906, Е 908, Е 909–911, Е 913, Е 916–919, Е 922, Е 923, Е 924 b, Е 925, Е 926, Е 929, Е 943 a, Е 943 b, Е 944–946, Е 957, Е 959, Е 1000, Е 1001, Е 1105, Е 1503, Е 1521.

Запрещены в России: Е 121 — краситель цитрусовый красный; Е 123 — краситель красный амарант; Е 240 — консервант «формальдегид» [17].

Производство утилизации бытовых и промышленных отходов. Все отходы разделяются на бытовые и промышленные, каждые в свою очередь делятся на жидкие, твердые и газообразные. Количество бытовых отходов в расчете на одного человека увеличивается в год примерно на 2 %. В последние годы возросло количество опасных (токсичных) отходов, которые способны вызывать отравление или иное поражение живых существ. К ним относятся, прежде всего, различные ядохимикаты, не использованные в сельском хозяйстве, отходы промышленных производств.

Особо острым является вопрос о так называемых «химических ловушках» — давно забытых захоронениях опасных отходов, на которых построили жилые дома и другие объекты. Они со временем дают о себе знать, в частности, появлением необычных заболеваний среди населения.

Твердые бытовые отходы. Человек не может жить, не оставляя после себя твердых бытовых отходов (далее по тексту ТБО). В среднем принято считать, что на одного жителя накапливается 250 кг мусора в год.

Проблема удаления ТБО особенно остро стоит в крупных городах (мегаполисах) с населением 1 млн жителей и более [6].

По составу ТБО состоят из: бумага и картон — 37 %; кухонные отходы — 30,6 %; дерево — 1,9 %; кожа и резина — 0,5 %; текстиль — 5,4 %; полиэтилен — 5,2 %; кости — 1,1 %; металлы — 3,8 %; стекло — 3,7 %; камни, керамика — 0,8 %; прочие фракции — 9,9 %. В последние годы в составе ТБО существен-

но уменьшилась доля пищевых отходов, кожи, резины, стекла и значительно возросла доля упаковочных материалов (бумага, картон, полиэтилен).

На сегодняшний день сортировка ТБО на предмет извлечения полезных компонентов и их использования как вторичного сырья практически не производится.

Первый этап очистки территории от мусора — это сбор мусора, для чего в домах устанавливают мусоропроводы или мусорные контейнеры. Для облегчения переработки и вторичного использования бытового мусора американский изобретатель М. Шанцис предлагает устроить в многоэтажных домах мусоропровод с сортировкой. Для этого у нижнего конца трубы мусоропровода надо поставить нечто вроде карусели с мусорными контейнерами, а у каждой дверцы на этажах — панель управления, с помощью которой над отверстием трубы можно подставить контейнер, например, для бумаги или стекла (рисунок). Когда на одном этаже дверцу открывают, на всех остальных дверцы блокируются, чтобы не поступали противоречивые команды. Специальный пресс уплотняет мусор в контейнерах.

Опыт Германии по удалению ТБО. В Германии возле каждого дома стоят контейнеры разного цвета: серые, желтые, синие, красные. В зависимости от цвета контейнера мусор в них погружают тоже разный: например, в серые — пищевые отходы, в синие — бумагу, в красные — стекло и т. д.

Ежеквартально разрешается устраивать возле дома грандиозные свалки. Прежде чем их заберет машина, вещи обычно «перераспределяются». Такие свалки вырастают в микрорайонах согласно графику, составленному городским советом. Мебель, посуда, велосипеды выставляются на улицу за 8 часов до приезда машины. Но случается, что машине и вывезти нечего — вещи разбирают те, кто хочет их в дальнейшем использовать [14].

Одежду, которая еще может пригодиться, собирают благотворительные организации. Ее выставляют перед домом в специальных пакетах, которые накануне каждый домовладелец находит в своем почтовом ящике. С той же целью в некоторых районах выставляют приемные контейнеры для старой обуви [1].

Основными методами переработки ТБО являются: метод захоронения (полигоны), термический метод (сжигание), новый метод — биотехнологический (с получением биогаза, биотоплива и удобрений).

Данные по соотношению технологий переработки ТБО развитыми странами предоставлены в табл. 3.2.

Полигоны свалки (рис. 8). Место для полигона должно быть из глинистого грунта, в который в течение 20–25 лет можно складировать отходы

Таблица 3.2

Соотношение технологий переработки ТБО в развитых странах (%)

Технологии переработки	США	Англия	Франция	Германия	Япония	Средние данные
Полигоны — свалки	84	90	55	78	57	74,7
Термический метод	15	9	35	20	40	23,1
Переработка в удобрения	—	1	10	2	2	1,4
Прочие методы	1	—	—	—	1	0,8

В течение суток отходы вывозят на одну площадку полигона и уплотняют бульдозерами послойно до двухметровой высоты. На следующий день отходы вывозят на другую площадку, а предыдущую укрывают изолирующим слоем грунта толщиной 0,25 м.

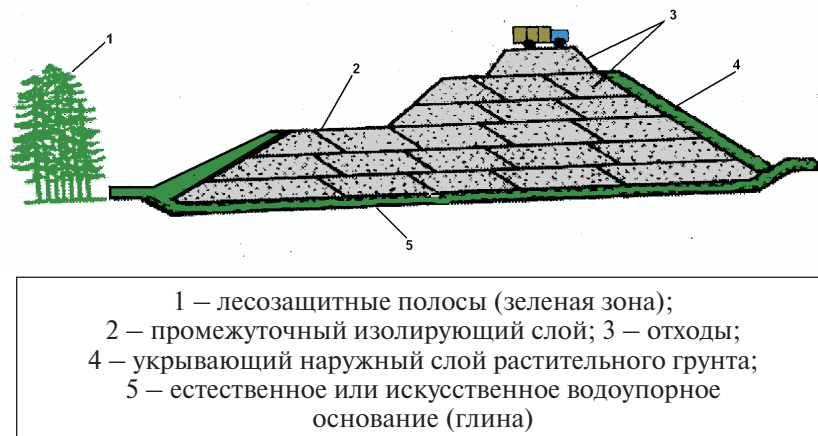


Рис. 8. Схема разреза полигона для твердых отходов [6]

Основание выработанной площадки делают в виде большого корыта глубиной 1,5 м и более для скапливания в нем фильтрата. Если глинистого грунта нет и основание для полигона приходится делать в водопроницаемых грунтах, дно корыта выстилается слоем привозной глины толщиной 0,5 м.

Такая изоляция и последующее уплотнение грунта препятствуют загрязнению воздуха и распространению насекомых и грызунов. В целях снижения площади полигон загружают послойно до высоты 60 м и более. После заполнения полигона поверхность покрывают растительным грунтом.

После полной загрузки полигона его можно использовать для устройства парков, садов, игровых площадок и др. [6].

При размещении полигона наблюдаются следующие проблемы: вымывание веществ и загрязнение грунтовых вод, образование метана и просадка грунта. Самой серьезной проблемой является первая: по мере просачивания воды сквозь любой материал в ней растворяются и с ней выносятся различные химические вещества. Такая вода, проходя через отходы, образует особенно ядовитый фильтрат. В нем наряду с остатками разлагающейся органики присутствуют железо, свинец, цинк и другие металлы из ржавых консервных банок, батареек, электроприборов, а также красители, различные химикаты. Этот ядовитый раствор поступает в подземные водоносные горизонты, и оттуда вредные вещества могут попасть и в питьевые воды.

Образование метана — это еще одна проблема. Так как у захороненного мусора практически нет доступа к кислороду, его разложение идет анаэробно, при этом образуется легко воспламеняющийся метан. Он может распространяться в земле горизонтально, проникать в подвалы зданий, накапливаться там и взрываться при искрении или зажигании. В США известны случаи разрушения более 20 домов, расположенных на расстоянии 300 м от свалок, причем взрывы привели к жертвам.

Наконец, отходы по мере разложения проседают. При этом образуются неглубокие впадины, в них скапливаются вода и весь участок впоследствии превращается в болото с ядовитой водой.

Совершенное захоронение отходов решает все эти проблемы практически полностью (рис. 9).

Кроме того, для периодического контроля за качеством грунтовых вод по периметру свалки устраиваются так называемые мониторинговые колодцы.

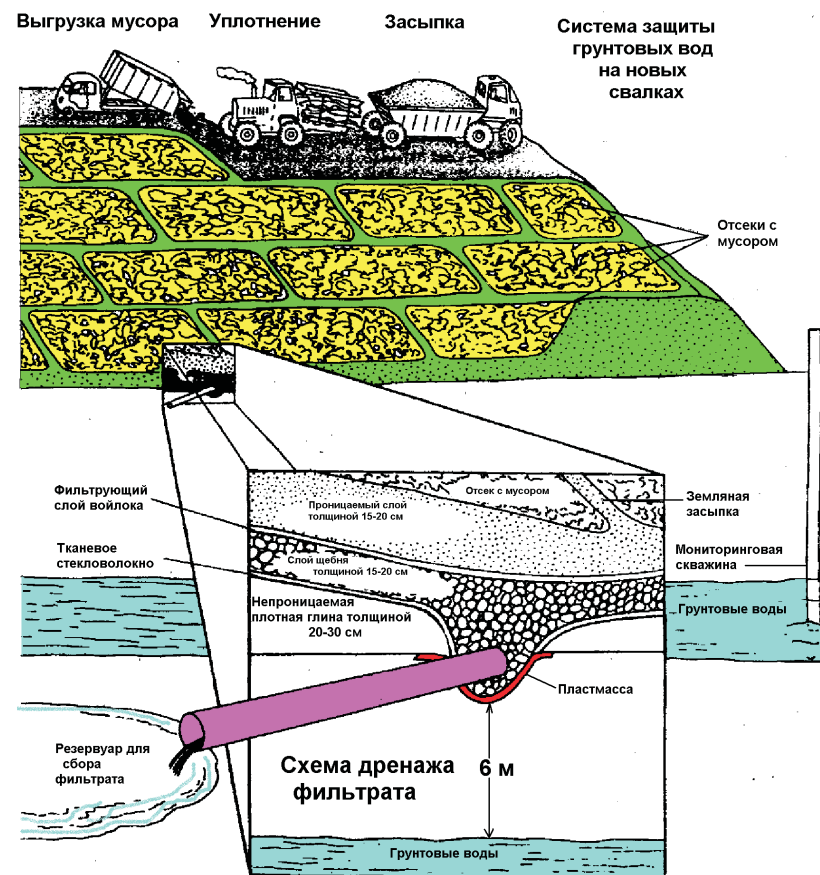


Рис. 9. Схема совершенного захоронения отходов с системой защиты окружающей среды [6]

На Западе полигоны называют **санитарными свалками**, так как они оборудуются по специальной технологии. Дно свалки планируется с небольшим уклоном, на котором выстилается прочная полиэтиленовая пленка. Ежедневно поверхность пленки, засыпанной отходами, уплотняется специальными катками и засыпается слоем грунта (песок, глина). Затем снова накладывается пленка — и так каждый день. Внизу свалки

имеются сток и сборник жидкостей, фильтрующихся из отходов и грунта, которые по мере наполнения вывозятся на переработку. При заполнении последних слоев на нулевую отметку проводится планировка рельефа, посадка травы и растений. Известно, что через 2–3 года на месте свалки можно устраивать поля для гольфа; и чем лучше отсортированы отходы, тем меньше просадка грунта в последующие годы.

В последнее время после сортировки ТБО прессуют в брикеты, что значительно уменьшает объем мусора (в 5–10 раз).

Так как объем меньше, мусора можно заложить больше и срок службы полигона увеличивается в 3–5 раз и нет просадки грунта.

Термический метод утилизации ТБО. Положительные стороны термического метода заключаются в следующем. Во-первых, объем отходов уменьшается в 10 и более раз; во-вторых, можно использовать температуру от сжигания мусора для отопительных целей; в-третьих, в отличие от полигонов, нет загрязнений воды и почвы.

Отрицательные стороны у термического метода утилизации ТБО тоже есть. При сжигании происходит уничтожение ценных компонентов, которые можно использовать при сортировке как вторичное сырье; остается много золошлаковых отходов. Также при сжигании происходит загрязнение атмосферы [6].

Ряд специалистов считает, что сжигание мусора может быть оправдано только в том случае, если сочетаются утилизация тепловой энергии и очистка отходящих газов. Такой процесс происходит на мусоросжигательных заводах, которые имеют паровые котлы со специальными топками. Температура в топке должна быть не менее 1000°C, чтобы сгорели все дурнопахнущие примеси. Но перед выбросом в атмосферу газы следует очищать.

Электростанция в Балтиморе штата Мериленд (введена в эксплуатацию в 1984 г.) сжигает в день 2000 т мусора, а получаемый пар приводит в действие генератор, вырабатывающий электроэнергию для 60 тысяч жилых домов.

На сегодняшний день в России немного мусоросжигательных заводов: 2 в Москве, по одному — во Владивостоке, Сочи, Пятигорске и др. На данных заводах не предусмотрено второй стадии очистки (перед выбросом в атмосферу газы недостаточно очищаются), в расчета на 1 куб. м сжигаемых отходов в атмосферу поступает 3 кг вредных веществ (пыль, сажа, газы) и образуется 23 кг золы.

На зарубежных мусоросжигательных заводах очистка выходящих газов проходит несколько стадий, что позволяет извле-

чать более 10 вредных компонентов. При этом ТБО сортируются, что тоже снижает уровень содержания вредных веществ в газах.

Биотехнологический метод утилизации ТБО. Органические отходы (навоз, ботва, сорняки, опилки) могут стать источником дешевой энергии. В результате микробиологических процессов, проходящих в отходах, возникает биогаз. Биогаз производят способом, который называют «метановым сбраживанием» в анаэробных условиях, т. е. без доступа воздуха. Этот процесс осуществляется в результате жизнедеятельности двух групп микроорганизмов, которые действуют в два этапа. Вначале в работу включаются кислотообразующие бактерии, расщепляющие сложные органические вещества (белки, жиры и углеводы) до более простых. Вследствие их деятельности образуются так называемые первичные продукты брожения — жирные кислоты, спирты, водород. Они служат источником питания для другой группы продуктов — метанобразующих бактерий, вступающих в работу на второй стадии.

С целью создания надлежащих условий жизнедеятельности бактерий строят специальные бродильные камеры — биореакторы. В них поддерживают определенный температурный режим, давление, кислотность среды, а также следят за тем, чтобы в реактор не поступал кислород из атмосферы. Газ, получающийся в итоге, обладает значительным энергетическим потенциалом (содержание в нем метана может достигать 70 %).

В настоящее время в мире эксплуатируют 215 установок по извлечению и использованию биогаза. Так, на свалке в Бирмингеме (Великобритания) отходы загружают в специальные бункеры, врытые в землю. Выделение биогаза начинается через 3 месяца и продолжается 15–20 лет. После очистки биогаза его подают в газотурбинную установку достаточно большой мощности.

В Германии свалки используют как источник получения электроэнергии, и кроме этого, свалки обеспечивают обогрев домов [6].

Компостами называют органические удобрения, получаемые в результате разложения растительных и животных остатков микроорганизмов. Для их приготовления используют навоз, помет птиц, городской мусор, опавшие листья деревьев, солому и др. Эти отходы сначала складывают в барабан, куда подают горячий воздух (температура доходит до 70° С) на три-четыре дня. Компостируемая масса обезвреживается, затем они измельчаются и могут использоваться в с/х. Так же поступают с бумажными отходами.

Как же удаляют ТБО в России? Рассмотрим, как обстоят дела в России с переработкой бытовых отходов на примере г. Москвы. В Москве ежегодно образуется 2,5 млн т ТБО. До 90 % ТБО утилизируется на полигонах — Тимохово и Хмелёво (с 1990 г. количество полигонов сократилось с 5 до 2). Полигоны работают с конца 70-х гг., срок их службы уже закончился. На российских полигонах отсутствуют: водоохраные экраны, противооползневые сооружения, система отвода и обезвреживания фильтрата и поверхностных вод, ограждения границ полигона, оборудования для мойки машин. Т. е. на сегодняшний день полигоны — это просто ямы. На бытовых полигонах складываются и токсичные промышленные отходы, а это недопустимо, так как требования к утилизации бытовых и промышленных отходов очень различаются. Кроме этого, на территории Москвы находится до 90 свалок мусора. В настоящее время в Москве имеются 2 мусоросжигательных завода (оснащенные оборудованием из Дании и Германии), но эти технологии не обеспечивают необходимый уровень охраны окружающей среды.

На сегодняшний день самым перспективным методом утилизации ТБО считается биотехнологический метод.

Токсичные промышленные отходы. Опасные отходы в зависимости от степени их вредного воздействия подразделяются на классы опасности. Существует 4 класса опасности веществ и их соединений: 1 — чрезвычайно опасные (сулема, ртуть, бензпирен, цианистый калий), 2 — высокоопасные (хлористая медь, азотнокислый свинец), 3 — умеренно опасные (оксид свинца, сульфат меди), 4 — малоопасные (фосфаты, хлориды).

Основная форма утилизации токсичных промышленных отходов — полигон. Полигоны бывают двух видов: для обезвреживания одного вида отходов только захоронением или химическим способом, а также комплексные. Если полигон комплексный, то его территорию разделяют на зону приема и захоронения твердых негорючих отходов, зону приема и захоронения жидких промышленных отходов, зону приема и захоронения особо вредных промышленных отходов.

Захоронение промышленных отходов осуществляют в котлованах глубиной до 10–12 м в специальной таре, например, стальных бочках. Их размещают в котлованах или железобетонных резервуарах (особо вредные отходы).

Выбор земельного участка для захоронения токсичных промышленных отходов должен производиться с соблюдением норм Санитарных правил о порядке накопления, транспорти-

ровки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов и СНиП (санитарные нормы и правила) 2.01.28-85 «Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию». В этих случаях отвод земельного участка подлежит обязательному согласованию с органами государственного экологического контроля и органами санитарно-эпидемиологического надзора [6].

Земельные участки, выбранные для полигонов, должны отвечать следующим требованиям: размещаться с подветренной стороны по отношению к населенным пунктам и зонам отдыха; находиться ниже мест водозаборов питьевой воды, рыбоводных хозяйств, мест нереста, массового нагула рыб; состоять из слабофильтрующих грунтов (глины); залегание грунтовых вод при их наибольшем подъеме должно быть не менее 2 м от нижнего уровня захороняемых отходов.

Запрещается размещать полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов в заболоченных местах, на территории зеленых зон городов, на землях, занятых лесами или предназначенных для лесоразведения, в зонах курортов, в зонах оползней, селевых потоков и снежных лавин.

Вокруг полигона устраивают санитарно-защитную зону (далее по тексту СЗЗ), отделяющую их от населенных пунктов и открытых водоемов. Величина СЗЗ устанавливается с учетом конкретных местных условий, но не может быть менее 3000 м. Участки захоронения токсичных промышленных отходов должны размещаться не ближе чем в 200 м от сельскохозяйственных угодий, автомобильных и железных дорог.

Подземное размещение промышленных отходов должно производиться при соблюдении ограничений, относящихся к выбору места для создания подземных и заглубленных хранилищ и к их проектированию, строительству и эксплуатации. Подземное размещение высокотоксичных промышленных отходов первого и второго классов может осуществляться только в геологических формациях, создающих природный барьер для выноса подземными водами веществ. Регион их размещения не должен быть сейсмоопасен. Для создания подземных и заглубленных хранилищ малотоксичных промышленных отходов могут использоваться выработанные пространства, вокруг которых по завершении эксплуатации хранилищ даже образуются водопроводящие каналы, если воды, проникшие в хранилища через эти каналы, после контакта с отходами остаются в нем и не мигрируют в водоносные горизонты [6].

3.3. Последствия производственной деятельности человека

3.3.1. Экологические последствия загрязнения атмосферы

Загрязнение атмосферного воздуха воздействует на здоровье человека и на окружающую природную среду различными способами — от прямой и немедленной угрозы до медленного и постепенного разрушения различных систем жизнеобеспечения организма. Во многих случаях загрязнение воздушной среды нарушает структурные компоненты экосистемы до такой степени, что регуляторные процессы не в состоянии вернуть их в первоначальное состояние и в результате механизм гомеостаза не срабатывает [2].

Физиологическое воздействие на человеческий организм главных загрязнителей (поллютантов) чревато самыми серьезными последствиями. Так, диоксид серы, соединяясь с влагой, образует серную кислоту, которая разрушает легочную ткань человека и животных. Пыль, содержащая диоксид кремния (SiO_2), вызывает тяжелое заболевание легких — силикоз. Оксиды азота раздражают, а в тяжелых случаях и разъедают слизистые оболочки, например, глаз, легких, участвуют в образовании ядовитых туманов и т. д.

Среди взвешенных твердых частиц наиболее опасны частицы размером менее 5 мкм, которые способны проникать в лимфатические узлы, задерживаться в альвеолах легких, засорять слизистые оболочки.

Весьма неблагоприятные последствия, которые могут сказываться на огромном интервале времени, связаны и с такими незначительными по объему выбросами, как свинец, бенз(а)пирен, фосфор, кадмий, мышьяк, кобальт и др. Они угнетают кровотворную систему, вызывают онкологические заболевания, снижают сопротивление организма инфекциям. Пыли, содержащие соединения свинца и ртути, обладают мутагенными свойствами и вызывают генетические изменения в клетках организма.

Последствия воздействия на организм человека вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобилей, весьма серьезны и имеют широчайший диапазон действия: от кашля до летального исхода. Тяжелые последствия в организме живых существ вызывает и ядовитая смесь дыма, тумана и пыли — смог [2].

С английского смог переводится как дым или туман. Существуют разные типы смогов — фотохимический, влажный и ледяной. **Влажный смог** или **смог Лондонского типа** представляет собой сочетание тумана с примесью дыма и газовых отходов производства. Возникает зимой в крупных промышленных городах при неблагоприятных погодных условиях (отсутствие ветра и температурная инверсия). Температурная инверсия проявляется в повышении температуры с высотой в некотором слое атмосферы (обычно в интервале 300–400 м от поверхности земли) вместо обычного понижения. В результате циркуляция атмосферного воздуха нарушается, дым и вещества не могут подняться вверх и не рассеиваются. Возникают туманы, которые достигают опасных для здоровья человека концентраций: приводят к нарушению кровообращения, дыхания и нередко к смерти. В 1952 г. в Лондоне от смога с 3 по 9 декабря погибло более 4000 человек, 10000 человек заболели. В 1962 г. в ФРГ смог за 3 дня убил 156 человек. **Ледяной смог Аляскинского типа** образуется в условиях низких температур из пара отопительных систем, бытовых и промышленных газовых выбросов — частицы осаждаются на кристалликах льда в воздухе. **Фотохимический смог Лос-Анджелесского типа**. С 30-х гг. над Лос-Анджелесом в теплое время года стал появляться смог — туман влажностью около 70 %. Это явление называют фотохимическим туманом, так как для его возникновения необходимы высокие температуры, солнечный свет, вызывающий сложные фотохимические превращения смеси углеводородов и окислов азота, поступающих в воздух с автомобильными выбросами. Эти вещества превращаются в более токсичные атмосферные загрязнители. Фотохимический туман сопровождается неприятным запахом, резко снижается видимость, у людей воспаляются глаза, слизистые оболочки носа и горла, возникает удушье, обостряются легочные заболевания, бронхиальная астма. Фотохимический туман отражается и на растительности. Сначала на листьях появляется водное набухание, через некоторое время нижние поверхности листьев приобретают серебристый или бронзовый оттенок, а верхние становятся пятнистыми с белым налетом. Затем наступает быстрое увядание. Фотохимический туман вызывает коррозию металлов, растрескивание красок резиновых и синтетических изделий, портит одежду. В некоторых российских городах (Кемерово, Ангарск, Новокузнецк, Медногорск и др.), особенно в тех, которые расположены в низинах, в связи с ростом числа автомобилей и увеличением выброса выхлопных газов, содержащих оксид азота, вероятность образования фотохимического смога увеличивается.

В экологической литературе описаны случаи массового отравления диких животных, птиц, насекомых при выбросах вредных загрязняющих веществ большой концентрации (особенно залповых). Так, например, установлено, что при оседании на медоносных растениях некоторых токсичных видов пыли наблюдается заметное повышение смертности пчел. Что касается животных, то находящаяся в атмосфере ядовитая пыль поражает их в основном через органы дыхания, а также поступая в организм вместе со съеденными запыленными растениями.

Загрязняющие газообразные вещества по-разному влияют на состояние растительности. Одни лишь слабо повреждают листья, хвоинки, побеги (окись углерода, этилен и др.), другие действуют на растения губительно (диоксид серы, хлор, пары ртути, аммиак, цианистый водород и др.) [2].

3.3.2. Экологические последствия загрязнения гидросферы

Загрязнение водных экосистем представляет огромную опасность для всех живых организмов и, в частности, для человека.

Многие пресноводные водоемы подвергаются эвтрофикации. Эвтрофикация связана с поступлением в водоемы значительного количества биогенных веществ — азота, фосфора и других элементов в виде удобрений, моющих веществ, отходов животноводства, атмосферных аэрозолей и т. д. Это вызывает массовое размножение сине-зеленых водорослей, наступает «цветение» воды, ухудшается ее качество и условия жизни гидробионтов. Возрастание массы фитопланктона сопровождается уменьшением разнообразия видов, что приводит к невосполнимой утрате генофонда, уменьшению способности экосистем к гомеостазу и саморегуляции.

На сегодняшний день акватория Байкала (Усолье-Сибирское, Иркутск) сильно загрязнена. Основным источником этого — целлюлозно-бумажный комбинат (БЦБК), расположенный непосредственно на южном побережье озера.

В 50-е гг. в качестве вариантов постройки целлюлозно-бумажного комбината были предложены другие акватории — Ладожское озеро, Онежское озеро и др. Но выбор пал на Байкал, при этом не были учтены уникальные особенности озера как крупнейшего хранилища пресной воды на планете, где сосредоточено примерно 20 % мировых запасов пресной воды.

Важнейшую роль в формировании особо чистой воды Байкала играет зоопланктон. 90 % зоопланктона представлено рачками-эпишура. Эпишура, пропуская через свой фильтрационный аппарат 33 % всего объема воды, извлекает из нее различные вещества и взвешенные частицы. Поэтому вода в Байкале остается прозрачной [18].

Цимлянское водохранилище — это искусственное море, появившееся в 1959 г. после перекрытия плотиной реки Дон (Ростовская область, Волгоградская область). В настоящее время водохранилище деградирует, стремительно разливаясь по степной территории. Водохранилище становится все более мелководным и зарастает камышом и тростником. Гниющие остатки растительности отбирают у воды кислород и обильно выделяют сероводород. Вода стала мутной и непригодной для многих видов рыб. Сейчас в водохранилище в основном обитают малоценные виды рыб-хищников, такие как, например, серебристый карась — он поедает огромное количество икры и молоди ценных пород рыб.

Братское водохранилище (Иркутская область) в течение 30 лет сильно загрязняется ртутью. Повинно в этом «Усольехимпром», сбрасывающее ежемесячно в воду питающей водохранилище Ангары 2,5 т ртути. ПДК ртути превышено на дне Ангары и дне Братского водохранилища в 100 раз, а в некоторых районах — в 1000 раз. Жители прибрежных поселков страдают от накопления ртути в организме: увеличивается рост раковых заболеваний, болезней органов дыхания. Эти заболевания сопровождаются тяжелыми симптомами: артериальное давление, галлюцинации, снижение остроты слуха и зрения, кровохарканье.

Ужасные и чудовищные формы загрязнения имеют место на озере, расположенном в Нижегородской области. Это озеро не имеет официального названия и в народе именуется «Черной дырой». По оценке экспертов «ГРИНПИС» оно признано самым грязным в мире. Даже в километре от воды слышен исходящий от него запах, от которого слезятся глаза. Озеро образовалось на месте городской свалки несколько десятилетий назад, то ли путем провала земли, то ли в результате выхода на поверхность грунтовых вод. В течение нескольких десятков лет в него сливались отходы местных химических заводов. Предельно допустимые концентрации хлоридов, сульфатов и минералов превышены в 17 млн раз [18].

Скорости поступления загрязняющих веществ в Мировой океан в последнее время резко возросли. Ежегодно в океан

сбрасывается до 300 млрд м³ сточных вод, 90 % которых не подвергается предварительной очистке.

Среди химических токсикантов наибольшую опасность для морской биоты и человека представляют нефтяные углеводороды (особенно бенз(а)пирен), пестициды и тяжелые металлы [2].

Экологические последствия загрязнения морских экосистем выражаются в следующих процессах и явлениях: нарушении устойчивости экосистем, прогрессирующей эвтрофикации, появлении «красных приливов», накоплении химических токсикантов в биоте, снижении биологической продуктивности, возникновении мутагенеза и канцерогенеза в морской среде, микробиологическом загрязнении прибрежных районов моря.

Для здоровья человека неблагоприятные последствия при использовании загрязненной воды, а также при контакте с ней (купание, стирка, рыбная ловля и др.) проявляются либо непосредственно при питье, либо в результате биологического накопления подлинным пищевым цепям типа вода — планктон — рыбы — человек или вода — почва — растения — животные — человек и др.

При контакте человека с загрязненной водой различные паразиты могут проникать в кожу и вызывать тяжелые заболевания. Особенно это характерно для тропиков и субтропиков. В современных условиях увеличивается опасность и таких эпидемических заболеваний, как холера, брюшной тиф, дизентерия и др., вызванных бактериальным загрязнением воды.

Еще одно из экологических последствий производственной деятельности человека — истощение водоемов. Истощение вод — недопустимое сокращение их запасов в пределах определенной территории (для подземных вод) или уменьшение минимально допустимого стока (для поверхностных вод). И то и другое приводит к неблагоприятным экологическим последствиям, нарушает сложившиеся экологические связи в системе человек — биосфера.

Аральский кризис обладает типичными чертами экологического кризиса «ползучего типа». Если в случае аварии на Чернобыльской АЭС была техническая несовершенство атомного реактора и ошибка персонала, и это случилось импульсивно, то деградация Аральского моря явилась результатом «планомерного» техногенного аграрного развития в течение 30 лет. Изначальной причиной этого кризиса стала «хлопковая монополия»; огромные массы хлопка выращивались и вывозились за рубеж. На нужды орошения из питающих Арал рек Амударьи и Сырдарьи забиралось огромное количество воды (а это регион засушливого климата и дефицита воды). Если выражать

забор воды численно, то вместо поступающего количества воды (для поддержания уровня моря) 33–35 км³ поступало 4–8 км³. Сейчас на месте Арала несколько маленьких неглубоких озер, соленость которых в пять раз выше средней солёности Мирового океана. Как следствие катастрофы имеет место следующее явление: огромный вынос песка и соли с обнажившегося дна бывшего моря. Ежегодно ветрами поднимается около 75 млн т песка и соли и переносится на сотни километров вокруг. Катастрофически уменьшилось видовое разнообразие данного региона — из ранее обитавших 178 видов животных их осталось 38 видов. Вода в реках, стекающих в Арал, сильно загрязнена ядохимикатами и минеральными удобрениями — это следствие чрезмерной химизации сельского хозяйства. Уровень использования пестицидов в десятки раз превышает средний показатель по России. При этом в регионе применялись ядохимикаты, давно запрещенные во многих странах.

Следствие такой ситуации — ухудшение здоровья населения. К этому приводит загрязненная химией и солью питьевая вода, высокое содержание вредных веществ в продуктах питания. Детская смертность достигает 80 детей на 1000 новорожденных (это в пять–семь раз выше, чем в России). Более 70 % взрослых и 80 % детей страдают от одной или нескольких болезней. До 90 % рожениц больны малокровием и анемией. Другое следствие такого кризиса — уничтожение традиционных видов деятельности: рыболовство, судоходство. В настоящее время Арал — кладбище кораблей, стоящих прямо на песке.

Надвигающаяся катастрофа Аральского моря стала ясна еще в 70-е гг. И с этого времени стали разрабатываться проекты спасения моря. Первый грандиозный проект, который был предложен, — переброска части стока сибирских рек в Среднюю Азию. Длина канала должна быть 2400 км, ширина до 200 м, стоимость в ценах 80-х гг. — 90 млрд рублей. По сравнению с этим каналом Великая китайская стена и египетская пирамида — детские игрушки. Проект утвержден не был, так как он оказался ни технически, ни экономически, ни экологически не реален. Более реальным был проект-близнец: проект строительства канала из Каспийского моря. Он обладал такими же недостатками, что и первый. Хотя длина его и должна была быть меньше — 500 км, но зато воду в Каспии надо было поднять на высоту 80 м (Каспий ниже). Это тоже нереально. Единственное решение Аральской проблемы — снизить уровень растениеводства в регионе: меньше воды будет уходить на орошение, и сток увеличится [19].

3.3.3. Экологические последствия загрязнения литосферы

Верхняя часть литосферы, которая непосредственно выступает как минеральная основа биосферы, с каждым годом подвергается все более возрастающему антропогенному воздействию. В эпоху бурного экономического развития, когда в процесс производства вовлечена практически вся биосфера планеты, человек, по гениальному предвидению В. И. Вернадского, стал «крупнейшей геологической силой», под действием которой меняется лик Земли. Уже сегодня воздействие человека на литосферу приближается к пределам, переход которых может вызвать необратимые процессы почти по всей поверхностной части земной коры. В процессе преобразования литосферы человек (по данным на начало 90-х гг.) извлек 125 млрд т угля, 32 млрд т нефти, более 100 млрд т других полезных ископаемых. Распахано земель в мире более 1500 млн га, заболочено и засолено 20 млн га. Эрозией за сто лет уничтожено 2 млн га, площадь оврагов превысила 25 млн га. Высота терриконов достигает 300 м, горных отвалов — 150 м, глубина засыпанных шахт для добычи золота превышает 4 км (Южная Африка), нефтяных скважин — 6 км.

Экологическая функция литосферы выражается в том, что она является «базовой подсистемой биосферы»: образно говоря, вся континентальная и почти вся морская биота опирается на земную кору. Например, техногенное разрушение минимального слоя горных пород на суше или шельфе автоматически уничтожает биоценоз. Но кроме того литосфера служит основным поставщиком минерально-сырьевых и в том числе энергетических ресурсов, большая часть которых относится к невозобновимым».

Основные техногенные изменения составляющих литосферы — почв, горных пород и их массивов, недр описаны ниже.

Деградация почвы — это постепенное ухудшение ее свойств, которое сопровождается уменьшением содержания гумуса и снижением плодородия. Почва — один из важнейших компонентов окружающей природной среды. Все основные ее экологические функции замыкаются на одном обобщающем показателе — почвенном плодородии. Отчуждая с полей основную (зерно, корнеплоды, овощи и др.) и побочный урожай (солома, листья, ботва и др.), человек размыкает частично или полностью биологический круговорот веществ, нарушает способность почвы к саморегуляции и снижает ее плодородие.

Эрозия почв (от лат. *erosio* — разъедание) — разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром (ветровая эрозия) или потоками воды (водная эрозия). Земли, подвергшиеся разрушению в процессе эрозии, называют эродированными. К эрозионным процессам относят также промышленную эрозию (разрушение сельскохозяйственных земель при строительстве и при разработке карьеров), военную эрозию (воронки, траншеи), пастбищную эрозию (при интенсивной пастьбе скота), ирригационную (разрушение почв при прокладке каналов и нарушении норм поливов) и др.

Однако настоящим бичом земледелия у нас в стране и в мире остаются водная эрозия (ей подвержен 31 % суши) и ветровая эрозия (дефляция), активно действующая на 34 % поверхности суши.

Эрозия оказывает существенное негативное влияние на состояние почвенного покрова, а во многих случаях разрушает его полностью. Падает биологическая продуктивность растений, снижаются урожаи и качество зерновых культур, хлопка, чая и др. [2].

Поверхностные слои почв легко загрязняются. Большие концентрации в почве различных химических соединений-токсикантов пагубно влияют на жизнедеятельность почвенных организмов. При этом теряется способность почвы к самоочищению от болезнетворных и других нежелательных микроорганизмов, что чревато тяжелыми последствиями для человека, растительного и животного мира. Например, в сильно загрязненных почвах возбудители тифа и паратифа могут сохраняться до полутора лет, тогда как в незагрязненных — лишь в течение двух-трех суток.

Основными загрязнителями почвы являются пестициды (ядохимикаты), минеральные удобрения, отходы и отбросы производства, газодымовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, нефть и нефтепродукты.

В мире ежегодно производится более миллиона тонн пестицидов. Только в России используется более 100 индивидуальных пестицидов, при общем годовом объеме их производства 100 тыс. т. Наиболее загрязненными пестицидами районами являются Краснодарский край и Ростовская область (в среднем около 20 кг на 1 га). В России на одного жителя приходится около одного килограмма в год пестицидов, во многих других развитых промышленных странах мира эта величина существенно выше. Мировое производство пестицидов посто-

янно растет. В настоящее время влияние пестицидов на здоровье населения многие ученые приравнивают к воздействию на человека радиоактивных веществ. Достоверно установлено, что при применении пестицидов, наряду с некоторым увеличением урожайности, отмечается рост видового состава вредителей, ухудшаются пищевые качества и сохранность продукции, утрачивается естественное плодородие и т. д.

К интенсивному загрязнению почв приводят отходы и отбросы производства. В стране ежегодно образуется свыше миллиарда тонн промышленных отходов, из них более 50 млн т особо токсичных. Огромные площади земель заняты свалками, золоотвалами, хвостохранилищами и др., которые интенсивно загрязняют почвы, способность которых к самоочищению, как известно, ограничена.

Огромный вред для нормального функционирования почв представляют газодымовые выбросы промышленных предприятий [2].

По данным многочисленных исследований, почва обладает способностью накапливать весьма опасные для здоровья человека загрязняющие вещества, например, тяжелые металлы. Вблизи ртутного комбината содержание ртути в почве из-за газодымовых выбросов может повышаться до концентрации, в сотни раз превышающей допустимую.

Значительное количество свинца содержат почвы, находящиеся в непосредственной близости от автомобильных дорог. Результаты анализа образцов почвы, отобранных на расстоянии нескольких метров от дороги, показывают 30-кратное превышение концентрации.

Заболачивание почв наблюдается в сильно переувлажненных районах, например, в Нечерноземной зоне России, на Западно-Сибирской низменности, в зонах вечной мерзлоты. Заболачивание ухудшает агрономические свойства почв и снижает производительность лесов.

Одним из глобальных проявлений деградации почв, да и всей окружающей природной среды в целом, является опустынивание. Опустынивание — это процесс необратимого изменения почвы и растительности и снижения биологической продуктивности, который в экстремальных случаях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню.

Всего в мире подвержено опустыниванию более 1 млрд га практически на всех континентах. Причины и основные факторы опустынивания различны. Как правило, к опустыниванию

приводит сочетание нескольких факторов, совместное действие которых резко ухудшает экологическую ситуацию [2].

Одной из серьезных экологических проблем России становится загрязнение земель нефтью и нефтепродуктами в таких нефтедобывающих районах, как Западная Сибирь, Среднее и Нижнее Поволжье и др. Причинами загрязнения являются аварии на магистральных и внутрипромысловых нефтепроводах, несовершенство технологии нефтедобычи, аварийные и технологические выбросы и т. д. В результате, например, в отдельных районах Тюменской и Томской областей концентрации нефтяных углеводородов в почвах превышают фоновые значения в 150–250 раз. На Тюменском Севере площади оленьих пастбищ уменьшились на 12,5 %, т. е. на 6 млн га, замасоченными оказались 30 тыс. га. В Западной Сибири свыше 20 тыс. га, загрязненных нефтью, толщина слоя которой не менее пяти сантиметров.

Значительную угрозу для здоровья людей представляет загрязнение почв различными патогенами, которые могут проникать в организм человека следующим образом. Во-первых, через цепь человек — почва — человек. Патогенные организмы выделяются зараженным человеком и через почву передаются другому либо через выращенные на зараженной почве овощи и фрукты. Таким способом человек может заболеть холерой, бациллярной дизентерией, брюшным тифом, паратифом и др. Аналогичным путем в организм человека могут попадать и черви-паразиты. Во-вторых, через цепь животные — почва — человек. Существует ряд заболеваний животных, которые передаются человеку (лептоспироз, сибирская язва, туляремия, лихорадка Ку и др.) путем прямого контакта с почвой, загрязненной выделениями инфицированных животных. В-третьих, через цепь почва — человек, когда патогенные организмы попадают из нее в организм человека при прямом контакте (столбняк, ботулизм, микозы и др.).

Почвенный покров агроэкосистем необратимо нарушается при отчуждении земель для нужд несельскохозяйственного пользования: строительства промышленных объектов, городов, поселков, для прокладки линейно-протяженных систем (дорог, трубопроводов, линий связи), при открытой разработке месторождений полезных ископаемых и т. д. По данным ООН, в мире только при строительстве городов и дорог ежегодно безвозвратно теряется более 300 тыс. га пахотных земель. Конечно, эти потери в связи с развитием цивилизации неизбежны, однако они должны быть сокращены до минимума [2].

3.4. Глобальные экологические кризисы

Среди глобальных экологических кризисов, охватывающих практически весь земной шар, особенно выделяются такие, как парниковый эффект, выпадение кислотных осадков, разрушение озонового слоя и др.

Парниковый эффект образуется из-за «парниковых газов» — углекислого газа, метана и др., образующихся в больших количествах в результате антропогенной деятельности человека. Негативная сторона этой проблемы — эти газы не пропускают солнечной тепло обратно в космос. Конечно, действует процесс, направленный и в другую сторону, — это процесс фотосинтеза, в котором растения усваивают углекислый газ из воздуха и строят из него свою биомассу. Еще в 1962 г. советским климатологом Н. И. Будыко была выдвинута теория, что сжигание человеком огромного количества разнообразного топлива, особенно во второй половине XX в., приведет к накоплению в атмосфере парниковых газов. Американские метеорологи проверили данную гипотезу и пришли к выводу, что парниковый эффект в атмосфере существует и нарастает. Природным резервуаром накопления углекислого газа служит дыхание почвы и болота. Концентрация углекислого газа в атмосфере по сравнению с доиндустриальным периодом увеличилась более чем на 30 %.

Основное последствие парникового эффекта — это изменение климата Земли: увеличится число засух, растает вечная мерзлота, увеличится количество чрезвычайных ситуаций метеорологического характера, растают ледники. По расчетам, уровень Мирового океана к 2030 г. поднимется на 50 см, что приведет к затоплению прибрежных территорий [14].

Доля государств в глобальном выбросе углекислого газа: США — 22 %, Россия — 11 %, Китай — 11 %, Япония — 5 %. Т. к. основной причиной накопления парниковых газов является сжигание топлива, то основным источником, конечно же, является энергетика. Поэтому переход на нетрадиционные источники получения энергии или создание качественно новых — актуальное направление современности. В 1992 г. страны-члены ООН подписали Конвенцию об изменении климата. Цель ее — добиться стабилизации парниковых газов в атмосфере на уровне, не допускающем опасного антропогенного воздействия на климат. Одним из источников поступления углекислого газа в атмосферу является автомобильный транспорт. Решением этой проблемы является: техническое совершенствование двигате-

лей внутреннего сгорания, совершенствование топлива, в том числе использование альтернативных видов топлива (сжатого природного газа).

Кислотные осадки. При сжигании любого ископаемого топлива (уголь, мазут, сланцы) в составе выделяющихся газов содержатся диоксид серы и азота. В зависимости от состава топлива их может быть больше или меньше. Миллионы тонн диоксидов серы и азота выбрасываются в атмосферу и превращают выпадающие дожди в слабый раствор кислот. Так образуются осадки с повышенной кислотностью или, как их чаще называют, кислотные дожди. Термин «кислотные дожди» ввел в 1872 г. английский инженер Роберт Смит в книге «Воздух и дождь: начало химической климатологии».

Дождевая вода, образующаяся при конденсации водяного пара, должна иметь нейтральную реакцию, т. е. pH (показатель кислотных или щелочных свойств воды: pH=7 — нейтральная, pH<7 — кислая, pH>7 — щелочная). Но даже в самом чистом воздухе всегда есть диоксид углерода, и дождевая вода, растворяя его, чуть подкисляется (pH 5,6–5,7). А вобрав кислоты, дождь становится заметно кислым. Уменьшение pH на одну единицу означает увеличение кислотности в 10 раз, на две — в 100 раз и т. д. Мировой рекорд принадлежит шотландскому городку Питлокри, где 20 апреля 1974 г. выпал дождь с pH 2,4 — это уже не вода, а что-то вроде столового уксуса.

Кислотные осадки приносят много вреда. Во-первых, они сильно влияют на обитателей водоемов. Природные воды обладают буферными возможностями, они способны нейтрализовать определенную часть кислоты и сохранить кислоту, но эти самые буферные способности небеспредельны. Во-вторых, земля и растительность тоже страдают от кислотных дождей. Происходит повышение кислотности почв, что снижает их продуктивность, сокращает поступление питательных веществ, меняет состав почвенных микроорганизмов. Огромный вред наносится лесам. Они высыхают (кислота съедает защитный восковой налет на листьях), и особенно страдают хвойные деревья, потому что хвоя сменяется реже, чем листва, и поэтому накапливает больше вредных веществ. Кислота увеличивает подвижность в почве алюминия, который токсичен для мелких корней — угнетаются корни и вместе с ними листва и повышается хрупкость ветвей. В-третьих, кислотные дожди разрушают памятники архитектуры. Прочный, твердый мрамор, смесь окислов кальция реагирует с раствором серной кислоты и превращается в гипс. Смена температур, потоки дождя и ве-

тер разрушают этот мягкий материал. Исторические памятники Греции и Рима, простояв тысячелетия, в последние годы разрушаются прямо на глазах. Такая же судьба грозит и Тадж-Махалу — шедевр индийской архитектуры, в Лондоне — Тауэру. На соборе Св. Павла в Риме слой известняка разъеден на 2,5 см [14].

Разрушение озонового слоя. Озоновый слой (озоносфера) охватывает весь земной шар и располагается на высотах от 10 до 50 км с максимальной концентрацией озона на высоте 20–25 км. Насыщенность атмосферы озоном постоянно меняется в любой части планеты, достигая максимума весной в приполярной области. Впервые истощение озонового слоя привлекло внимание широкой общественности в 1985 г., когда над Антарктидой было обнаружено пространство с пониженным (до 50 %) содержанием озона, получившее название «озоновой дыры». С тех пор результаты измерений подтверждают повсеместное уменьшение озонового слоя практически на всей планете. Так, например, в России за последние 10 лет концентрация озонового слоя снизилась на 4–6 % в зимнее время и на 3 % — в летнее. В настоящее время истощение озонового слоя признано всеми как серьезная угроза глобальной экологической безопасности. Снижение концентрации озона ослабляет способность атмосферы защищать все живое на Земле от жесткого ультрафиолетового излучения. Живые организмы весьма уязвимы для ультрафиолетового излучения, ибо энергии даже одного фотона из этих лучей достаточно, чтобы разрушить химические связи в большинстве органических молекул. Не случайно поэтому в районах с пониженным содержанием озона многочисленны солнечные ожоги, наблюдается увеличение заболеваний людей раком кожи и др. Так, например, по мнению ряда ученых-экологов, к 2030 г. в России при сохранении нынешних темпов истощения озонового слоя заболеют раком кожи дополнительно шесть миллионов человек. Кроме кожных заболеваний возможно развитие глазных болезней (катаракта и др.), подавление иммунной системы и т. д. Установлено также, что растения под влиянием сильного ультрафиолетового излучения постепенно теряют свою способность к фотосинтезу, а нарушения жизнедеятельности планктона приводят к разрыву трофических цепей биоты водных экосистем и т. д. Наука еще до конца не установила, каковы же основные процессы, разрушающие озоновый слой [14].

Предполагается как естественное, так и антропогенное происхождение «озоновых дыр». Последнее, по мнению боль-

шинства ученых, более вероятно и связано с повышенным содержанием хлорфторуглеродов (фреонов). Фреоны широко применяются в промышленном производстве и в быту (хладоагрегаты, растворители, распылители, аэрозольные упаковки и др.). Поднимаясь в атмосферу, фреоны разлагаются с выделением оксида хлора, губительно действующего на молекулы озона [13].

По данным международной экологической организации «Гринпис», основными поставщиками хлорфторуглеродов (фреонов) являются США — 30,85 %, Япония — 12,42 %, Великобритания — 8,62 % и Россия — 8,0 %. США пробили в озоновом слое «дыру» площадью 7 млн км², Япония — 3 млн км², что в 7 раз больше, чем площадь самой Японии. В последнее время в США и ряде западных стран построены заводы по производству новых видов хладореагентов (гидрохлорфторуглеродов) с низким потенциалом разрушения озонового слоя. Согласно протоколу Монреальской конференции (1987 г.), пересмотренному затем в Лондоне (1991 г.) и Копенгагене (1992 г.), предусматривалось значительное снижение выбросов хлорфторуглерода. В соответствии с Законом РФ «Об охране окружающей среды» (2002 г.) охрана озонового слоя атмосферы от экологически опасных изменений обеспечивается посредством регулирования производства и использования веществ, разрушающих озоновый слой атмосферы, на основе международных договоров Российской Федерации и ее законодательства. В будущем необходимо продолжать решать проблему защиты людей от ультрафиолетовой радиации, поскольку многие из хлорфторуглеродов могут сохраняться в атмосфере сотни лет.

Ряд ученых продолжают настаивать на естественном происхождении «озоновой дыры». Причины ее возникновения они видят в естественной изменчивости озоносферы, циклической активности Солнца, другие связывают эти процессы с рифтогенезом и дегазацией Земли, т. е. с прорывом глубинных газов (водород, метан, азот и др.) через рифтовые разломы земной коры [2].

3.5. Особенности экологической обстановки в регионах России

Наблюдения за состоянием атмосферы по 5–25 ингредиентам регулярно ведутся в 219 городах и населенных пунктах страны на 622 стационарных постах Росгидромета. Дополнительная информация о состоянии атмосферы получается от си-

стем дистанционного зондирования со спутников и других объектов надземного базирования, а также мобильных лабораторий.

В 195 городах России концентрации одного или нескольких загрязнителей существенно превышают предельно допустимые концентрации. Первые места среди загрязнителей занимают здесь формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества. Для некоторых городов основными загрязнителями являются фенолы, бенз(а)пирен, аммиак. Число жителей, испытывающих более чем десятикратное превышение предельно допустимых концентраций по загрязнениям, только в 2001 г. составило около 50 млн чел., пятикратное превышение предельно допустимых концентраций — около 60 млн чел.

Российский Север. В 1999 г. в водоемы региона сброшено 1,8 млрд м³ загрязненных сточных вод, из них 230 млн м³ — без очистки. В них содержалось около 1 млн т загрязняющих веществ, в том числе около 6 тыс. т метанола, 194 т нитратов, 491 т формальдегидов и т. п. [10].

Всего предприятиями Северного региона (а их здесь более 1300) в течение 1999 г. было выброшено в атмосферу около 3,1 млн т вредных веществ, вследствие чего в ней увеличилось содержание бенз(а)пирена, никеля, оксида меди, метилмеркаптана и др. Особенно это характерно для районов расположения металлургических предприятий (городов Никель, Костомукша, Кандалакша, Мончегорск, поселка Заполярный), лесопромышленных и топливно-энергетических комплексов (городов Архангельск, Ухта, Котлас, Северодвинск, Новодвинск, Коржма, Петрозаводск).

Довольно остро стоит проблема сохранения в притоках реки Печоры крупнейшей популяции атлантического лосося — семги, поскольку при сверхнормативном загрязнении рек эта популяция может полностью потерять промысловое значение.

В Архангельской области в 1999 г. не соответствовали стандартным санитарно-химическим показателям 81,3 % проб воды, а бактериологическим — 34,4 %. Использование подземных вод затруднено из-за содержания в них стронция и железа в концентрациях выше допустимых.

Концентрация объектов военно-промышленного комплекса и военно-морского флота в районе г. Северодвинска, наличие отработанного ядерного топлива во временных хранилищах, отработавшие реакторы атомных подводных лодок, многолетняя эксплуатация Новоземельского ядерного центра, а также ракетного полигона «Плесецк» создают серьезную опасность химического и радиационного загрязнения. Бассейн реки Се-

верная Двина отнесен к зоне устойчивого загрязнения и находится в состоянии деградации.

Санкт-Петербург и Северо-Западный регион. Большие плотность и количество населения (более 5 млн чел.), обилие промышленных предприятий (более 2000), средств транспорта (более 300 тыс. автомобилей, 2000 трамваев и др.) в Санкт-Петербурге крайне негативно влияют на среду обитания человека [10].

Спуск бытовых и промышленных сточных вод в реку Неву приводит к опасному в эпидемиологическом отношении загрязнению устьевых участков ее дельты. В 1998 г. в водоемы города и области предприятиями различных форм собственности было сброшено 1805 млн м³, в 1999 г. — 1615 млн м³ загрязненных сточных вод. В городскую канализацию сбрасывают производственные сточные воды более 900 предприятий. Только 23 крупных предприятия города дают почти 90 % всех неочищенных стоков, а свыше 200 предприятий вообще не имеют очистных сооружений.

Санитарное состояние Ладожского озера, реки Невы и Невской Губы неудовлетворительно, антропогенное загрязнение водной системы из года в год нарастает. Ладожское озеро вследствие сбора высококонцентрированных загрязнений находится в состоянии эвтрификации, а в ряде мест экосистема озера деградирует. В Невской Губе появились зоны замора рыб. Река Нева чрезвычайно загрязнена промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками из-за недостаточной их очистки и низкой пропускной способности дамбы. Восточная часть Финского залива охвачена процессом эвтрификации. Все это отрицательно сказывается на состоянии здоровья жителей города.

Уральский регион. Урал является типичным промышленным регионом с высокой концентрацией экологически неблагополучных техногенных объектов и сложной экологической обстановкой.

Загрязнение атмосферы от стационарных источников (промышленных и хозяйственных объектов) и транспорта за 1991–1999 гг. заметно снизилось. При этом если вклад стационарных источников выбросов уменьшился вследствие общего снижения объемов производства, то удельные загрязнения на единицу выпускаемой продукции увеличились из-за существенного износа газоочистного оборудования предприятий. На этом фоне наблюдается устойчивая тенденция быстрого роста доли загрязнения атмосферы автотранспортом. В 1999 г. от общего выброса по всем источникам она составила около 39 % в Удмуртии, Курганской и Оренбургской областях, превысила

55 % в Башкортостане, Пермской, Челябинской и Свердловской областях.

К числу 23 городов России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы относятся Екатеринбург, Магнитогорск, Нижний Тагил. Доминирующими специфическими загрязнениями здесь являются бензапирен, формальдегид, аммиак, сероуглерод, соединения тяжелых цветных металлов.

Для Уральского региона с особой остротой стоит проблема воды, в том числе питьевой. Реки и водоемы имеют высокий уровень загрязнения промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками. Из-за высокой концентрации промышленных стоков реки этого региона относятся к «загрязненным» и «грязным». Большинство из них не пригодны для питьевого и рыбохозяйственного назначения.

Снижение объемов промышленного производства сопровождалось ростом сброса загрязненных сточных вод на 7 % к началу 1999 г. из-за недостатка мощностей водоочисток. Этому также способствовали участвовавшие случаи аварийных сбросов.

Основные промышленные объекты — загрязнители водного бассейна Урала, те же, что и загрязнители атмосферы. Но в общем сбросе загрязненных сточных вод все большую долю занимают объекты жилищно-коммунального хозяйства (в среднем более 30 % по Уральскому региону). Сточные воды отличаются высоким содержанием таких загрязнителей, как нефтепродукты, соединения тяжелых металлов, поверхностно-активные вещества и органические растворители.

Энергетика, горнорудная, металлургическая и другие промышленные отрасли формируют громадное количество твердых отходов производства. Только в 2000 г. по Уральскому региону было образовано более 26,0 млн т токсичных отходов. Из-за неудовлетворительного обезвреживания (1,4 %), переработки и использования (58,0 %) происходит их накопление и, как результат, усиление техногенной нагрузки на атмосферу (пыление), водную среду (смывы во время таяния снега и при дождях), почву [10].

Остается неблагоприятной обстановка в сельском и лесном хозяйствах региона. Так, баланс по гумусу в среднем не превышает 51 % от нормы, а гибель лесов в Челябинской и Курганской областях относится к наиболее интенсивным процессам среди регионов России. Уральский регион характеризуется неудовлетворительным состоянием здоровья населения. До 40 % патологических изменений здоровья людей обусловлено воздействием загрязнителей среды обитания и условиями производства и бы-

та. Это проявляется в чрезвычайно высокой легочной патологии, заболеваниях органов дыхания, в участвовавших вспышках инфекционных заболеваний и заболеваний кишечника тракта.

Западно-Сибирский и Восточно-Сибирский регионы. Сложность климатических условий усугубляется слабой мощностью и несовершенством очистных сооружений. Доля нормативно-очищенных сточных вод составляет 40–43 % общего объема сбрасываемых вод (в Омской и Тюменской областях сбрасывается до 80 % стоков, требующих очистки). В большинстве промышленных центров Западной Сибири содержание вредных компонентов в атмосфере многократно превышает допустимые нормы (в Новокузнецке уровень загрязнения атмосферы наиболее высокий по России). По экологическим критериям и состоянию здоровья населения Кузбасс соответствует зоне экологического бедствия [10].

В Восточной Сибири более 44 тыс. предприятий и комплексов, которые в 1996 г. выбросили в атмосферу 4,54 млн т загрязняющих веществ. Нет ни одного промышленного города с воздушной средой, соответствующей по всем установленным гигиеническими нормами компонентам. Всего предприятиями Сибири в 1996 г. выброшено в атмосферу более 10 млн т вредных веществ, в том числе около 80 т свинца, 470 т окиси ванадия, 50 т акролеина и множество других вредных веществ. Зона распространения загрязнений от Братского комплекса в 52 раза превышает проектную площадь и составляет 400 км². В сточных (считающихся нормативно-очищенными) водах Селенгинского комплекса концентрации токсичных веществ (содержащих лигнин, сульфанол, остаточный алюминий) в 2–5 раз превышают предельно допустимые концентрации. От зарегистрированных на Байкале 400 судов ежегодно поступает в озеро около 8 т нефтепродуктов, образующих на поверхности пленку площадью до 160 км². Экологическая система озера деградирует: появились водоросли в мелководье, возникли нехарактерные (вульгарные) виды флоры и фауны. Аграрные предприятия насыщают воды Байкала гербицидами и пестицидами.

В 1996 г. в поверхностные водоемы Сибири сброшено 11 млрд м³ сточных вод, в том числе загрязненных более 5 млрд м³, из которых 1,79 млрд м³ совершенно не подвергались очистке.

В водоемы Сибири ежегодно сбрасывается около 4 тыс. т нефтепродуктов, 600 тыс. т сульфатов, более 9 млн т фосфора и много других вредных веществ. Особую тревогу вызывают экосистемы таежных рек, текущих к Северному Ледовитому океану из районов Сибири, с мощным техногенным влиянием.

Сегодня уже нет ни одной сибирской реки, где не было обнаружено избыточного количества вредных веществ. Так, в Оби, Лене, Ишине, Колыме высокое содержание нефтепродуктов, а воды Иртыша вообще признаны чрезвычайно грязными и ядовитыми из-за многократного превышения предельно допустимой концентрации по соединениям тяжелых металлов.

Дальний Восток. Валовые выбросы вредных веществ в атмосферу во Владивостоке, Хабаровске, Амурске, Комсомольске-на-Амуре и Дальнегорске превышают 100 тыс. т/год. В выбросах стационарных источников преобладают твердые вещества, оксид углерода и диоксид серы. Наибольшее воздействие на природную среду наблюдается в Приморье, Приамурье, южной части острова Сахалин. В Сахалинской области сбрасывается в водоемы около 107 млн м³ загрязненных сточных вод, в том числе 81 млн м³ — семью целлюлозно-бумажными заводами. В Камчатской области в 1996 г. было сброшено 42 млн м³ загрязненных сточных вод в рыбохозяйственные водоемы. Доля коммунальных сточных вод г. Магадана, сбрасываемых без очистки в Охотское море, составляет 80 %. В залив Петра Великого, являющийся наиболее загрязненным районом Японского моря, поступает ежегодно 650 млн м³ сточных вод, из них 500 млн м³ без очистки.

Повсеместно отмечается значительное сокращение рыбных запасов, особенно в Камчатской и Сахалинской областях, дающих половину дальневосточных уловов рыбы. На грани экологического бедствия находятся нерестилища рек Камчатки, Сахалина, Курильских островов.

В лесном хозяйстве Дальнего Востока сложилась трудная экологическая ситуация, вызванная бесконтрольной вырубкой и несбалансированностью отраслей, что усугубляет разрушение экосистем. Леса на больших площадях подвержены регулярным пожарам, воздействию вредителей и болезней. Ущерб от них составил примерно 50 % общего ущерба всех пожаров в стране.

Концентрация вредных веществ в атмосфере превышает 10 предельно допустимых концентраций в 80 городах; 5 предельно допустимых концентраций — в 126 городах, 1 предельно допустимую концентрацию — в 204 городах России. Наибольшее количество загрязняющих веществ от стационарных источников выбрасывается в Красноярском крае (10 % общего выброса по России), в Свердловской и Тюменской областях (7,5 %), в Кемеровской области (4 %). Главные причины — нарушения в работе технологического оборудования, отсутствие пыле- и газоочистного оборудования или его физический износ [10].

4. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

4.1. Природные ресурсы.

Понятие и классификация

Природные ресурсы — это совокупность естественных тел и явлений природы, которые человек использует в своей жизнедеятельности, в создании материальных и культурных потребностей общества.

Природные ресурсы могут использоваться как:

- 1) непосредственные предметы биологического потребления (кислород, вода, еда);
- 2) средства труда, с помощью которых осуществляется общественное производство (земля, водные пути);
- 3) предметы труда, из которых производятся все изделия (минералы, древесина) и т. д.;
- 4) источники энергии (запасы горючих ископаемых, энергия ветра, энергия недр и т. д.);
- 5) средства обеспечения отдыха и восстановления здоровья и трудоспособности человека (рекреационные ресурсы) [20].

Первым признаком классификации природных ресурсов является их вид. Согласно этому признаку они делятся на природные явления (солнечная энергия, приливы, отливы), животный мир, растительный мир, природные вещества (вода,

воздух, почва) и полезные ископаемые (нефть, золото, руды). Причем полезные ископаемые могут быть готовыми к потреблению (уголь, драгоценные и отделочные камни, соль) и требующими переработки, синтеза (нефть, руда, синтетические удобрения) [21].

Вторым признаком классификации природных ресурсов является их исчерпаемость. По исчерпаемости природные ресурсы разделяются на:

1) неисчерпаемые — это количественно неиссякаемая часть природных ресурсов (солнечная энергия, энергия ветра, энергия воды, энергия недр);

2) исчерпаемые — это ресурсы, количество которых неуклонно снижается по мере их добычи или изъятия из природной среды; исчерпаемые ресурсы, в свою очередь, подразделяются на невозобновляемые (это ресурсы, которые совершенно не восстанавливаются или восстанавливаются во много раз медленнее, чем используются человеком) и возобновляемые — это ресурсы, способные к восстановлению через размножение (животные, растения, микроорганизмы).

По использованию природные ресурсы подразделяются на: производственные (сельскохозяйственные и промышленные), рекреационные; научные, эстетические. Деление по признаку использования условно, так как один и тот же ресурс (например, вода в озере) может быть использован для промышленных, сельскохозяйственных и рыболовческих нужд. Однако при этом часто действует **правило интегрального ресурса**, согласно которому использование его в одних целях затрудняет или полностью исключает использование в других. Так, если в водоем спускаются отходы промышленного производства, это затрудняет использование его в питьевых целях или для разведения рыб. Т. е. для этого необходимо по каждому конкретному ресурсу принимать решение относительно того, какой из планируемых видов его использования принесет наибольшую пользу населению при минимизации вреда окружающей среде.

При осуществлении хозяйственной деятельности очень важно иметь четкое представление о ресурсообеспеченности [20].

Ресурсообеспеченность — это соотношение между величиной природных ресурсов и размерами их использования. Она выражается либо количеством лет, на которое должно хватить данного ресурса, либо его запасами из расчета на душу населения.

По обеспеченности многими ресурсами наша страна занимает первое место в мире. Однако о ресурсообеспеченности нельзя судить только по размерам запасов, надо учитывать ин-

тенсивность потребления. В этом аспекте данные по России неутешительны: огромное их количество перекачивается за рубеж.

4.2. Принципы и типы природопользования. Ресурсный цикл

Природопользование — это использование человеком в целях своего жизнеобеспечения веществ и свойств окружающей среды.

Природопользование человека проявляется в четырех формах: жизнеобеспечивающей, хозяйственно-экономической, оздоровительной и культурной. Наиболее важной является жизнеобеспечивающая форма природопользования, включающая использование воздуха для дыхания, воды для питья, растительный и животный мир для питания. Хозяйственно-экономическая форма также имеет потребительское для человека предназначение. Субъекты экономики (фабрики, заводы, сельскохозяйственные предприятия) производят для человека товары, используя в той или иной степени различные природные ресурсы. Оздоровительная форма природопользования выражается в профилактике и лечении заболеваний человека с использованием природных ресурсов. Культурная форма природопользования представляет собой использование красот природы для удовлетворения культурно-познавательных способностей человека (например, массовый приток туристов к озеру Байкал или к Ниагарскому водопаду).

Различают экономический и социоэкологический принципы природопользования.

Экономический принцип природопользования характерен для ранних периодов развития производства, когда определенные воздействия вызывают определенную реакцию природной среды, но не нарушают при этом природного равновесия в целом. Производство тогда не было таким «повсеместным», и природа убирала все загрязнения путем самоочищения; производственная деятельность человека ориентировалась на получение максимальной экономической прибыли при минимальных затратах. Данный период был характерен до 1950 г.

Социоэкологический принцип — «современный» принцип природопользования (производство расширилось), который должен в реальности выглядеть следующим образом: получение максимального экономического результата при минимальных затратах и при обязательном сохранении равновесия в био-

сфере. Конечно, на современный момент социоэкологический принцип природопользования в России не выполняется. Социоэкологическим принципом можно считать совмещение природного и антропогенного ресурсных циклов.

Ресурсный цикл — это совокупность превращений и пространственных перемещений определенного вещества или группы веществ, происходящих на всех этапах использования его человеком.

Само слово «цикл» подразумевает замкнутость. В природе все вещества находятся в замкнутых биогеохимических циклах. Ресурсный цикл веществ, используемых человеком в своей деятельности, называется антропогенным (рис. 10). На всех этапах ресурсного цикла в окружающей среде рассеивается 95–98 % добываемого сырья. Причинами этого являются следующие операции: добыча, несовершенство средств транспортировки, несовершенство технологического процесса получения конечного продукта, невозможность использования вышедших из употребления изделий.

Человек уже давно подошел к той поре, когда ему необходимо замкнуть антропогенный ресурсный цикл, так как:

- 1) все потери на рис. 10 — это вещества, загрязняющие окружающую среду;
- 2) многие ресурсы остались в небольшом количестве; для этого необходимо совершенствовать каждый этап операций с ресурсами (пунктирные линии на рис. 10).

Следовательно, замкнув антропогенный ресурсный цикл, человек решает две глобальные проблемы: загрязнение окружающей среды и сохранение природных ресурсов [20].

В настоящее время в мире существует **три типа экономических механизмов природопользования**:

- 1) мягкий, или «догоняющий», тип; это односторонне либеральный в экологическом отношении механизм. В данном типе существуют ограничительные экологические рамки для экономического развития, но этот тип в основном направлен на ликвидацию негативных последствий, а не на причину их возникновения;

- 2) «стимулирующий»; ведущее место в данном типе играют рыночные инструменты. На базе новых технологий увеличиваются объемы производства, а эти самые новые технологии не так загрязняют окружающую среду и позволяют использовать природные ресурсы вторично;

- 3) «жесткий», или «подавляющий», тип; административные и рыночные инструменты посредством жесткой правовой, налоговой, кредитной и штрафной политики подавляют развитие

отраслей и комплексов. В целом это способствует экономии природных ресурсов.

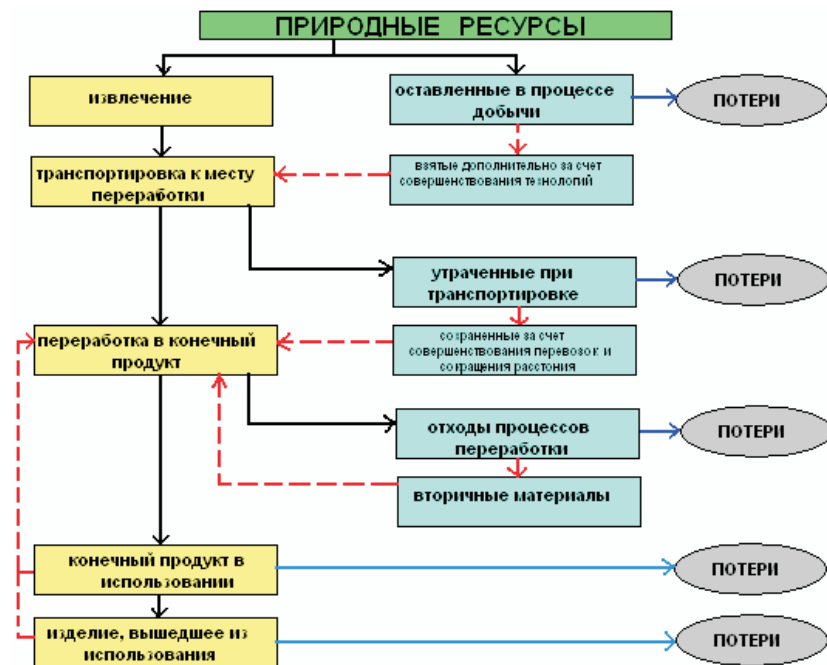


Рис. 10. Антропогенный ресурсный цикл [20]

В России сейчас существует первый тип природопользования. Мы убираем последствия, но не рубим проблему на корню.

В настоящее время весьма важным является направление, которое получило название экологического менеджмента. **Экологический менеджмент** — это безопасное управление природными процессами, которое определяется как биологическими особенностями объекта управления, так и социально-экономическими возможностями управляющего. Экологический менеджмент рассматривает получение максимального экономического результата при минимальных затратах и минимальной нагрузке на окружающую природную среду.

Формы природопользования осуществляются в двух видах: **общее природопользование** и **специальное природопользование**. Общее

природопользование не требует специального разрешения (пользование водой, воздухом). Специальное природопользование осуществляется физическими и юридическими лицами на основании разрешения уполномоченных государственных органов [20].

Рациональное природопользование отличается следующими особенностями:

1) использование природных ресурсов должно сопровождаться их восстановлением (для возобновляемых природных ресурсов). Например, государством строго контролируется вырубка лесов, охота и другие виды деятельности, которые могут нанести урон этим ресурсам. Лесхозы должны следить за состоянием вверенных им лесных массивов, не допускать самовольной вырубки леса и браконьерства. Охота разрешена только в определенные сезоны, и для ее осуществления необходима лицензия. Для охраны растительного и животного мира предусмотрено создание особо охраняемых территорий, к которым относятся заповедники, заказники, национальные и природные парки, памятники природы;

2) комплексное использование природных ресурсов; это направление рационального природопользования должно осуществляться в первую очередь для исчерпаемых природных ресурсов, т. е. для полезных ископаемых. Здесь можно выделить две тенденции: использование одних и тех же ресурсов в разных отраслях хозяйства и более полное извлечение ресурсов на стадии их добычи. Например, отходы ТЭС (зола и шлаки) могут применяться в качестве строительного материала: гранулированные доменные шлаки являются прекрасным материалом для дорожного строительства, в смеси с вязким битумом они прекрасно заменяют асфальтовые смеси. Битумошлаковые покрытия дорог в два с половиной раза дешевле асфальтобетонных. Перспективным направлением является комплексная разработка месторождений полезных ископаемых. Практически все месторождения рудных полезных ископаемых являются комплексными; они содержат, как правило, несколько полезных элементов, один из которых является основным, остальные — попутными. Например, из медных руд можно получить цинк, серу, железо, молибден, золото и серебро. Из железных руд можно добывать ванадий, никель, кобальт, фосфор, бор, серу. При добыче нефти попутный газ, который часто сжигают в факелах, можно использовать в химической промышленности для получения многих ценных соединений;

3) вторичное использование природных ресурсов. Практически все виды производимых материалов — металл, бумагу,

пластмассы — можно подвергать вторичной переработке. Во-первых, вторичная переработка позволяет экономить первичное сырье и энергию, так как на производство продуктов из вторичного сырья требуется намного меньше энергии. Например, для переплавки металлолома в сталь требуется в десять раз меньше энергии, чем для выплавки стали из руды. Во-вторых, вторичная переработка позволяет уменьшить количество твердых отходов. Несмотря на очевидные преимущества, вторичная переработка используется пока не для всех видов отходов, так как технологии переработки являются сложными и дорогостоящими;

4) проведение природоохранных мероприятий; эти мероприятия в первую очередь должны проводиться промышленными предприятиями, а государственные органы, отвечающие за охрану окружающей природной среды, должны контролировать их выполнение. Любое промышленное предприятие должно быть оснащено очистными сооружениями, принимать меры по внедрению малоотходных технологий, обеспечивать соблюдение режима санитарно-охранных зон, которые устанавливаются вокруг каждого предприятия. Государственные контролирующие органы должны следить за тем, чтобы не вводились в эксплуатацию предприятия, не обеспеченные очистными сооружениями, а также за тем, чтобы действующие предприятия соблюдали нормативы качества окружающей природной среды и другие нормы и правила, установленные в законодательном порядке;

5) внедрение новейших технологий с целью снижения нагрузки на окружающую природную среду. Сейчас новейшие технологии разрабатываются по различным направлениям: энергосбережение, ресурсосбережение, вторичная переработка, очистка выбросов, мониторинг окружающей природной среды. К энергосберегающим технологиям относится использование нетрадиционных источников энергии (солнечной геотермальной, энергии ветра и др.). Внедрение ресурсосберегающих технологий особенно актуально для исчерпаемых природных ресурсов. Например, разрабатываются технологии, которые позволяют увеличить глубину переработки нефти. Используемые в настоящее время методы позволяют получить из нефти только 60 % ценных продуктов, остальные 40 % — это мазут. Более совершенные технологии позволяют получить до 90 % ценных продуктов [20].

4.3. Мониторинг окружающей природной среды

Мониторинг окружающей природной среды — это долгосрочные наблюдения за состоянием окружающей природной среды, а также оценка и прогноз состояния природной среды и ее загрязнения.

Различают несколько видов мониторинга.

По территориальному признаку выделяют *локальный, региональный и глобальный* (биосферный) мониторинг. Локальный мониторинг обычно ведут применительно к отдельным объектам — например, лесным, водным, горным. Региональный — это слежение за процессами и явлениями в пределах значительного района, который обычно отличается от соседних по природным условиям. Например, это природные зоны, рекреационные территории вокруг городов. Глобальный мониторинг проводится с целью получения информации о биосфере в целом или об отдельных биосферных процессах. Глобальный мониторинг проводится в рамках международного сотрудничества [6].

Разработка и координация глобальной системы мониторинга окружающей среды осуществляется ЮНЕП и Всемирной метеорологической организацией в рамках различных международных программ и проектов. Основными целями этих программ являются: оценка влияния глобального загрязнения на климат; оценка загрязнения Мирового океана и влияния загрязнения на морские экосистемы и биосферы; оценка критических проблем, возникающих в связи с сельскохозяйственной деятельностью и землепользованием; создание международной системы предупреждения о стихийных действиях.

В настоящее время создана мировая сеть станций фонового (глобального) мониторинга, на которых осуществляется слежение за определенными параметрами состояния компонентов природной среды во всех типах экосистем. Станции комплексного мониторинга России расположены в шести биосферных заповедниках и являются частью глобальных международных наблюдательных сетей.

Примером глобального мониторинга может служить система Environmental Observation System (EOS), реализуемая в США и рассчитанная на 15 лет. В ее основе лежит обработка данных, получаемых с трех спутников, оснащенных видеоспектрометрами, радиометрами, радаром, радиовысотометрами и другой аппаратурой. EOS создается как многофункциональная информационная система, анализ данных которой позволит понять функционирование Земли как природного комплекса и выявить пределы его изменчивости [10].

По используемым методам различают *наземный, авиационный и космический* мониторинг.

Наземный мониторинг проводится тогда, когда никакие другие методы наблюдений не пригодны или проводится для уточнения данных, полученных с космических или авиационных аппаратов. При использовании этого метода часто используют *биоиндикаторы* — живые организмы, по наличию или внешнему виду которых можно судить о состоянии окружающей среды. Например, при покраснении хвойных иголок определяют, что в атмосферном воздухе много оксидов серы, а отдельные виды лишайников используют как показатели присутствия определенных загрязняющих веществ.

Авиационный мониторинг ориентирован на региональные или локальные явления. Например, он широко используется в целях инвентаризации лесов, выявления площадей, пораженных пожаром, промышленными загрязнениями.

Космический мониторинг позволяет составить представление об отдельных изменениях в биосфере, которые при других методах не выявляются. Первый экологический ИСЗ «Космос-1906» был запущен в конце 1987 г. [6].

Государственный экологический мониторинг в России ведется по следующим объектам: атмосферный воздух, водные объекты, объекты животного мира, леса, геологическая среда, земли, особо охраняемые природные территории и др. Наблюдение, оценка и прогноз состояния отдельных компонентов природной среды и источников антропогенного воздействия осуществляются в рамках соответствующей функциональной подсистемы экологического мониторинга. Организация мониторинга в рамках функциональной подсистемы возлагается на соответствующие федеральные ведомства, специально уполномоченные Правительством России [10].

Объекты мониторинга в указанных подсистемах и государственные уполномоченные органы приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Направления Государственного экологического мониторинга и функциональные подсистемы [10]

Объекты мониторинга	Уполномоченный государственный орган
Загрязнение атмосферы, поверхностных вод суши, морской среды, почв	Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

Продолжение таблицы 4.1

Объекты мониторинга	Уполномоченный государственный орган
Состояние и использование земель, плодородие земель, плодородие земель с/х назначения	Федеральное агентство по сельскому хозяйству
Геологическая среда: полезные ископаемые, экзогенные и эндогенные геологические процессы, объекты недропользования, подземные воды	Федеральная служба по надзору в сфере природопользования
Водная среда водохозяйственных систем в местах водозабора и сброса сточных вод	Федеральное агентство водных ресурсов
Леса и растительный мир на землях лесного фонда	Федеральное агентство лесного хозяйства
Животный и растительный мир суши (кроме лесов)	Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору
Особо охраняемые природные территории	Федеральная служба по надзору в сфере природопользования
Источники загрязнения окружающей природной среды и зоны их прямого воздействия	Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. Федеральная служба в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
Потенциальные источники экологических аварий и катастроф. Радиационно опасные объекты	Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору
Факторы среды обитания и состояние здоровья населения	Федеральная служба в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

Функциональные подсистемы мониторинга состояния атмосферного воздуха, загрязнения почв, поверхностных вод суши и морской среды объединены в *Государственную службу наблюдения за загрязнением окружающей природной среды* (далее по тексту ГСН), действующую в России уже больше четверти века. Ее организационную основу составляет система мониторинга Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу природной среды, в состав которой входят территориальные органы (управления) и наблюдательная сеть, состоящая из стационарных и передвижных постов, станций, лабораторий и центров обработки результатов.

Обобщенные данные, полученные ГСН, публикуются в ежегодном Государственном докладе о состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения России.

Весь комплекс работ в ГСН, начиная с планирования расположения наблюдательной сети и кончая алгоритмами обработки информации, регламентируется соответствующими нормативно-методическими документами [10].

Государственный мониторинг состояния атмосферного воздуха проводит Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), который располагает 661 стационарным постом (в 236 городах и поселках) и 160 химическими лабораториями.

В одной только Москве действует 36 стационарных постов, воздух на них оценивается по 30 стандартным показателям. При маршрутных наблюдениях и дополнительных обследованиях загрязнения атмосферного воздуха часто используются передвижные лаборатории (передвижные лаборатории «Атмосфера») [20].

В биосферных заповедниках России (их 17 — Астраханский, Байкальский, Баргузинский, Воронежский, Саяно-Шушенский, Кроноцкий, Сихотэ-Алинский, Центрально-Сибирский и др.) расположены станции, составляющие систему фоновоего мониторинга. На них собирается информация о наиболее значимых для человечества и биосферы в целом компонентах биосферы — озоне, химическом составе осадков, атмосферно-электрических характеристиках и т. д.

Государственный контроль за охраной атмосферного воздуха осуществляется Министерством природы России и его территориальными органами; порядок контроля определен Правительством Российской Федерации (ст. 24 Закона «Об охране атмосферного воздуха»).

Государственный контроль должен обеспечить соблюдение условий, установленных разрешениями на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу; стандартов, нормативов, правил и иных требований охраны атмосферного воздуха; соблюдение санитарно-защитных зон объектов, имеющих стационарные источники выбросов вредных веществ в атмосферный воздух; выполнение федеральных и региональных программ охраны атмосферного воздуха; выполнение требований законодательства РФ в области охраны атмосферного воздуха.

Государственный мониторинг водных объектов мониторинг подземных водных объектов, мониторинг водохозяйственных систем и сооружений.

Мониторинг водных объектов предусматривает:

1) постоянные наблюдения за состоянием, качественными и количественными показателями как поверхностных, так и подземных вод;

2) сбор, хранение и обработку данных наблюдений;

3) создание и ведение банков данных;

4) оценку, составление прогнозов изменения состояния водных объектов и передачу соответствующей информации правительственными органами Федерации и ее субъектов [20].

Государственный мониторинг водных объектов осуществляет Министерство природных ресурсов РФ (далее по тексту МПР РФ), Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) и другие специально уполномоченные государственные органы в области охраны окружающей среды.

МПР РФ отвечает за развитие сети станций и постов наблюдений на водных объектах, разработку автоматизированных информационных систем (далее по тексту АИС) по ведению государственного мониторинга водных объектов, создание наблюдательной сети постов на водохозяйственных системах и сооружениях. Росгидромет ведет наблюдение за загрязнением поверхностных вод суши, охватывая при этом 154 водоема и 1172 водотока, на которых исследуются гидрохимические показатели.

Санитарно-эпидемиологическая служба России отвечает за санитарную охрану водоемов. Она располагает 2600 санитарно-эпидемиологическими учреждениями, 35 научно-исследовательскими учреждениями гигиенического и эпидемиологического профиля.

Мониторинг радиоактивных материалов и отходов. С окончанием «холодной войны» начался процесс сокращения числа предприятий и персонала как в военной, так и в гражданской

сферах атомной науки и техники. Однако и сейчас Россия обладает огромным потенциалом в этой области.

В настоящее время почти создана (при непосредственном участии Вооруженных Сил) **Единая государственная автоматизированная система контроля радиационной обстановки** на территории страны, основными функциями которой являются:

1) определение площадей, уровней и масштабов загрязнений;

2) прогнозирование изменения радиационной обстановки;

3) обеспечение хозяйственных органов, органов власти, а также военных структур необходимой информацией о радиационной обстановке;

4) выработка рекомендаций и предложений по обеспечению безопасности населения, защиты окружающей среды, устойчивого функционирования промышленности и сельского хозяйства [20].

С целью интеграции существующих в России ведомственных служб наблюдения за состоянием окружающей среды, а также их методологического, метрологического и информационного сопряжения Правительство Российской Федерации в ноябре 1993 г. приняло постановление «О создании Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ)».

В состав ЕГСЭМ должны входить:

1) функциональные подсистемы, осуществляющие ведение мониторинга отдельных компонентов окружающей природной среды и источников антропогенного воздействия;

2) федеральный и территориальные информационно-аналитические центры, осуществляющие обобщение информации функциональных подсистем и оценку состояния окружающей природной среды в пределах природно-территориальных комплексов (геоэкосистем), территории субъектов Российской Федерации и страны в целом.

Однако многочисленные реорганизации природоохранных ведомств, происходившие после 1993 г., привели к тому, что акцент в создании ЕГСЭМ был перенесен с федерального на территориальный уровень. В настоящее время в половине субъектов Российской Федерации развернуты работы по созданию территориальных подсистем ЕГСЭМ. Более чем в 20 регионах созданы региональные информационно-аналитические центры мониторинга (РИАЦ), оснащенные современными компьютерными технологиями. Налаживается обмен информацией между территориальными ведомственными службами наблюдения и контроля [10].

4.4. Кадастры природных ресурсов

Кадастры природных ресурсов — это свод экономических, экологических, организационных и технических показателей, который характеризует количество и качество природного ресурса, а также состав и категории природопользователей.

Данные кадастров лежат в основе рационального использования природных ресурсов, охраны природной среды; на их базе определяется денежная оценка природного ресурса, его продажная цена, система мер по восстановлению и оздоровлению окружающей среды. Единого кадастра природных ресурсов не существует. Они представлены по видам природных ресурсов и образуют определенную экономико-правовую структуру.

Перечень основных природных кадастров, реестров и ведущих их организаций предоставлен на рис. 11.

Земельный кадастр. В соответствии с Земельным кодексом РСФСР в земельный кадастр включены следующие основные сведения: качественный состав почв, распределение земель по использованию, собственники земли (владельцы, арендаторы, пользователи). Данные кадастровой оценки земель учитывают при планировании и использовании земель, распределении по целевому назначению, их предоставлении или изъятию, при определении платежей за землю, для оценки степени рационального использования земель.

Ведение земельного кадастра поручено органам Государственного комитета по земельным ресурсам и землеустройству Российской Федерации (Роскомзем).

Кадастр месторождений полезных ископаемых. Характеристика кадастра дается в Законе Российской Федерации «О недрах». Его ведет Государственный комитет по геологии и использованию недр (Роскомнедра). Кадастр включает в себя сведения о ценности каждого месторождения полезных ископаемых, горнотехнические, экономические, экологические условия их разработки.

Водный кадастр. В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 23 апреля 1994 г., задачи государственного водного кадастра следующие: текущая и перспективная оценка состояния водных объектов с целью планирования использования водных ресурсов, предотвращения истощения водоисточников, восстановления качества воды до нормативного уровня. Головной организацией здесь является Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

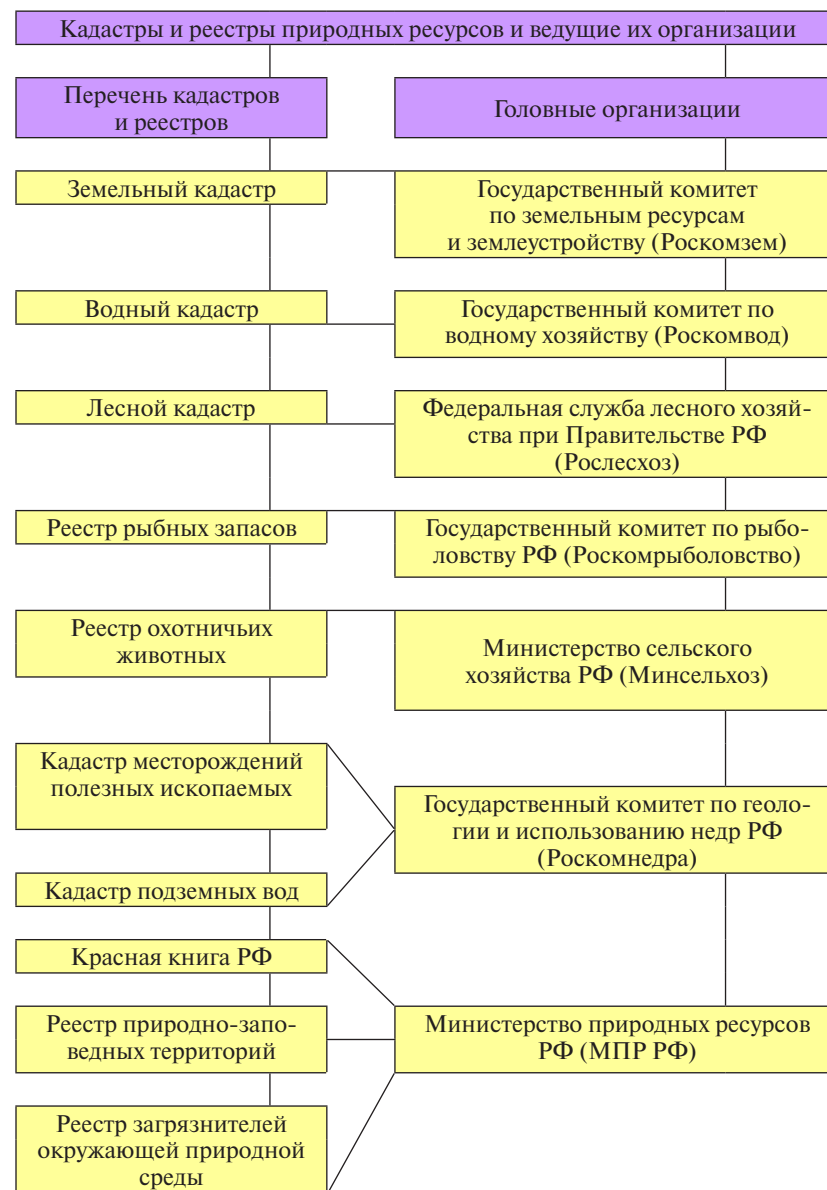


Рис. 11. Перечень основных природных кадастров, реестров и ведущих их организаций [8]

Однако использование воды находится под контролем Государственного комитета по водному хозяйству (Роскомвод), а подземными водами занимается Государственный комитет по геологии и использованию недр (Роскомнедра). На основании материалов водного кадастра определяется целевое использование вод, проводится паспортизация водных объектов, изъятие из хозяйственного оборота наиболее ценных, вводятся ограничительные меры по водопользованию с целью охраны водоисточников [20].

Лесной кадастр. Его ведет Федеральная служба лесного хозяйства при Правительстве РФ и ее органы на местах (Рослесхоз). В соответствии со ст. 77 Основ лесного законодательства лесной кадастр содержит сведения о правовом режиме лесного фонда, о количественной и качественной оценке состояния лесов, о групповом подразделении и категории лесов по их защищенности, дается экономическая оценка 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 ведет Управление охоты и охотничьего хозяйства, которое находится в ведении Министерства сельского хозяйства РФ (Минсельхоз). На основании этого реестра ведется количественный и качественный учет животных охотничьего фонда, устанавливаются резкие ограничения охоты на те виды, которые проявляют устойчивые тенденции к сокращению популяций.

Реестр рыбных запасов в количественных и качественных показателях по внутрихозяйственным водоемам составляет Государственный комитет по рыболовству РФ (Госкомрыболовство).

Своеобразным кадастром редких животных и растений служит Красная книга Российской Федерации, Красные книги республик, краев и областей. Функции кадастра также выполняет **Реестр природно-заповедных территорий и объектов** — заповедников, национальных парков, памятников природы. Функции по ведению двух вышеперечисленных реестров возложены на МПР РФ. Наконец, на МПР РФ возложены функции по ведению **Реестра загрязнителей**, в котором ведется учет загрязнителей окружающей природной среды, выбросов, сбросов, захоронений и их количественная и качественная оценка.

4.5. Красные книги животных и растений

Международные усилия по сохранению биоразнообразия продолжаются всего около 100 лет. Потеря любого вида растений и животных — глубокая трещина в биологическом разнообразии Земли. Человечество давно осознало эту опасность, и создание красных книг разного ранга стало первым шагом в его борьбе за сохранение животных и растений, подошедших к черте, из-за которой нет возврата. Красные книги стали инструментом инвентаризации редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, научным фундаментом их охраны, главным оружием экологического просвещения.

В 1902 г. в Париже рядом стран была подписана Международная конвенция по охране птиц, которую можно считать первым международным соглашением по охране биоразнообразия. В 1948 г. был создан Международный союз охраны природы (МСОП) и международная неправительственная организация при ЮНЕСКО с консультативным статусом, которая в 1984 г. объединяла уже 502 организации из 130 стран мира. В 1949 г. была создана специальная общественная Комиссия по редким видам. Основной своей целью комиссия поставила создание мирового аннотированного списка животных, которым грозит исчезновение. Для того чтобы подчеркнуть особую значимость этого кадастра, Питер Скотт, возглавлявший комиссию вплоть до 1978 г., предложил назвать его Красной книгой, поскольку красный цвет — сигнал опасности. Сейчас немного найдется людей, которые бы ничего не слышали о Красной книге [20].

По степени редкости виды, занесенные в Красную книгу, делятся на 5 категорий: исчезающие, редкие, сокращающиеся численность, неопределенные (малоизученные), восстановленные, то есть те, опасность исчезновения которых миновала в результате принятых мер.

Списки видов каждой из этих категорий в Красной книге МСОП печатают на листах бумаги разного цвета: исчезающие виды — на красных, сокращающиеся — на желтых, редкие — на белых, неопределенные — на серых, восстановленные — на зеленых. Для каждого вида приводятся сведения о распространении и численности в настоящее время и в прошлом; о темпах изменения численности и причинах ее уменьшения; о мероприятиях по спасению и их результатам.

Уже в 1949 г. МСОП начал собирать информацию о редких животных и растениях. Понадобилось 14 лет, чтобы в 1963 г. появилась первая Красная книга МСОП (Red Data Book). Два

тома представляли собой сводку о 211 таксонах млекопитающих и 312 таксонах птиц. Это были скрепленные между собой как перекидной календарь страницы, каждая из которых посвящалась отдельному виду. Предполагалось, что листы будут выниматься и дополняться новыми в зависимости от ситуации с охраной редких животных. В 1966–1971 гг. вышло второе издание, которое было уже гораздо более объемным и включало сведения не только о млекопитающих и птицах, но и амфибиях и рептилиях. Так же, как и первое, это издание не было рассчитано на широкое распространение. Тома 3-го издания Красной книги МСОП начали появляться с 1972 г. Последнее издание, вышедшее в 1978–1980 гг., включает 226 видов и 70 подвидов млекопитающих, 181 вид и 77 подвидов птиц, 77 видов и 21 подвид рептилий, 35 видов и 5 подвидов амфибий, 168 видов и 25 подвидов рыб. Среди них 7 восстановленных видов и подвидов млекопитающих, 4 – птиц, 2 вида рептилий.

Красная книга МСОП охватывает животный мир в глобальном масштабе и содержит рекомендации по охране, адресованные странам и правительствам, на территории которых сложилась угрожающая для животных ситуация. Эти рекомендации неизбежно носят самый общий характер. Именно поэтому необходимым дополнением к Красной книге МСОП стали национальные Красные книги. Включение таксона в национальную Красную книгу предполагало моральную ответственность той или иной страны за его дальнейшее благополучное существование. В большинстве стран издавались и издаются соответствующие нормативные акты по охране животных и растений и внесенные в Красные книги и списки.

Первая Красная книга СССР появилась в 1978 г., ее выпуск был приурочен к открытию XIV Генеральной ассамблеи Международного союза охраны природы (IUCN), проходившей в СССР, в Ашхабаде. Значение Красной книги СССР в охране редких видов заключалось в первую очередь в том, что она стала основой для законодательных актов, направленных на охрану животного и растительного мира. Кроме того, она по сути своей представляет собой научно обоснованную программу практических мероприятий по спасению редких видов. И наконец, неопределима роль Красной книги как средства воспитания и пропаганды разумного и бережного отношения к животным и растениям вообще и редким в частности. Очевидно, что, как и Красная книга МСОП, Красная книга СССР должна была постоянно совершенствоваться. Второе издание Красной книги СССР было осуществлено в 1984 г. Значение этого изда-

ния Красной книги чрезвычайно велико. Прежде всего, в ней был собран значительный материал по биологии редких видов, который мало «стареет» и используется до сих пор. Материалы Красной книги СССР легли в основу республиканских Красных книг, в частности – Красной книги России, а затем и Красных книг новых независимых государств [21].

4.6. Особо охраняемые природные территории

Основу территориальной охраны природы в России составляет система особо охраняемых природных территорий (далее по тексту ООПТ). Статус ООПТ в настоящее время определяется Федеральным Законом «Об особо охраняемых природных территориях», принятым Государственной Думой 15 февраля 1995 г. Согласно Закону «Особо охраняемые природные территории – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют свое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим специальной охраны». Россия унаследовала от СССР довольно сложную систему категорий ООПТ, которая формировалась эволюционно. В Законе выделяются следующие категории:

- 1) государственные природные заповедники, в том числе биосферные;
- 2) национальные парки;
- 3) природные парки;
- 4) государственные природные заказники;
- 5) памятники природы;
- 6) дендрологические парки и ботанические сады.

Среди этих территорий лишь заповедники, национальные парки и заказники федерального значения имеют федеральный статус (заказники могут быть и местными), остальные формы охраны территории обычно имеют местный статус и здесь не рассматриваются. Кроме того, Закон постулирует возможность создания и других категорий ООПТ, что уже реализуется. Традиционно высшей формой охраны природных территорий в нашей стране являются заповедники [20].

Заповедники организуются постановлением Федерального правительства и находятся под совместным управлением Федерации

и ее субъекта, на территории которого они располагаются. Территории заповедников полностью изымаются из хозяйственного использования и не могут отчуждаться, кроме того, заповедники имеют научный отдел, осуществляющий постоянное изучение их природных комплексов. Задачи заповедников ограничиваются охраной и исследованием природных комплексов, просвещением, участием в экологической экспертизе, подготовкой соответствующих кадров. Обычно на территории заповедника выделяется зона, полностью закрытая для всякого воздействия. Нередко вдоль границ заповедников располагаются их охранные зоны, выполняющие буферную функцию за счет ограничений на определенные виды хозяйственной деятельности.

В статусе заповедников реализуется наиболее действенный для охраны территорий режим. На 1 января 1998 г. в России действовало 98 заповедников общей площадью 32,9 млн га. Вот некоторые из них: «Убсунурская котловина» — в республике Тыва, Гыданский и Ямальский — в Ненецком автономном округе, Корякский — на севере Камчатской области, Ростовский степной заповедник. Территория всех заповедников России составляет 2,1 % от общей площади страны.

Размеры заповедников сильно различаются. Так, расположенный на севере Российской Федерации Таймырский заповедник занимает около 1,4 млн га, а лесостепной заповедник «Галичья гора», находящийся в долине Дона, — всего 231 га. Самые большие российские заповедники — Таймырский и Командорский (3,65 млн га).

С помощью заповедников решаются три главные задачи: охрана флоры, фауны и природных ландшафтов со строго ограниченным или полностью запрещенным пребыванием на его территории; исследование и контроль состояния экосистем и входящих в них популяций животных и растений (заповедники являются научными учреждениями, где работают биологи разного профиля); восстановление популяций редких и исчезающих видов растений и животных.

Национальные парки в отличие от заповедников наряду с задачами по охране и изучению природных комплексов должны обеспечивать туризм и рекреацию граждан. На их территории могут сохраняться земельные участки иных пользователей и собственников с преимущественным правом национального парка на покупку такой земли. На 1 января 1998 г. в России действовало 32 природных национальных парка общей площадью в 6,7 млн га. Территория этих высших форм охраны составила 0,2 % от общей площади страны.

Национальные природные парки — новая для России форма охраны территорий. Первые два (Лосинный остров и Сочинский) были созданы лишь в 1983 г., 12 из 32 — в последние пять лет. Реализация правового статуса национальных парков пока еще сталкивается с серьезным противодействием со стороны хозяйствующих субъектов, деятельность которых этим статусом ограничивается. Пока эту форму нельзя считать эффективным методом территориальной охраны живой природы, однако внимание общественности и тенденции, известные по другим странам, дают достаточно надежд на постепенную реализацию потенциала этой формы охраны природных комплексов.

Природный парк — территория, обладающая особой экологической и эстетической ценностью и используемая для организованного отдыха населения.

Природные **заказники** отличаются от предыдущих категорий тем, что их земли могут как отчуждаться, так и не отчуждаться у собственников и пользователей, они могут быть как федерального, так и местного подчинения. Среди заказников федерального значения наибольшую роль играют зоологические, другие формы — ландшафтные, ботанические, лесные, гидрологические, геологические — распространены в меньшей степени. На 1 сентября 1994 г. в стране существовало 59 охотничьих и комплексных заказников федерального значения общей площадью в 62,0 млн га. Основной их функцией является охрана охотничьей фауны. Охота запрещена всегда, но нередко бывают введены и весьма существенные ограничения на лесозексплуатацию, строительство и некоторые другие виды хозяйственной деятельности. Охрана этих резерватов обычно довольно неплохо налажена [21].

Памятники природы — отдельные природные объекты, отличающиеся уникальностью и невоспроизводимостью, имеющие научное, эстетическое, культурное или воспитательное значение. Это могут быть очень старые деревья, бывшие «свидетелями» каких-то исторических событий, пещеры, скалы, водопады и др. Таковых в России имеется около 8 тыс., при этом на территории, где расположен памятник, запрещена любая деятельность, которая способна его разрушить.

Дендрологические парки и ботанические сады — созданные человеком коллекции деревьев и кустарников в целях как сохранения биоразнообразия и обогащения растительного мира, так и в интересах науки, учебы и культурно-просветительской работы [6].

5. НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

5.1. Общие понятия о предельно допустимых концентрациях и предельно допустимых выбросах вредных веществ

Вещества, воздействующие на организм человека или экосистемы отрицательно, называют **вредными веществами**. Степень опасности вредных веществ устанавливается в зависимости от различных норм и показателей, и в первую очередь от **предельно допустимой концентрации** (далее по тексту ПДК) вредного вещества.

ПДК — это такая концентрация химического вещества или соединения, которая при ежедневном воздействии на человека в течение длительного времени не вызывает в его организме патологических изменений и заболеваний.

Оценка ПДК в различных средах производится по-разному.

ПДК в воздухе ($\text{мг}/\text{м}^3$): ПДКвоздух — предельно допустимая концентрация вещества в воздухе населенных мест; эта концентрация не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. ПДК м. р. — предельно допустимая максимальная разовая концентрация вещества в воздухе населенных мест: это концентрация вред-

ного вещества в воздухе, которая при вдыхании в течение 20 минут не должна вызвать рефлекторных реакций в организме человека. ПДК с. с. — предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест: эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании [22].

ПДК в водной среде ($\text{мг}/\text{л}$): ПДКвода — предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: эта концентрация не должна оказывать прямого или косвенного влияния на органы человека в течение всей жизни и на здоровье человека последующих поколений и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

ПДК в почве ($\text{мг}/\text{м}^3$): ПДКпочва — предельно допустимая концентрация вещества в пахотном слое почвы: эта концентрация не должна вызывать прямого и косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы.

ПДК в продуктах питания ($\text{мг}/\text{кг}$): ПДКпродукты питания (ДОК) — предельно допустимая концентрация (допустимое остаточное количество) вещества в продуктах питания [22].

Для нормального существования человека должно выполняться условие, рассчитанное по формуле (5.1):

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} < 1, \quad (5.1)$$

где C_1, C_2, C_n — реальные концентрации воздействующих на человека веществ, ($\text{мг}/\text{м}^3, \text{мг}/\text{л}, \text{мг}/\text{кг}$);

$\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \text{ПДК}_n$ — предельно допустимые концентрации этих веществ.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха характеризуется **предельно допустимым выбросом** (далее по тексту ПДВ). Этот норматив устанавливается для каждого источника выброса при условии, что выброс вредных веществ при их рассеивании не создает приземной концентрации, превышающей ПДК. Расчет ПДВ осуществляется по формуле (5.2):

$$\text{ПДВ} = \frac{\text{ПДК} \cdot N \cdot V_{yx} \cdot T}{A \cdot F \cdot m \cdot n}, \quad (5.2)$$

где H — высота дымовой трубы (м);

V_{yx} — количество уходящих дымовых газов ($\text{м}^3/\text{с}$);

$T = T_{yx} - T_{окр}$ — разность между температурами уходящих газов и окружающего воздуха ($^{\circ}\text{C}$);

A, F, m, n — коэффициенты (скорости оседания загрязняющего вещества, условий выхода дымовых газов из трубы).

Классификация промышленных выбросов с учетом их ПДК проводится по средам загрязнения (атмосфера, вода, почва) и по токсичности вредных веществ.

Чем ниже ПДК, тем токсичнее вещество. Особое место среди загрязнителей занимают радионуклиды, которые опасны тем, что убивают все живое. Природа не может от них самоочищаться, так как их периоды полураспада длятся годы и десятилетия.

Критериями вредного воздействия загрязнений окружающей среды на человека, по данным медико-санитарных и эпидемиологических исследований, являются уровни смертности, рождаемости, врожденных аномалий и заболеваемости, а также физические показатели развития [22].

5.2. Инженерные средства защиты атмосферы

Как известно, без пищи человек может прожить десятки дней, без воды — несколько дней и без воздуха — всего несколько минут. Кислород воздуха выделяется в основном (кроме водорослей океана) двумя легкими планеты — Сибирской тайгой и Амазонской сельвой (джунглями), причем больше тайгой, так как в джунглях он интенсивно расходуется на гниение собственной отмершей биоты [22].

Для чего нужна очистка газов? Вредных веществ в воздухе среды обитания человека должно быть не больше ПДК. Т. е. должно соблюдаться условие по формуле (5.3):

$$C + C_{\phi} \leq \text{ПДК}, \quad (5.3)$$

где C — концентрация выходящих газов;

C_{ϕ} — фоновая концентрация.

Если концентрация вредных веществ выходящих газов вместе с фоновой концентрацией больше ПДК, необходимо производить очистку.

Проблема очистки дымовых газов предприятий является двойной: с одной стороны — это защита здоровья человека (по

некоторым данным, 25 % смертей — отравленная атмосфера), с другой — возможность возврата в производство ценных веществ. Так, из одной тонны пыли, попадающей в воздух при плавке меди, можно извлечь 100 кг меди.

Газовые выбросы бывают: твердые, жидкие, газообразные; непрерывные, периодические, залповые; организованные и неорганизованные.

Наиболее опасными являются неорганизованные выбросы, которые возникают при разгерметизации оборудования, а также из-за отсутствия или неудовлетворительной работы газопылеочистных аппаратов.

Работы по снижению выбросов ведутся в двух направлениях: собственно очистка дымовых газов и устранение (по возможности) причин образования вредных выбросов. Например, в энергетике при совершенствовании топочных процессов применяют целый ряд средств для снижения образования оксидов серы и азота при сжигании топлива.

Методы очистки газовых выбросов классифицируются следующим образом: по виду загрязнения — от пылевыноса, тумана и брызг, от газообразных и парообразных выбросов; по процессу очистки — механические и физико-химические.

Механические методы очистки газов. Наиболее простыми в изготовлении и эксплуатации являются **пылеотстойники** (рис. 12).

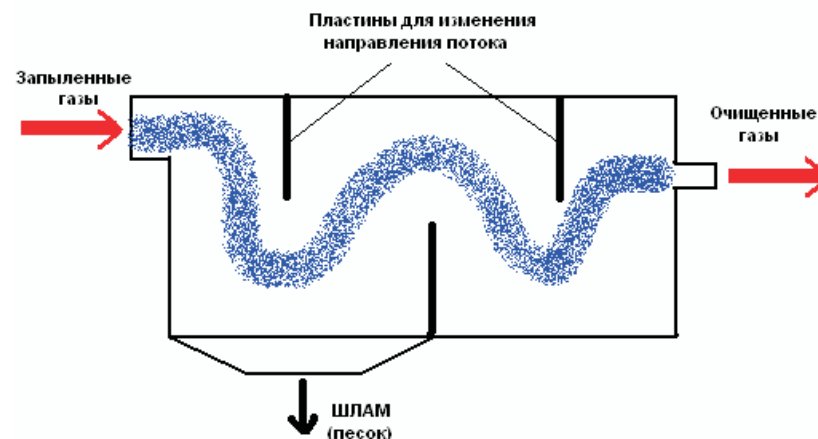


Рис. 12. Схема работы пылеотстойника

Принцип работы пылеотстойника следующий: поток запыленного газа поступает в отстойник и ударяется о верхнюю перегородку, при этом крупные частицы оседают в первом бункере. Затем направление газов изменяется. Они минуют нижнюю перегородку и снова изменяют направление, при этом в средний бункер оседают частицы меньших размеров. Далее газы снова направляются вверх, и весь процесс повторяется. Пылеотстойники имеют низкую степень улавливания (около 58 %), они материалоемки и для их размещения требуются значительные производственные площади. Эффективность механических методов зависит от частиц пылевыноса. Легче всего удаляются тяжелые частицы, труднее – легкие.

Для увеличения эффективности пылеулавливания применяют **циклоны** (рис.13), в конструкции которых предусмотрено пользование центробежного эффекта [22].

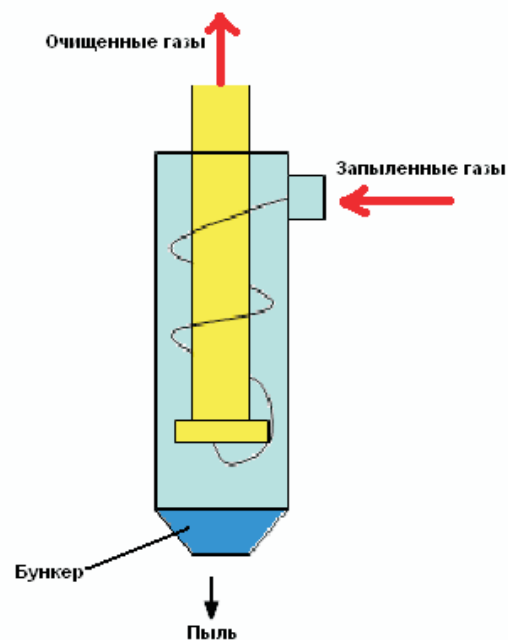


Рис. 13. Схема работы циклона

Принцип работы циклона следующий: подача запыленного газа осуществляется в верхнюю часть корпуса циклона по касательной. Поток газа закручивается, поступает вниз, затем из-

меняет направление движения и через центральную трубу уходит вверх. При этом за счет изменения направления движения крупные частицы пыли попадают в бункер, откуда пыль регулярно удаляется и по возможности используется в производстве.

Общая степень улавливания циклоном составляет 65 %. Затраты на материал для изготовления циклона меньше, чем для пылеотстойников. При этом следует иметь в виду, что чем меньше диаметр аппаратов, тем больше степень закручивания потока и, следовательно, тем выше эффективность циклона.

Еще одним средством для очистки газов от пыли являются **фильтры** различной конструкции. Они просты в эксплуатации, но требуют затрат энергии на преодоление сопротивления фильтрующего элемента ткани, слоя зернистых материалов, перфорированных перегородок. Диаметр улавливаемых частиц зависит от ячейки фильтра. Степень очистки даже очень мелких частиц очень высокая – 99,7 %. Но при эксплуатации фильтра нужно постоянно проводить его очистку от налипшей пыли [22].

Мокрые пылеуловители – **скрубберы** (рис. 14) – имеют высокую степень очистки – 98,5 %, однако для их работы необходимо использовать воду.

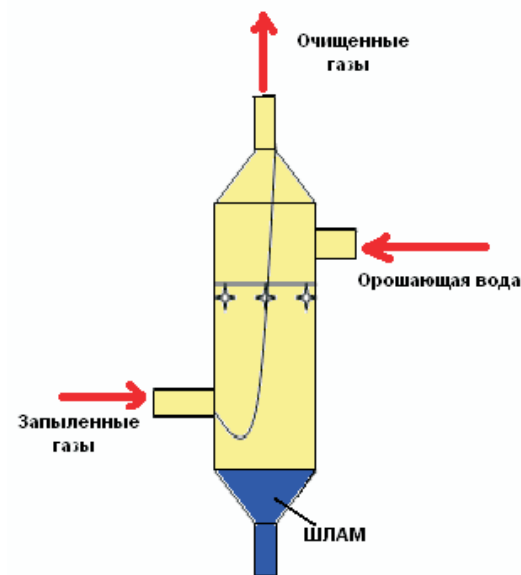


Рис. 14. Схема работы скруббера

После загрязнения воды в мокрых пылеуловителях ее требуется очищать. В скруббер запыленные газы подаются снизу. Поднимаясь, они встречаются с каплями орошающей воды, при этом частицы пыли прилипают к каплям, осаждаются в бункер скруббера и в виде шлама направляются на доочистку и использование. Очищенные газы удаляются из аппарата сверху. В качестве орошающего агента в скруббер может подаваться химический реагент.

Электрофилтры применяются в основном на ТЭЦ при большом расходе уходящих газов и при высокой их температуре (450°C). Работа электрофилтров основана на ионизации молекул электрическим разрядом. Под действием разряда пылинки осаждаются на электроде. Степень очистки газов в электрофилтре составляет 97 % [22].

Преимущества электрофилтров заключаются в способности очищать газы от мелких частиц и отказе от водопотребления, недостатки — значительный расход электроэнергии и необходимость постоянно чистить электроды с помощью встряхивающих устройств.

Физико-химические методы очистки газов. При физико-химических методах очистки уходящих газов применяют абсорберы. Абсорберы чаще всего представляют собой скрубберы, в которые подается не вода, а жидкий реагент. Может быть адсорбционная очистка газов, которая протекает в контакте с твердыми веществами. Очистка производится в специальных реакторах, в которые для ускорения процесса вводятся катализаторы — вещества, ускоряющие ход реакции, но не вступающие в нее.

Для обезвреживания легкоокисляемых, токсичных и дурнопахнущих газов применяются высокотемпературные печи. Характерным примером очистки газов этим способом является применение факела на нефтеперерабатывающих заводах. Некоторые защитники природы считают эти факелы основными загрязнителями в процессе нефтепереработки, в то время как факел в этом случае служит очистным сооружением. Со всех производств нефтеперерабатывающего завода отработавшие газы с различным содержанием горючих веществ собираются в одну магистраль, подаются в трубу и на высоте 100 м сжигаются.

5.3. Оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы

Под **экономическим ущербом** принято понимать потери или отрицательные изменения в биосфере, вызванные ее загрязнением и выраженные в денежной форме. Экономический ущерб может быть **фактическим** и **возможным**. Иногда оценивают **предотвращенный ущерб**, равный разности возможного и фактического [12].

В общем виде экономический ущерб от загрязнения атмосферы рассчитывают по формуле (5.4):

$$Y = \sum_{i=1}^m Y_i ; \quad (5.4)$$

где Y — экономический ущерб (руб.);

Y_i — различные виды ущербов, в частности: причиняемый здоровью людей (затраты на медицинские услуги); причиняемый сельскому и лесному хозяйству (потери урожайности, животноводства, лесного хозяйства); причиняемый коммунальному хозяйству (затраты на жилищные потери, бытовые услуги); причиняемый промышленным объектам (потери сырья, топлива, помещений) (руб.).

Ниже описан конкретный пример расчета ущерба, причиненного здоровью людей. Оцениваются суммарные затраты, вызванные появившимися в результате ущерба характерными заболеваниями по формуле (5.5):

$$Y_i = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 , \quad (5.5)$$

где Y_i — ущерб, причиненный здоровью людей (руб.);

Z_1 — затраты на лечение в стационаре (руб.);

Z_2 — затраты на последующее поликлиническое лечение (руб.);

Z_3 — уменьшение национального дохода (руб.);

Z_4 — оплата больничных листов (руб.) [12].

Z_i рассчитывается по формуле (5.6):

$$Z_1 = C_1 \sum_{i=1}^m N_i P l_i + C_2 \sum_{i=1}^m N_i P , \quad (5.6)$$

где C_1 — затраты на день в стационаре (без учета медицинского обслуживания) ($\frac{\text{руб.}}{\text{день чел.}}$);

N_i — число заболевших (чел.);

P — относительное число заболевших, нуждающихся в стационарном лечении (например, при ОРЗ $P = 0,15$);

l_i — число дней нахождения в больнице (дни);

m — количество предприятий (ед.);

C_2 — оплата медицинского обслуживания (руб./чел.).

$З_2$ рассчитывается по формуле (5.7):

$$З_2 = (bC_3 + C_2 + C_4) \sum_{i=1}^m N_i (1 - P), \quad (5.7)$$

где b — удельный вес заболеваний;

C_3 — стоимость одного вызова на дом (руб./чел.);

C_4 — стоимость лекарств (руб./чел.).

$З_3$ рассчитывается по формуле (5.8):

$$З_3 = D \sum_{i=1}^m N_i l_{2i}, \quad (5.8)$$

где D — уменьшение национального дохода на одного работающего за один рабочий день ($\frac{\text{руб.}}{\text{день чел.}}$);

l_{2i} — общая продолжительность болезни (дни) [12].

$З_3$ рассчитывается по формуле (5.9):

$$З_4 = B \sum_{i=1}^m N_i l_{2i}, \quad (5.9)$$

где B — средняя оплата одного дня на бюллетене ($\frac{\text{руб.}}{\text{день чел.}}$).

Располагая данными по показателям, можно произвести расчет экономического ущерба.

Поскольку для каждого вида заболевания свои данные по продолжительности заболевания, свой удельный вес больных и т. д., а видов заболевания для одного ущерба может быть несколько, то вычисления ущерба могут быть достаточно гро-

моздкими, но вполне выполнимыми при использовании компьютера. В ряде случаев для расчета ущерба пользуются «методикой концентраций», использующей статистические данные, позволяющие оценить экономический ущерб при определенном уровне загрязнения, наносимый единице объекта, попадающего в зону загрязнения. Ущерб по «методике концентраций» рассчитывается по формуле (5.10):

$$Y = \sum_{i=1}^r Y_{y\partial,i} K_i, \quad (5.10)$$

где K — количество единиц основного расчетного объекта (1 человек, 1 га);

$Y_{y\partial,i}$ — удельный ущерб, наносимый единице расчетного объекта при уровне загрязнения i -м загрязняющим веществом ($\frac{\text{руб.}}{\text{день чел.}}$);

r — число удельных ущербов (ед.).

Удельные ущербы определяются для конкретных загрязняющих веществ, конкретных климатических районов и сводятся в специальные статистические таблицы [12].

Недостатком «методики концентраций» является отсутствие статистических данных для ряда загрязняющих веществ и невозможность четкого разграничения зон загрязнения по уровням, то есть затруднения в определении ущерба от одного конкретного предприятия, если зоны загрязнения перекрываются. Ниже описан пример оценки ущерба по «методике концентраций».

После природозащитных мероприятий в районе химического предприятия снизилось количество выбросов в атмосферу оксида серы SO_2 . Выделяется четыре зоны (концентрические окружности) с различными уровнями загрязнения по мере удаления от предприятия. Исходные данные заносятся в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Данные по зонам загрязнения [12]

Зона	Численность населения (тыс. чел.)	Площади с/х и лесных угодий (га)
1	2	—
2	5	70
3	7	150
4	10	200

По статистическим таблицам определяется удельный ущерб в зависимости от концентрации SO_2 (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Данные по загрязнению и удельному ущербу [12]

Зона	Среднегодовой уровень загрязнения SO_2 (мг/м ³)		Ущерб здоровью ($\frac{\text{руб.}}{\text{год} \cdot \text{чел.}}$)		Ущерб с/х и лесным угодьям (руб./год-га)	
	до очистки	после очистки	до очистки	после очистки	до очистки	после очистки
1	0,49	0,20	52	37	4,9	2,4
2	0,30	0,10	47	20	3,9	0,5
3	0,20	0,05	37	нет	2,4	нет
4	0,10	—	20	нет	0,5	нет

Экономический ущерб определяется по формуле (5.11)

$$Y = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r Y_{y\partial, i} K, \quad (5.11)$$

где j — номер зоны;

i — номер удельного ущерба;

s — число зон;

K — число единиц.

Далее по данным таблиц и приведенным формулам производится расчет ущерба [12].

5.4. Инженерные средства защиты гидросферы

5.4.1. Очистка бытовых сточных вод

При очистке сточных вод производится разрушение или извлечение из них вредных веществ [6].

Комплексом инженерно-технических сооружений и санитарных мероприятий, которые обеспечивают сбор и удаление за пределы населенных мест и предприятий загрязненных сточных вод, их очистку, обезвреживание и обеззараживание (уничтожение опасных микроорганизмов), является **канализация**.

Мощность очистных сооружений канализации превышает 58 млн м³ в сутки, а протяженность канализационных сетей в населенных пунктах достигла 114 тыс. км. Через системы канализации городами и иными населенными пунктами сбрасывается 21,9 млрд м³ сточных вод в год; из них только 76 % проходит через очистные сооружения. В поверхностные водные объекты (а это главные источники питьевого водоснабжения) ежегодно через коммунальные системы канализации поступает 13,3 млрд м³ сточных вод, из которых 92 % сбрасывается загрязненными и лишь 8 % стоков очищается на очистных сооружениях до установленных нормативов. Согласно официальным данным, 60 % эксплуатируемых канализационных очистных сооружений перегружены, около 38 % эксплуатируются 25–30 лет и требуют срочной реконструкции. Добавим к этому, что 52 города и 845 поселков городского типа вообще не имеют централизованных систем канализации.

В целях экономического стимулирования природоохранных мероприятий Правительство РФ в 1996 г. приняло постановление «О взимании платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов», согласно которому определен порядок и размеры платежей за сброс сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов с предприятий и организаций, отводящих свои сточные воды в указанные системы. При этом плата распределяется в соотношении: в федеральный бюджет — 40 %; в бюджет субъектов федерации — 60 %. Полученные средства должны направляться на восстановление и охрану водных объектов.

Очистка бытовых сточных вод может осуществляться механическим и биологическим путем. При механической очистке сточные воды разделяют на жидкую и твердые части. Жидкая далее подвергается биологической очистке, которая может быть естественной и искусственной. Естественная биологическая очистка сточных вод осуществляется на сельскохозяйственных полях орошения и фильтрации, а также в биологических прудах.

Искусственная биологическая очистка проводится на специальных сооружениях (биофильтрах, аэротенках). Образующийся при этом ил обрабатывают на иловых площадках или в специальных устройствах — метатенках. Схема очистки городских сточных вод предоставлена на рис. 15.

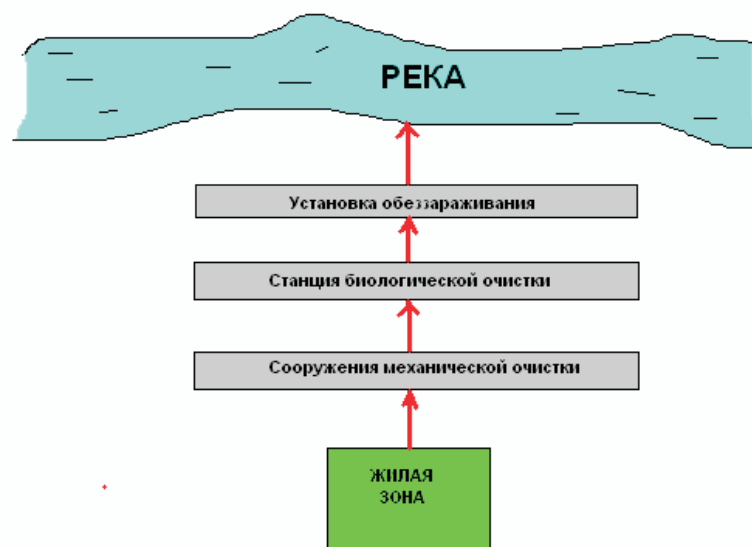


Рис. 15. Схема очистки городских сточных вод

Биологические пруды предназначены для глубокой очистки бытовых сточных вод. Различают пруды с естественной и искусственной аэрацией, их глубина обычно 1–3 м. В окислительных процессах большую роль играет водная растительность, которая способствует снижению концентрации биогенных элементов и регулирует кислородный режим водоема [6].

Сооружения искусственной биологической очистки. В основе биологической очистки лежит процесс биологического окисления органических соединений, содержащихся в сточных водах. Биологическое окисление осуществляется сообществом микроорганизмов (биоценозом), который включает множество различных бактерий, простейших и др. более высокоорганизованных организмов — водорослей, грибов и т. д., связанных между собой в единый комплекс сложными взаимоотношениями (метабиоз, симбиоз и антагонизм).

Биофильтры находят широкое применение при суточных расходах бытовых сточных вод до 20–30 тыс. м³/сут. Биофильтр представляет собой резервуар, который заполняется загрузочным материалом (гравий, керамзит, шлак). Сточная вода подается выше поверхности загрузочного материала; равномерно

над ней распределяется через загрузочный материал, на поверхности которого образуется биологическая пленка (биоценоз), аналогичный активному илу в аэротенке.

При эксплуатации сооружений биологической очистки следует тщательно соблюдать технологический регламент их работы, не допускать перегрузок и особенно залповых поступлений токсичных компонентов, значительных отклонений от активной реакции среды, так как эти нарушения могут губительно сказаться на жизнедеятельности микроорганизмов и вывести биологические окислители из строя.

Обеззараживание сточных вод проводят газообразным хлором, хлорной известью, а также гипохлоритом натрия. В последние годы интенсивно внедряются методы обеззараживания сточных вод при помощи озона и УФ-лучей, а также электроимпульсного разряда. Место спуска сточных вод населенного пункта должно быть расположено ниже его границы по течению водотока. Сброс точных или дренажных вод в черте населенного пункта допускается в исключительных случаях на основании разрешений, выдаваемых органами по охране окружающей природной среды и согласованных с органами государственного санитарного надзора [6].

5.4.2. Подготовка воды для питьевых целей

Важнейшей среди водоохранных проблем является разработка эффективных с эколого-гигиенических позиций методов подготовки поверхностных вод для питьевых целей [6].

Загрязнение природных источников питьевого водоснабжения при недостаточной эффективности работы водоочистных сооружений влечет за собой ухудшение качества подаваемой потребителям питьевой воды и создает опасность для здоровья населения во многих регионах России, обуславливает высокий уровень заболеваемости кишечными инфекциями, гепатитом, увеличивает степень риска воздействия на организм человека канцерогенных и мутагенных факторов.

Каждый второй житель России вынужден использовать для питьевых целей воду, не соответствующую по ряду показателей гигиеническим требованиям; почти треть населения страны пользуется децентрализованными источниками водоснабжения без соответствующей водоподготовки; население ряда регионов страдает от недостатка питьевой воды и отсутствия связанных с этим санитарно-бытовых условий. Отставание России от развитых стран по средней продолжительности жиз-

ни и повышенная смертность (особенно детская) в значительной мере связаны с потреблением недоброкачественной воды.

Более 100 лет метод обеззараживания воды хлором является в России наиболее распространенным способом борьбы с загрязнением. В последние годы было установлено, что хлорирование воды представляет серьезную угрозу для здоровья людей, поскольку попутно образуются крайне вредные хлорорганические соединения и диоксины. Добиться снижения концентрации указанных веществ в питьевой воде можно путем замены хлорирования на озонирование или обработку ультрафиолетовыми лучами. Эти прогрессивные методы широко внедряются на станциях водоподготовки Западной Европы и США. В нашей стране, к сожалению, из-за экономических трудностей применение эффективных технологий осуществляется крайне медленно.

На ряде отечественных станций водоподготовки на заключительной стадии используют сорбционные процессы с применением активированных углей (адсорбентов), которые эффективно извлекают из воды нефтепродукты, СПАВ, пестициды, хлорорганические соединения, в том числе и обладающие канцерогенными свойствами [6].

Требования к качеству питьевой воды изложены в действующих ГОСТе 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством» и СанПин 2.1.4.559-96 [8].

5.4.3. Очистка производственных сточных вод

Существуют различные методы очистки сточных вод, которые классифицируются следующим образом:

1) по типу процесса очистки:

а) гидромеханические (процеживание и отстаивание, улавливание всплывающих материалов, фильтрование и центрифугирование);

б) физико-химические (коагуляция, флокуляция, флотация, адсорбция, ионный обмен, экстракция, обратный осмос, десорбция);

в) химические (нейтрализация, окисление и восстановление, удаление ионов тяжелых металлов);

г) биохимические (аэробные и анаэробные);

д) термические (выпаривание и сжигание);

2) по видам загрязнения:

а) очистка от твердых частиц (процеживание, отстаивание, фильтрование);

б) очистка от маслопродуктов (отстаивание, флотация, фильтрование);

в) очистка от растворимых примесей (экстракция, нейтрализация, обезвреживание);

г) очистка от органических примесей (применение естественных и искусственных сооружений с использованием биологических фильтров) [22].

Гидромеханические методы очистки сточных вод. Процеживание — это способ очистки воды от крупных механических примесей, применяемый во избежание засорения труб, каналов и насосов. С этой целью применяют решетки и сита с ячейками различных размеров в зависимости от характера загрязнения вод.

Песколовки по принципу работы аналогичны пылеотстойнику. Песколовки предназначены для предварительной очистки сточных вод от минеральных и органических твердых загрязнений с частицами довольно больших размеров (0,2... 0,25 мм). Схема движения воды в отстойнике невелика (0,3 м/с). Недостатками является низкая эффективность, большие габаритные размеры аппаратов, значительный расход материалов для изготовления (металла, бетона).

В **отстойниках** происходит осаждение частиц под действием силы тяжести. Всплывающие вещества (нефть, масла, жиры, смолы) собираются с помощью нефтеловушек, особенностью которых является удаление загрязнений не снизу, а в верхней части аппарата.

Фильтрование применяют для удаления из сточных вод частиц малых размеров. Вода под действием давления проходит через простые перегородки или слой песка.

Фильтрующий слой аппарата необходимо время от времени промывать от накопившихся загрязнений. Для этого в фильтр время от времени подается промывочная вода. При концентрации частиц 15... 20 мг/л степень очистки мелких частиц достигает 60 %. Недостатком фильтров является значительная металлоемкость и сложность системы промывки.

Центрифугирование как метод очистки производится за счет осаждения частиц под действием центробежной силы. С этой целью применяются гидроциклоны. По конфигурации и действию они аналогичны циклонам, используемым для очистки газов от пыли. Степень очистки в гидроциклонах выше, чем в других аппаратах механической очистки.

Физико-химические методы очистки сточных вод. Коагуляция — это процесс укрупнения мелких частиц с последующим

их удалением под действием силы тяжести. При коагуляции в воду добавляют коагулянты (соли алюминия, железа или их смеси), которые образуют хлопья гидроксидов металлов, осаждающие частицы под действием силы тяжести [22].

Если удаляются частицы, удельный вес которых ниже удельного веса воды (эмульгированные частицы масел, жира), то в этом случае процесс называется **флокуляцией**. В качестве флокулянтов используют крахмал или эфир.

По аналогии с отстойником и нефтеловушкой в коагуляторах и флокуляторах удаление происходит соответственно из верхней или нижней части аппаратов.

Флотация применяется для удаления частиц, которые плохо отстаиваются, и для растворенных веществ, в том числе поверхностно-активных, отходов нефтепереработки, производства искусственного волокна, в целлюлозно-бумажном производстве. Флотацию называют иногда пенным концентрированием. Размер частиц составляет 0,2... 1,5 мм. В качестве пенообразователей в воду добавляют сосновое масло или другие подобные вещества, способствующие прилипанию частиц к пузырькам пены, которая затем выводится из аппарата. Т. е. образуется система «частицы-пузырьки газа», газ — в пене. Флотация имеет высокую степень очистки (95–98 %). Недостатком флотации является применение экологически вредных веществ (например, фенолов).

Адсорбция используется для глубокой очистки сточных вод от фенолов, пестицидов, ароматических соединений, красителей. Адсорбция — это прилипание частиц, находившихся в очищаемой среде, к твердым веществам — сорбентам. В качестве сорбентов применяют активированный уголь, синтетические сорбенты, некоторые отходы производства (золу, шлаки, опилки). Процесс происходит в адсорбционных установках при перемешивании адсорбента с водой, при фильтровании ее через слой адсорбента или в кипящем слое. Серьезной проблемой является последующая чистка (регенерация) сорбента. Преимущества — высокая степень очистки (80... 90 %), возможность улавливания токсичных веществ при небольшой их концентрации и дальнейшее доиспользование этих веществ [22].

Ионный обмен применяется для очистки сточных вод от металлов и соединений мышьяка, фосфора, цианидов и радиоактивных веществ. Он применяется также для обессоливания и подготовки воды для нужд энергетики. Ионный обмен представляет собой процесс взаимодействия раствора с твердой фазой, обладающей способностью обменивать ионы, содержа-

щиеся в ней, на другие ионы, присутствующие в растворе. В качестве твердой фазы (ионитов) применяют гидроксиды алюминия, хрома, силикагели и др., изготовленные в виде гранул размером до 2 мм. Преимуществами ионного обмена являются возможность извлекать ценные вещества из загрязнений, высокая степень очистки, удаление высокотоксичных веществ. Это дорогой метод, он требует четкой организации процесса, а также решения вопросов регенерации ионитов.

Экстракция используется при относительно высокой концентрации вредных веществ (фенолов, масел, ионов металлов), которая составляет не менее 3 г на литр. Процесс экстракции включает в себя три стадии: интенсивное смешивание сточной воды с экстрагентом (органическим растворителем), разделение чистой воды и загрязнителей, регенерация загрязнений. Этот метод применяют в том случае, когда стоимость удаляемых веществ (например, ценных металлов) компенсирует затраты на проведение процесса.

Обратный осмос — это процесс фильтрования растворов через полупроницаемые мембраны. Он происходит на молекулярном уровне и требует значительных затрат, но обеспечивает глубокую очистку от высокотоксичных вредных веществ.

Десорбция, дезодорация и дегазация представляют собой процессы очистки сточных вод от летучих примесей (сероводорода, аммиака, диоксида углерода). Эти процессы проводятся за счет продувки воды воздухом или инертным газом.

Химические методы очистки сточных вод. При наличии в сточных водах кислот или щелочи производится их нейтрализация, показатель pH должен находиться в пределах от 6,5 до 8,5. Нейтрализовать сточные воды можно смешением одних вод с другими (кислых с щелочными), добавлением необходимых реагентов, фильтрованием кислых вод через нейтральный материал, пропусканием через щелочные воды кислых газов.

Окисление сточных вод производится хлором, перекисью водорода, кислородом воздуха, озоном.

Восстановление используется для удаления из сточных вод соединений ртути, хрома, мышьяка, для чего в воду вводят сульфит железа, сероводород, алюминиевую пудру.

Удаление ионов тяжелых металлов производится реагентным методом. Ртуть, хром, цинк, свинец, медь и никель удаляются с помощью гидроксидов кальция и натрия, карбонатов и сульфидов натрия.

Биохимические методы очистки сточных вод. Эти методы основаны на способности некоторых микроорганизмов ис-

пользовать вредные (чаще всего органические) вещества для своего питания в процессе жизнедеятельности.

Контактируя с этими веществами, микробы частично разрушают их, превращая в воду. Микроорганизмы используются в виде активного ила или биопленки. Аэробные процессы очистки происходят с потреблением микробами кислорода, анаэробные — без потребления кислорода.

Термические методы очистки сточных вод. Если другие методы очистки малоэффективны, то производится выпаривание воды. При этом конденсат используется в производстве, а концентрированный раствор из отходов сжигается. Сжигание концентрированных стоков производится, как правило, в печах или циклонных печах. Разработаны печи для сжигания отходов полистирола [22].

Общая оценка степени очистки сточных вод в зависимости от процесса следующая:

- 1) гидромеханические методы — 50–70 %;
- 2) физико-химические — 90–95 %;
- 3) химические — 80–90 %;
- 4) биохимические — 85–95 % [22].

5.5. Оценка экономического ущерба от загрязнения гидросферы

Конкретный расчет экономического ущерба от загрязнения водоемов (заражение регионов, заболевания людей, гибель рыбы и т. д.) может быть осуществлен прямым методом учета всех потерь путем сбора и обработки данных в стоимостном выражении. Этот метод трудоемок и широко не используется. Другой интегральный расчетный метод оценки экономического ущерба от годовичного сброса загрязняющих примесей предусматривает использование формулы (5.12):

$$Y = ya_k M, \quad (5.12)$$

где y — коэффициент, учитывающий время введения мероприятия по пуску очистных сооружений (руб./усл. т), косвенно учитывающий фактор времени, устанавливается природоохранными службами на основе климатических условий, экономического развития региона и т. д.;

a_k — коэффициент, учитывающий относительную опасность загрязнения, имеющий разные значения для различных водоемов;

M — приведенная масса годового выброса сточных вод (усл. т/год).

Масса годового выброса сточных вод рассчитывается по формуле (5.13):

$$M = \sum_{i=1}^n A_i m_i, \quad (5.13)$$

где n — число загрязняющих веществ;

A_i — показатель относительной опасности сброса i -го вещества (усл. т/т);

m_i — масса годового выброса примеси i -го вещества (т/год) [12].

Показатель относительной опасности сброса рассчитывается по формуле (5.14):

$$A_i = \frac{1}{ПДК_{p/x_i}}, \quad (5.14)$$

где $ПДК_{p/x_i}$ — для i -го вещества в водоемах, используемых для рыбохозяйственных целей, если она неизвестна, то условно принимают $A = 5 \cdot 10^{-4}$ (усл. т/т).

Ниже приведен пример расчета предотвращенного ущерба, обусловленного уменьшением концентрации загрязнителей после строительства очистных сооружений на месте сброса сточных вод в устье р. Иртыш. В этом случае в формуле (5.12) принимают $y=120$ руб./усл. т [12].

Рассматривается водохозяйственный участок № 36, для которого $y = 120$ руб./усл. т. Все предприятия сгруппированы по сбросу сточных вод на два типа с соответствующими объемами выбросов $V_1 = 40$ млн. м³/год и $V_2 = 10$ млн. м³/год (табл. 5.3).

В расчете используется формула (5.13) для определения приведенной массы годового выброса в виде формулы (5.14):

$$M = (C_1 V_1 + C_2 V_2) A_i, \quad (5.13)$$

где C_1, C_2 — плотность загрязняющих веществ, т/м³;
 V_1, V_2 — объем выброса, млн. м³/год.

По данным таблиц и приведенным формулам производится расчет ущерба [12].

Таблица 5.3

**Среднегодовая концентрация загрязнителей
в сточных водах (т/м³) [12]**

Загрязнитель /A, (усл. т/т)	C ₁		C ₂	
	до очистки	после очистки	до очистки	после очистки
Взвешенные вещества/0,05	300	100	200	100
СПАВ/2	7	3	4	2
Хлориды/0,003	40	15	—	—
Сульфаты/0,002	50	20	150	30
Нефть нефтепродукты/20	1	0,2	—	—
Фенолы/1000	—	—	0,1	0,01

5.6. Экологизация технологий

При экологизации производства человеку следует использовать следующий принцип: «Приносить пользу и не вредить» (Гиппократ). В настоящее время, когда человек хочет получить слишком много благ, реализовать этот принцип (ему около 25-00 лет) чрезвычайно трудно. Для производства пищи, одежды и жилья необходимо переработать много сырья и сжечь много топлива. К сожалению, сделать это, не нанося ущерба ОС, невозможно. Однако пути снижения вредного антропогенного воздействия промышленности на природу существуют. Среди них в первую очередь можно назвать следующие:

1) совершенствование уже существующих технологических процессов;

2) создание малоотходных (в идеале — безотходных) производств;

3) очистка вредных выбросов, отравляющих атмосферу, гидросферу, почву и живой организм.

Самый простой и дешевый (но менее эффективный) — это первый путь. Совершенствование технологий должно проходить по всем направлениям производства, но главным образом это касается самого технологического процесса, аппаратуры, продукции и организации ее производства [23].

Совершенствование технологического процесса включает в себя:

1) комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов. Как правило, более 30 % стоимости сырья приходится на сопутствующие элементы. Например, в нефтеперерабатывающем производстве нефть очищается от серы, и эта сера, естественно, должна использоваться в химической промышленности. Что касается энергоресурсов, то целесообразно использовать тепло из уходящих печей для получения воды или пара для отопления самого предприятия или близкого населенного пункта;

2) снижение количества стадий при проведении технологических процессов, так как на каждой стадии переработки сырья происходит его потеря и образуются отходы;

3) внедрение непрерывных процессов, позволяющее снижать расход сырья и тепла. Например, при использовании непрерывного процесса разлива стали, разработанного в нашей стране, экономится более 30 % тепла, так как не требуется постоянно охлаждать и нагревать металлургические печи;

4) автоматизацию и компьютеризацию производственных процессов. Это обеспечивает безопасность производства;

5) максимально возможную замену первичных материальных и энергетических ресурсов на вторичные.

Для усовершенствования аппаратуры используются:

1) уменьшение габаритных размеров аппаратов при увеличении их производительности за счет оптимизации тех. процесса. Такие аппараты занимают меньшую производственную площадь, что снижает расходы на строительство производственных зданий;

2) изготовление аппаратов повышенной герметичности;

3) внедрение в производство современных эффективных очистных сооружений;

4) применение новых конструкционных материалов, позволяющих увеличить срок службы аппаратов за счет снижения скорости коррозии и уменьшить их габаритные размеры и массу.

Усовершенствование сырья, материалов и энергоресурсов включает в себя:

1) научно-практическое обоснование качества ресурсов. Например, совсем не обязательно в производстве бензина применять питьевую воду, на очистку которой тратится много средств. Ее можно заменить технической;

2) предварительную подготовку сырья и топлива. Это мероприятие удешевляет и улучшает технологический процесс,

а также снижает его экологическую опасность. Например, после извлечения серы из сырой нефти (далее получают мазут) снижает выбросы оксидов серы в атмосферу;

3) замену высокотоксичных материалов (ртути, кадмия, свинца) на менее ядовитые (при производстве красителей, катализаторов);

4) замену привозного сырья на местное (например, добываемое попутно).

Усовершенствование готовой продукции включает в себя:

1) обеспечение безопасности в соответствии с нормами;

2) обеспечение регенерации (восстановления) и утилизации продукции;

3) обеспечение удобства использования продукции [23].

В целях совершенствования организации производства используются следующие меры:

1) экономия материальных и энергетических ресурсов за счет организационных средств (правильная организация работы смен, ликвидация простоев оборудования);

2) устранение потерь сырья;

3) внедрение на предприятии новых, более совершенных процессов и аппаратов;

4) обеспечение экологического контроля качества и продукции;

5) составление экологического паспорта предприятия;

6) осуществление постоянной отчетности перед экологическими службами и общественностью;

7) проведение экологического контроля в масштабах предприятия в целях предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Народная мудрость гласит: «Чисто не там, где убирают, а там, где не сорят». Если «уборка» — это очистка предприятия от вредных выбросов, то «не сорить» позволяют разработка и внедрение малоотходных технологий.

Малоотходным является такое производство, при котором вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарно-гигиеническими нормами, но при этом часть сырья и материалов переходит в отходы, которые направляются на переработку или захоронение.

«Чистое» производство характеризуется процессами, предотвращающими загрязнение окружающей среды: это рациональное использование сырья и энергии, исключение применения токсичных сырьевых материалов, уменьшение количества всех выбросов и отходов. Это обеспечивается путем улучшения технологий, применением новых эффективных процессов и др. [23].

6. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

6.1. Государственные органы управления в области охраны окружающей среды

Государственные органы управления, контроля и надзора в области охраны окружающей среды делятся на две категории: органы *общей* и *специальной компетенции*.

К государственным органам *общей компетенции* относятся Президент, Федеральное Собрание, Государственная Дума, Правительство, представительные и исполнительные органы власти субъектов Федерации, муниципальные органы (рис. 16).

Эти органы определяют основные направления природоохранной политики, утверждают экологические программы, обеспечивают экологическую безопасность, устанавливают правовые основы и нормы в пределах своей компетенции и т. д.

Государственные органы категории *специальной компетенции* уполномочены Правительством России на выполнение определенных функций по экологическому управлению и подразделяются на *комплексные, отраслевые* и *функциональные*.

Круг задач, решаемых государственными органами экологического управления, чрезвычайно широк. Это определение принципов и направлений экологической политики, планирование и координация природоохранной деятельности, норми-



Рис. 16. Структура государственных органов Российской Федерации в области управления окружающей среды [10]

рование вредных воздействий и платежей за загрязнение окружающей среды, организация государственного экологического контроля и экспертизы, решение многообразных юридических проблем экологического характера, вопросы охраны заповедников и памятников природы, организация воспитания и образования населения и т. д. [10].

Среди комплексных органов наибольшее число функций по управлению в области экологии возложено на Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Оно осуществляет функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере изучения, использования, воспроизводства, охраны природных ресурсов, для чего в его составе созданы Федеральная служба по надзору в сфере природопользования и Федеральные агентства водных ресурсов, лесного хозяйства, недропользования. Министерство природных ресурсов Российской Федерации имеет в центральном аппарате департаменты по основным направлениям своей деятельности. Для координации и контроля деятельности территориальных органов Федеральной службы и Федеральных агентств в федеральных округах и субъектах Федерации создаются территориальные органы Министерства природных ресурсов Российской Федерации.

Вторым министерством, участвующим в охране окружающей среды, является Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России). Его функции управления в области экологии связаны с прогнозированием и ликвидацией экологических аварий, катастроф естественного и техногенного происхождения.

Важная роль в системе контроля и управления состоянием окружающей среды принадлежит Министерству здравоохранения и социального развития Российской Федерации и его подразделению – Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, на которую, в частности, возложено выполнение таких эколого-санитарных функций, как:

1) координация деятельности министерств, ведомств, предприятий и организаций в области санитарной охраны природы;

2) разработка и утверждение санитарных нормативов вредных веществ в окружающей среде и санитарных норм и правил (СНИП), обязательных для всех хозяйствующих субъектов и граждан [10].

Эта служба имеет по всей территории страны свои подразделения, которые непосредственно следят за состоянием атмосферного воздуха, поверхностных водных источников, почвы, используя для этого сведения о концентрациях вредных веществ, представляющих угрозу здоровью населения. На основе этих данных выполняются анализ и прогноз качества среды обитания людей.

В число органов управления, осуществляющих комплексные функции, следует отнести и Генеральную прокуратуру Российской Федерации, которая через свои учреждения на местах осуществляет надзор за единообразным и обязательным исполнением природоохранных законов органами представительной и исполнительной власти, государственного управления и экологического контроля, юридическими лицами, общественными объединениями и всеми должностными лицами. Кроме того, прокуратура проверяет законность и полноту принимаемых мер по устранению выявленных нарушений и принятию по ним мер прокурорского реагирования в виде представления протестов и привлечения к административной и уголовной ответственности. Важным видом деятельности также является защита прав граждан на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о состоянии окружающей среды и на возмещение ущерба, причиненного здоровью граждан экологическими правонарушениями.

Ко второму блоку отраслевых органов относятся министерства, действия которых в области экологического управления сосредоточены на отдельных природных объектах. Среди них — Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации, которое через свои федеральные агентства с помощью экологических подразделений и служб организует создание единых нормативно-технических актов, осуществляет контроль за выполнением природоохранительного законодательства и нормативной документации, проводит ведомственную экологическую оценку и обоснование развития особо крупных объектов промышленности и энергетики, а также сертификацию новых технологий [10].

Серьезные задачи в области рационального природопользования и охраны окружающей среды решаются Министерством сельского хозяйства Российской Федерации. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору разрабатывает и контролирует выполнение мер по охране почв, водоемов, лесной и иной растительности от воздействия стихийных сил природы, побочных последствий применения сложной сель-

скохозяйственной техники, химических веществ (минеральных удобрений, пестицидов и др.), мелиоративных работ, а также по защите среды обитания от отходов животноводческих ферм и предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции. Это же Министерство организует контроль остаточных концентраций пестицидов, нитратов, тяжелых металлов в растительной продукции. Эти и другие действия призваны обеспечить благоприятные условия жизнедеятельности каждого человека в России.

Федеральное агентство по рыболовству данного Министерства регулирует использование живых ресурсов во внутренних водоемах, территориальных водах и на побережье России, а также в открытых водах Мирового океана. Не менее важными являются работы по биологическому обоснованию режима рыболовства, промысла водных животных и растений, работы по мониторингу, охране и воспроизводству запасов рыбы, водных животных и растений, работы по ведению государственного кадастра и учета рыб, других водных животных и растений [10].

Значительное внимание вопросам охраны окружающей среды уделяют и другие министерства, федеральные службы и агентства Российской Федерации, внедряя эколого-правовые требования в содержательную часть нормативно-правовых актов, регулирующих экономическую деятельность хозяйствующих субъектов. Подобные процедуры экологизации нормативно-правовых актов постоянно осуществляются в Министерстве экономического развития и торговле Российской Федерации, Министерстве транспорта Российской Федерации, Министерстве информационных технологий и связи Российской Федерации, а также в учреждениях, ведающих оборонными отраслями промышленности — Федеральных службах по военно-техническому сотрудничеству и оборонному заказу и в Федеральном космическом агентстве.

К органам исполнительной власти функционального назначения относится Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Руководство этой службой осуществляет Правительство страны. Эта служба призвана обеспечивать органы государственной власти, Вооруженные силы Российской Федерации, а также население информацией о фактическом и прогнозируемом состоянии окружающей среды, ее загрязнении. Она организует составление прогнозов погоды, участвует в проведении экспертизы строительства и проектов освоения территорий, ведет исследования гидрометеорологических и геофизических процессов в

атмосфере, на поверхности суши, в Мировом океане, Арктике и Антарктике, а также в околоземном космическом пространстве. Этот правительственный орган возглавляет государственный мониторинг окружающей среды в России, являющийся частью системы глобального мониторинга [10].

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, руководимая Правительством Российской Федерации, осуществляет функции по принятию нормативных правовых актов, по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды в части, касающейся ограничений негативного техногенного воздействия (в том числе в области обращения с отходами производства и потребления), безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами, охраны недр, промышленной безопасности (за исключением деятельности, связанной с ядерным оружием и ядерными установками военного назначения), безопасности тепловых установок и сетей (кроме бытовых), безопасности гидротехнических сооружений на объектах промышленности и энергетики, безопасности производства, хранения и применения взрывчатых материалов промышленного назначения. Эта служба является органом, который осуществляет горный и энергетический надзор, охрану атмосферного воздуха, экологическую экспертизу в своей сфере деятельности, регулирует безопасность и использование атомной энергии в промышленности. Эти и другие задачи Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору реализует через систему своих территориальных органов. С ними сотрудничают:

1) Федеральная таможенная служба Министерства экономического развития и торговли Российской Федерации, осуществляющая борьбу с незаконным ввозом экологически опасных для людей и природы товаров, борьбу с контрабандным вывозом природного наследия, животных и растений, занесенных в Красную книгу;

2) Министерство внутренних дел Российской Федерации, обеспечивающее охрану воздушного бассейна от вредного воздействия транспортных средств, охрану природных объектов, содействующее работе государственных органов по охране окружающей среды и соблюдению санитарных правил;

3) Министерство юстиции Российской Федерации, регистрирующее нормативные документы других министерств и ведомств Федерации — положения, рекомендации, инструктивно-методические рекомендации и т. п., относящиеся к экологической политике страны и путям ее реализации, после их

соответствующего анализа с точки зрения соблюдения экологического законодательства Российской Федерации.

Федеральная служба по надзору в сфере природопользования организует государственную экологическую экспертизу проектов, реализация которых может привести к негативным воздействиям на природные ресурсы и их использование, ведение кадастра особо охраняемых природных территорий, Красной книги Российской Федерации, осуществление мониторинга животного мира, континентального шельфа, внутренних морских вод и т. д. [10].

Особую роль в создании нормативно-правовых актов экологической направленности играет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации, которое устанавливает нормы, нормативы, правила и требования, направленные на охрану окружающей среды; обеспечивает единство и достоверность измерений параметров выбросов, сбросов загрязняющих веществ и иных вредных воздействий на окружающую среду, а также осуществляет государственный надзор за правильностью учета экологических требований, предъявляемых к технологическим процессам, производимой продукции, товарам и услугам.

Образованное Федеральное агентство по атомной энергии осуществляет функции по проведению государственной политики, нормативно-правовому регулированию в сфере использования атомной энергии, развития и безопасного функционирования атомной энергетики, ядерного оружейного комплекса, атомной науки и техники, ядерной и радиационной безопасности, нераспространения ядерных материалов и технологий, а также международное сотрудничество в этой сфере.

6.2. Правовые основы охраны окружающей среды и природопользования

Одним из первых законов об охране окружающей среды был закон 1273 г., который запрещал использование каменного угля для отопления жилищ Лондона. В России это был ряд указов Петра 1, направленных на охрану, рациональное использование и охрану лесов, запрещение браконьерских способов ловли рыбы и др.

В современной России право человека на благоприятную окружающую природную среду и достоверную информацию о ее состоянии, а также обязанность каждого сохранять природу и

бережно относиться к ее ресурсам закреплены Конституцией.

Понятие «*Экологическое законодательство*» включает систему законодательных актов, принятых органами законодательной власти Российской Федерации и ее субъектов, а также любых других нормативных правовых актов, регулирующих общественные отношения в области экологии [24].

Источниками экологического права являются: Конституция Российской Федерации, Международные договоры Российской Федерации, Законы и кодексы, Указы Президента Российской Федерации, нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти, Законы и нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации.

Конституция Российской Федерации. Она обладает высшей юридической силой по отношению ко всем иным законодательным актам и занимает центральное место среди источников экологического права. Например, очень важную роль играет конституционная норма о праве каждого человека на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Это право впервые в истории страны было закреплено в Конституции Российской Федерации.

Международные договоры Российской Федерации. Согласно Конституции Российской Федерации «принципы и нормы международного права и международные договоры Российской Федерации являются составной частью ее правовой системы».

Россия — активный участник международного сотрудничества в области охраны окружающей среды. После распада Советского Союза Министерство иностранных дел Российской Федерации официально объявило, что Россия, являясь правопреемницей Советского Союза, берет на себя обязанности по выполнению всех международных обязательств бывшего СССР, в том числе и в области охраны окружающей среды. Советский Союз был участником 53 международных конвенций и более 50 двусторонних и многосторонних соглашений в сфере охраны окружающей среды. В настоящее время Россия участвует в более чем 80 многосторонних договорах [25].

Важным источником экологического права являлась Декларация Рио по окружающей среде и развитию. В июне 1992 г. в Бразилии (г. Рио-де-Жанейро) проходила Конференция ООН по окружающей среде и развитию. В Декларации было сформулировано 27 принципов *экологического поведения государств*, основными из которых являются следующие:

1) забота о человеке является центральным звеном в деятельности по обеспечению устойчивого развития. Люди имеют право жить в добром здравии и плодотворно трудиться в гармонии с природой;

2) каждое государство обладает суверенным правом на использование своих природных ресурсов, которое одновременно рассматривается и как обязанность сохранять при этом окружающую среду;

3) государства немедленно уведомляют друг друга о любых стихийных бедствиях или чрезвычайных ситуациях, которые могут привести к неожиданным вредным последствиям для окружающей среды в этих государствах;

4) государства направляют потенциально пострадавшим государствам своевременное уведомление и соответствующую информацию о мероприятиях, которые могут иметь значительные негативные трансграничные последствия;

5) каждый человек имеет право на информацию о состоянии окружающей среды, граждане имеют право участвовать в процессах принятия решений.

Международные договоры регулируют вопросы охраны, не только связанные с использованием внутригосударственных природных объектов, но и природных объектов, которые находятся вне национальной юрисдикции. К таким объектам относятся Мировой океан за пределами территориальных вод, Антарктида, атмосфера Земли, космическое пространство [25].

Международное сотрудничество идет по различным направлениям: международно-правовая охрана животного мира, международные договоры и соглашения, регулирующие вопросы охраны пограничных и трансграничных водных объектов, международные договоры о сохранении морской среды, международные договоры об охране атмосферы, международные договоры по защите окружающей среды от радиоактивного загрязнения и др. Примеры таких договоров и соглашений: *Конвенция о биологическом разнообразии* (Рио-де-Жанейро, 05.06.1992 г.); *Соглашение о сохранении белых медведей* (Осло, 15.11.1973 г.); *Соглашение между Правительством Украины и Правительством Российской Федерации о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов* (Киев, 19.10.1992 г.); *Конвенция ООН об изменении климата* (Нью-Йорк, 09.05.1992 г.); *Венская Конвенция об охране озонового слоя* (Вена, 22.03.1985 г.); *Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой* (Монреаль, 16.09.1987 г.); *Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии и Конвенция о помощи в случае ядерной*

аварии, принятые Генеральной Конференцией Международного агентства по атомной энергии (Вена, 26.09.1986 г.): *Венская Конвенция о гражданской ответственности за ядерный ущерб* (Вена, 1997 г.) и др.

Для взаимодействия государств в области экологии и охраны окружающей природной среды на основе Соглашения о взаимодействии в данной области от 08.02.1992 г. был создан Межгосударственный экологический совет (МЭС), который состоит из руководителей природоохранных ведомств государств-участников Соглашения. При данном Совете создан Межгосударственный Экологический Фонд.

Законы и кодексы как источник экологического права. Центральное место среди законодательных актов как специального источника экологического права занимает Закон РСФСР от 19.12.1991 г. № 2060-1 «*Об охране окружающей природной среды*» (с изменениями и дополнениями от 10.07.2001 г.).

Закон закрепляет право граждан на здоровую и благоприятную окружающую природную среду. Закон предусматривает экономический механизм охраны окружающей среды: учет и социально-экономическая оценка природных ресурсов, планирование, финансирование и материально-техническое обеспечение экологических программ и мероприятий по охране окружающей природной среды; договор и выдача лицензий на природопользование; установление лимитов на природопользование и платности использования природных ресурсов; формирование экологических фондов; экологическое страхование и экологическое стимулирование охраны окружающей природной среды. Закон предусматривает нормирование с целью установления предельно допустимых норм воздействия на окружающую природную среду, гарантирующих экологическую безопасность населения и сохранение генетического фонда. Закон предусматривает чрезвычайные ситуации и меры по восстановлению окружающей природной среды на территориях, объявленных зонами чрезвычайной ситуации. В Законе установлены общие положения правового режима особо охраняемых природных территорий и объектов (природные заповедники, национальные природные парки, памятники природы, редкие или находящиеся под угрозой исчезновения растения и животные).

Закон «*Об охране окружающей природной среды*» содержит ряд общих положений, которые детализируются в других законах и нормативных правовых актах: Федеральный закон от 23.11.1995 г. № 174-ФЗ «*Об экологической экспертизе*» (с изме-

нениями и дополнениями от 15.04.1998 г.), Федеральный закон от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ «*Об особо охраняемых природных территориях*», Федеральный Закон от 23.02.1995 г. № 26-ФЗ «*О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах*».

Указы Президента Российской Федерации как источник экологического права. Согласно Конституции Российской Федерации, Президент Российской Федерации издает указы и распоряжения, которые обязательны для исполнения на всей территории страны и не должны противоречить Федеральным законам [25].

Указы Президента Российской Федерации регулируют различные аспекты охраны окружающей природной среды. Например, в развитие документов, принятых на Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), был издан Указ Президента Российской Федерации от 04.02.1994 г. № 236 «*О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития*». В Указе определены основные направления охраны окружающей природной среды:

1) хозяйственная деятельность ориентируется на достижение экономического благосостояния в сочетании с экологической безопасностью России;

2) охрана среды обитания человека: реализация конституционного права населения на благоприятную окружающую среду; развитие системы природных комплексов рекреационного и курортно-оздоровительного назначения; улучшение качества питания;

3) восстановление нарушенных экосистем в экологически неблагоприятных регионах России: для этого необходимо вывести из кризисной экологической ситуации ряд крупных городов и промышленных центров и ряд различных природных комплексов (о. Байкал, р. Волга, Черное море, Азовское море и др.);

4) участие в решении глобальных экологических проблем: сохранение биоразнообразия, изменение климата и др.

Указ Президента Российской Федерации от 01.01.1996 г. № 440 утвердил Концепцию перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. В Указе подчеркивается, что природные ресурсы не безграничны и развитие экономики стало разрушительным для биосферы. Устранение таких противоречий необходимо, а для этого необходимо восстановление естественных экосистем, создание совершенной правовой системы, стимулирование хозяйственной деятельности, установле-

ние пределов ответственности за экологические правонарушения, разработки новых технологий технологического процесса и инженерных систем очистки [25].

Нормативные правовые акты Федеральных органов исполнительной власти. Это правовые акты, принимаемые Правительством Российской Федерации и иными органами исполнительной власти; это подзаконные акты, т. е. акты, изданные в пределах компетенции государственных органов исполнительной власти в соответствии с Законом, Указом Президента Российской Федерации либо на их основе и во исполнение их.

Нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти издаются в виде постановлений, приказов, распоряжений, правил, инструкций и положений на основе и во исполнение Федеральных законов и Указов Президента Российской Федерации. Это ведомственные нормативные акты, принятые Министерством природных ресурсов Российской Федерации: Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды, Временные рекомендации по расчету выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах твердых бытовых отходов и др.

Законы и нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации. Законодательство об охране окружающей природной среды отнесено ст. 72 Конституции Российской Федерации к предмету совместного ведения Российской Федерации и ее субъектов. Во многих субъектах Федерации приняты законодательные акты, предметом правового регулирования которых является обширный комплекс экологических отношений. Республика Татарстан — Закон от 12.02.1997 г. № 1040 «Об охране окружающей природной среды в Республике Татарстан». В республике Башкортостан принят *Экологический кодекс Республики Башкортостан*.

Нормативно-правовые акты органов местного самоуправления. Органы местного самоуправления не входят в систему органов государственной власти. Федеральный Закон «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» отнес к предметам ведения органов местного самоуправления решение таких вопросов, как участие в охране окружающей природной среды на территории муниципального образования и организация утилизации и переработки бытовых отходов. Данный закон закрепляет компетенцию органов местного самоуправления в области охраны окружающей среды следующим образом.

В полномочия входит определение правил пользования природными ресурсами, вынесение решений о приостановлении строительства или эксплуатации объектов в случае нарушения экологических, санитарных, строительных норм на подведомственной территории; запрещение на основании заключения органов санитарно-эпидемиологической службы проведения мероприятий, которые могут вызвать неблагоприятные экологические последствия.

Органы местного самоуправления контролируют на своей территории соблюдение природоохранного законодательства, соблюдение правил охоты, рыбной ловли, сбора дикорастущих растений, плодов, ягод; информируют население об экологической обстановке; сообщают в соответствующие органы о действиях предприятий, учреждений и организаций, нарушающих законодательство о природопользовании; принимают в соответствии с законодательством решения о наложении штрафов за ущерб, причиненный окружающей среде.

К компетенции органов местного самоуправления относится запрещение на основании заключения органов государственной санитарно-эпидемиологической службы и органов по охране окружающей природной среды проведения мероприятий, которые могут вызвать неблагоприятные экологические изменения; установление правил пользования водозаборными сооружениями, предназначенными для удовлетворения нужд населения; объявление природных и иных объектов местного значения, представляющих собой экологическую, историческую или научную ценность, памятниками природы, истории и культуры, определение правил их охраны и использования.

Органы местного самоуправления осуществляют в соответствии с законодательством управление и контроль в области использования и охраны вод, лесов, недр, атмосферного воздуха, растительного и животного мира и др. природных ресурсов; обеспечивают проведение мероприятий по охране окружающей среды; организуют проведение гигиенических и санитарно-эпидемиологических мероприятий [25].

6.3. Экологические права граждан.

Общественные экологические движения.

Экологические организации Сахалинской области

Под экологическими правами понимают закрепленные в законодательстве права гражданина, которые обеспечивают

удовлетворение его разнообразных потребностей при взаимодействии с природой.

Согласно Конституции Российской Федерации, каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду; достоверную информацию о состоянии окружающей среды; возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Под благоприятной окружающей средой понимают такое ее состояние, которое соответствует критериям, нормативам и стандартам, установленным в экологическом законодательстве, по показателям чистоты, ресурсоемкости, экологической безопасности, видовому разнообразию и др. Другими словами, гражданин Российской Федерации имеет право на среду обитания, факторы которой не оказывают на него негативного влияния.

Право на благоприятную окружающую среду — это одно из фундаментальных прав человека, возникающих с рождением и прекращающихся со смертью индивида, наряду с такими основополагающими правами, как право на жизнь, свободу слова, равенство и др.

Важнейшим способом реализации конституционного права граждан на благоприятную окружающую среду является не только соблюдение всеми лицами экологических норм, правил и нормативов, но и получение достоверной информации о состоянии окружающей среды [2].

Согласно действующим законодательным актам, граждане имеют право требовать от соответствующих органов государственной власти, органов местного самоуправления, должностных лиц представления объективной информации о состоянии окружающей среды. Эта информация должна быть достоверной, т. е. заведомо не искаженной, своевременной и полной.

Например, граждане и общественные объединения имеют право на получение объективной информации от организации, осуществляющей деятельность с использованием источников ионизирующего излучения, за исключением той ее части, которая отнесена законодательством Российской Федерации к категории информации ограниченного доступа.

Следует знать, что закон запрещает относить к подобного рода информации документы, содержащие данные о чрезвычайных ситуациях, экологическую, метеорологическую, санитарно-эпидемиологическую, демографическую и другую информацию, необходимую для обеспечения безопасности граждан и населения в целом.

Одним из наиболее важных способов защиты прав на благоприятную окружающую среду считается **право на возмещение ущерба**, понесенного гражданами в результате экологического правонарушения.

Помимо экологических прав, закрепленных в Конституции, существуют и иные экологические права, содержащиеся в других законах и кодексах.

Так, каждый гражданин имеет **право на общее природопользование**. Это право регулируется Земельным, Водным, Лесным кодексами, законами «О недрах», «О животном мире», «Положением о лицензировании деятельности по организации любительского лова» и т. д. Например, граждане имеют право свободно (бесплатно) находиться на территории лесного фонда и в лесах, собирать для собственных нужд дикорастущие плоды, ягоды, орехи, грибы, лекарственные растения и техническое сырье, если иное не предусматривается законодательством Российской Федерации.

Согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды», граждане также имеют право:

- 1) создавать общественные объединения, фонды и иные общественные формирования по охране окружающей среды;
- 2) принимать участие в собраниях, митингах, пикетах, шествиях, референдумах по вопросам охраны окружающей среды;
- 3) выдвигать предложения о проведении общественной экологической экспертизы и участвовать в ее проведении;
- 4) предъявлять в суд иски о возмещении вреда окружающей среде.

В середине 80-х гг. в связи с возросшей социально-политической активностью населения, во многих регионах страны начали формироваться массовые общественные экологические организации (союзы, объединения, ассоциации, фонды и т. д.). Среди них — Социально-экологический союз, ассоциация «Экология и мир», Экологический фонд, Общественный комитет спасения Волги и др. [2].

Сахалинская область имеет ряд островных экологических организаций, о деятельности некоторых из них написано ниже.

Общественная организация «Родник» (деле по тексту ОО «Родник») возникла на базе клуба «Родник», существующего с 1987 г. Основной целью ОО «Родник» является создание условий для формирования созидательного, творческого, развитого сознания человека через практический синтез туристско-экологических, культурно-музыкальных, духовно-эстетических, оздоровительных форм активной деятельности. Серьезным направле-

нием деятельности организации является решение проблем: создание устойчивой системы взаимодействия детей, экологических отрядов школ и учреждений дополнительного образования, информационного взаимодействия местных общественных и государственных учреждений, работающих с детьми в аспекте экологического воспитания, их обмена опытом друг с другом и опытом подобных организаций Дальневосточного региона. В 1995 г. был проведен первый на Сахалине палаточный Эколагерь «Родник». В 1996 г. организация получила грант поддержки проекта «Детский Экологический Лагерь» от ДВ ИСАР по программе «Что посеешь, то пожнешь», что дало импульс развития Детских Экологических Лагерьей стационарного, палаточного типа с автономным жизнеобеспечением. Результатом выполнения проекта при поддержке Экологического пресс-клуба «Наш город сегодня» стало распространение в области новых форм эколого-воспитательной работы с детьми. Каждый год за счет местных ресурсов и отлаженной системы фандрейзинга проект качественно и организационно развивался, улучшалось материально-техническое обеспечение, за лето охватывается до 300 детей. Сейчас подобную работу ведут департамент образования — эколагерь «Зеленый остров», клуб «Бумеранг», ТСК «Пилигрим», Дворец детского творчества и др.

«Экологическая вахта Сахалина» — независимая неполитическая региональная общественная организация, ставящая своей целью защиту естественных природных экосистем Сахалина и Курил.

Миссия организации — охрана и защита дикой природы и окружающей природной среды Сахалинской области.

Главными уставными целями организации являются: охрана окружающей природной среды и защита дикой природы Сахалинской области; осуществление общественного экологического контроля; защита прав и законных интересов граждан в области охраны окружающей среды; организация и проведение общественной экологической экспертизы.

Главные направления организации — сохранение лесов и повышение экологической безопасности при разведке и добыче нефти и газа на шельфе.

В основные задачи организации входят: разработка и осуществление природоохранных проектов и акций; привлечение общественного внимания к проблемам охраны и защиты дикой природы; организация и осуществление общественного контроля за соблюдением природоохранного законодательства; предъявление исков в суд о возмещении вреда окружающей

среде, о прекращении экологически вредной деятельности, защите прав граждан; организация общественного участия в принятии экологически значимых решений; проведение общественной экологической экспертизы; организация научных исследований в области охраны окружающей среды; развитие экологического и научного туризма.

Областная общественная организация «Экологическая вахта Сахалина» была основана в 1995 г. представителем международной неправительственной природоохранной организации «Друзья Земли — Япония» Эммой Уилсон. Два первых года своего существования «Экологическая вахта» действовала как неформальная группа граждан, в 1997 г. она была зарегистрирована и получила официальный юридический статус.

За период деятельности организация объединила в себе людей, которые с заботой и любовью относятся к дикой природе, людей, понимающих ее ценность и хрупкость и равнодушных к тому, что с ней сегодня происходит.

Природоохранные проекты, которые осуществляются, направлены на защиту сохранившихся нетронутых уголков дикой природы и содействие в восстановлении нарушенных экосистем. Глубоко изучая конкретную проблему, привлекаются специалисты и ученые, собирается дополнительная информация, анализируется существующая нормативная база. Затем определяются наиболее оптимальные пути решения проблем, которые представляются официальным лицам, принимающим решения. Параллельно с этим идет распространение информации по вопросам охраны природы для населения области через средства массовой информации, листовки и буклеты, а также через публичные мероприятия («круглые столы», лекции, конференции, общественные встречи).

Организация тесно сотрудничает с государственными природоохранными структурами, научными учреждениями, российскими и международными общественными экологическими организациями. Со многими из них осуществляются совместные проекты. Источники финансирования деятельности «Экологической вахты» — целевые благотворительные взносы благотворительных фондов, как частных, так и государственных (гранты), личные вклады ее членов, благотворительная помощь коммерческих организаций, чья деятельность не связана с добычей, транспортировкой и переработкой ископаемого топлива (нефть, природный газ, уголь).

«Экодаль» является некоммерческим объединением. Основные цели организации — пропаганда экологических знаний,

формирование общественного мнения в духе устойчивого экологического развития, участие в регламентации природопользования, участие в международных экологических программах и проектах. Организация осуществляет судебную защиту общественных экологических интересов и прав граждан и участвует в разработке нормативно-правовой документации.

6.4. Юридическая ответственность за экологические правонарушения

Юридическая ответственность за экологические правонарушения является одной из форм государственного принуждения; ее задача — обеспечить реализацию экологических интересов в принудительном порядке.

Экологические правонарушения различные по своему составу, но всегда складываются в сфере природы: будь то загрязнение природной среды, незаконная порубка леса или нарушение законодательства о континентальном шельфе.

По характеру причиненного ущерба экологические правонарушения делятся на пять групп: загрязнение природной среды; нерациональное использование природных ресурсов; истощение ресурсов; повреждение или уничтожение природных объектов; разрушение природных экосистем, т. е. нарушение экологического равновесия, приводящее к их деградации.

В зависимости от причиненного ущерба к виновным в экологических правонарушениях применяются различные санкции — уголовные, административные, экономические, дисциплинарные [2].

Если должностные лица и граждане совершают общественно опасные деяния и посягают на установленный в России экологический правопорядок, причиняют вред окружающей природной среде и здоровью человека, то эти деяния классифицируются как экологические преступления, а виновные несут **уголовную ответственность** в соответствии с Уголовным кодексом Российской Федерации (рис. 17). Уголовная ответственность наступает за экологические правонарушения, которые отличаются наивысшей степенью общественной опасности и тяжелыми последствиями [10].

К **административной ответственности** могут быть привлечены организации, предприятия, должностные лица и отдельные граждане. Административная ответственность устанавли-

Экологические составы преступлений по Уголовному кодексу РФ	Нарушение правил охраны окружающей среды при производстве работ	Ст. 246
	Нарушение правил обращения экологически опасных веществ и отходов	Ст. 247
	Нарушение правил безопасности при обращении с микробиологическими либо другими биологическими агентами или токсинами	Ст. 248
	Нарушение ветеринарных правил и правил, установленных для борьбы с болезнями и вредителями растений	Ст. 249
	Загрязнение вод	Ст. 250
	Загрязнение атмосферы	Ст. 251
	Загрязнение морской среды	Ст. 252
	Нарушение законодательства Российской Федерации о континентальном шельфе и об исключительной экономической зоне Российской Федерации	Ст. 253
	Порча земли	Ст. 254
	Нарушение правил охраны и использования недр	Ст. 255
	Незаконная добыча водных животных и растений	Ст. 256
	Нарушение правил охраны рыбных запасов	Ст. 257
	Незаконная охота	Ст. 258
	Уничтожение критических мест обитаний для организмов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации	Ст. 259
	Незаконная порубка деревьев и кустарников	Ст. 260
	Уничтожение или повреждение лесов	Ст. 261
	Нарушение режима особо охраняемых природных территорий и природных объектов	Ст. 262

Рис. 17. Экологические функции Уголовного кодекса РФ (от 24 мая 1996 г.) [10]

вается за противоправное действие или бездействие, нарушающее законодательство об охране окружающей среды. К их числу относятся порча, повреждение, уничтожение природных объектов, несоблюдение экологических требований при захоронении вредных веществ и т. д. Наиболее распространена мера административного взыскания — денежный штраф, кроме того, применяются предупреждения, общественное порицание, изъятие орудий и средств совершения правонарушения, конфискация незаконно добытой продукции [2].

Административная ответственность наступает за экологические правонарушения, которые отличаются средней степенью общественной опасности и последствий.

Основная масса выбросов и сбросов загрязняющих веществ регулируется путем применения мер *экономической ответственности*, т. е. обязательными платежами за нормативные и сверхнормативные выбросы и сбросы загрязняющих веществ и хранение твердых отходов.

Дисциплинарная ответственность (предупреждение, выговор, строгий выговор, понижение в должности и в окладе, увольнение с работы) налагается на должностные лица, рабочих и служащих руководителем предприятия за невыполнение ими своих производственных обязанностей, связанных с правовой охраной окружающей среды.

При этом следует учитывать три важных момента:

1) дисциплинарная ответственность может наступить лишь за нарушение экологических правил, исполнение которых входило в круг должностных обязанностей правонарушителя;

2) нельзя привлекать к ответственности водителя за выпуск в эксплуатацию автомобиля, у которого содержание загрязняющих веществ превышало установленные нормы, поскольку исполнительный контроль за этот выпуск не входит в число водительских обязанностей;

3) недопустимо наказывать в дисциплинарном порядке лиц, которые нарушают экологические правила во вне рабочее время.

7. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

7.1. Экологическая стандартизация и сертификация. Международные стандарты ИСО и Российская система стандартизации и сертификации продукции по экологическим требованиям

Стандарт — это нормативно-технический документ, который устанавливает комплекс норм, правил, требований, обязательных для исполнения.

Экологическая стандартизация — это установление единой, обязательной для всех объектов данного уровня системы управления экологических норм и требований.

Генеральным стандартом в природоохранной деятельности является ГОСТ 17.0.0.01-76 «Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов», введенный в действие в 1977 г. Система стандартов в области охраны природы (далее по тексту СООП) 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

ССОП 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 окружающей среды; 7 — прочие стандарты.

В полное обозначение стандарта ССОП входят индекс (ГОСТ), номер системы (17), номер стандарта и год издания [2].

Так, например, если требуется выяснить, какие существуют нормы и методы измерения выбросов вредных веществ отработавших газов тракторных двигателей, то следует обратиться к ГОСТ 17.2.2.05-86. В данном примере 17 означает номер системы, 2 — номер подсистемы — атмосферу, 2 — вид стандарта — нормы и методы измерений, 05 — номер стандарта и 86 — год издания.

Стандарты, помимо государственных (ГОСТ), могут быть отраслевыми (ОСТ) и заводскими.

Экологическая сертификация — это процедура подтверждения соответствия, посредством которой независимая от изготовителя и потребителя организация удостоверяет в письменной форме соответствие продукции (работ, услуг) экологическим требованиям и нормативно-правовым документам. Правовые основы экологической сертификации закреплены Законом РФ «О сертификации продукции и услуг» (1993 г.), а также государственными и принятыми в качестве национальных международными стандартами. С помощью сертификации контролируют безопасность продукции (работ, услуг) для человека и окружающей среды, защищают потребителя от экологически «грязных» материалов, предотвращают ввоз в страну экологически опасной продукции, технологии и др. Документальным свидетельством подтверждения соответствия продукции установленным требованиям служит **экологический сертификат соответствия**. В области управления качеством окружающей среды на предприятиях современным инструментом сертификации служат стандарты ГОСТ Р ИСО 14000.

Так как контакты российских фирм с зарубежными возросли, а также Россия вступила во Всемирную торговую организацию (ВТО), отечественные товары и услуги нуждаются в поднятии своей экологической привлекательности на более высокую ступень. Наличие у фирмы-производителя сертификата, т. е.

документа об экологическом качестве товара или услуги, выданного государственным органом или иной уполномоченной на то организацией (в том числе международной), повышает уровень доверия потенциального покупателя и, естественно, престижность фирмы и страны [2].

С 1926 г. и до начала второй мировой войны координация работ по международной сертификации проводила Международная федерация национальных организаций по стандартизации (ISA). В 1946 г. была основана International Organization for Standardization (международная организация по стандартизации). Учредители договорились называть организацию ISO, взяв часть греческого слова «isos», что означает «равный». ИСО предоставлен статус специализированного учреждения Организации объединенных наций (ООН). Стандарты разрабатываются в Технических комитетах и издаются секретариатом, который размещается в Женеве (Швейцария), на двух языках — английском и французском, хотя официальных языков ИСО три: английский, французский и русский. Россия является постоянным членом руководящих органов ИСО, а также активным членом большинства Технических комитетов.

На российских предприятиях внедрены **системы менеджмента окружающей среды** (далее по тексту СМОС). Мотивом внедрения СМОС является получение конкурентных преимуществ и, соответственно, возможностей для продвижения своих товаров и услуг на перспективные рынки, где велика доля сертифицированных в экологическом отношении компаний.

В развитии стандартов управления окружающей средой сыграло роль постановление Европейского Сообщества №1836/93 от 29.06.93 «Об экологическом аудите». Оно определило условия для добровольного участия компаний промышленного сектора по проверке экологического качества своей продукции. Различные страны ежегодно увеличивают количество международных стандартов, и та динамика, с которой это происходит, показывает, что внедрение стандартов ИСО приобретает исключительную важность [6].

В 1993 г. был создан Технический комитет ИСО «Экологический менеджмент» (далее по тексту ИСО/ТК-207), который осуществлял разработку стандартов ИСО серии 14000. Технический комитет (далее по тексту ТК) как структурное объединение имеет ряд подкомитетов (далее по тексту ПК), в которых были созданы рабочие группы (далее по тексту РГ). Структура Технического комитета ИСО/ТК-207 «Экологический менеджмент» приведена ниже (рис. 18).

Технический комитет ИСО/ТК-207 «Экологический менеджмент» (Секретариат – Женева, Швейцария)	
ПК-1 Системы экологического менеджмента (Великобритания)	РГ-1 Требования к системам экологического менеджмента РГ-2 Руководство по принципам организации и функционирования систем экологического менеджмента РГ-3 Малые и средние предприятия
ПК-2 Экологический аудит (Голландия)	РГ-1 Принципы аудита РГ-2 Процедура аудита РГ-3 Квалифицированные требования к экологам-аудиторам РГ-4 Оценка экологических объектов
ПК-3 Экологическая маркировка (Австралия)	РГ-1 Экологическая маркировка. Основные принципы программ маркировки РГ-2 Экологическая маркировка и заявления-декларации РГ-3 Цель и принципы всех видов экологической маркировки
ПК-4 Оценка характеристик экологичности (США)	РГ-1 Основы оценки характеристик экологичности РГ-2 Оценка характеристик экологичности
ПК-5 Оценка жизненного цикла (Франция)	РГ-1 Основные принципы и методы РГ-2 Инвентаризационный анализ. Основные положения РГ-3 Инвентаризационный анализ с учетом особенностей объекта РГ-4 Оценка воздействий на окружающую среду на стадиях жизненного цикла РГ-5 Оценка возможностей улучшения экологических характеристик жизненного цикла
ПК-6 Термины и определения	

Рис. 18. Структура Технического комитета ИСО/ТК-207 «Экологический менеджмент» [6]

Приоритетными направлениями в деятельности ИСО/ТК-207 в области экологического менеджмента являются:

1) разработка рекомендаций по созданию функционирования СМОС для предприятий (независимо от области их деятельности и размеров);

2) создание стандартов по маркировке продукции, не наносящей вред окружающей среде;

3) разработка стандартов по оценке воздействия на окружающую природную среду на всех стадиях жизненного цикла;

4) разработка требований к СМОС;

5) разработка стандартов по оценке экологичности производственных систем;

6) разработка рекомендаций по учету требований по охране окружающей среды в стандартах на продукцию;

7) разработка стандарта с терминами и их определениями в области экологического менеджмента.

Для вступления стандарта в силу необходимо, чтобы за него проголосовало не менее 75 % стран-членов ИСО. После принятия стандарта его текст принимается национальным органом стандартизации. В Европейском Сообществе стандарты издаются на трех официальных языках (английский, французский, немецкий) – EN ISO 14001:1996, затем национальные стандарты – в Германии DIN EN ISO 14001:1996. В Российской Федерации этот стандарт был принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 21 октября 1998 г. № 378 и получил обозначение ГОСТ Р ИСО 14001-98 «Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению» [6].

7.2. Экологический паспорт предприятия

Экологический паспорт предприятия (ГОСТы 17.0.0.04.90 и 17.0.0.06-2000) – это нормативно-технический документ, который включает в себя: данные по использованию предприятием природных ресурсов (почва, вода, нефть, лес и др.); данные по использованию вторичных ресурсов (электроэнергия); данные по определению влияния хозяйственной деятельности предприятия на окружающую природную среду.

Срок действия экологического паспорта 5 лет. По истечении этого срока структура, занимающаяся охраной природы, продлевает срок действия документа, если все установленные в нем нормативы соблюдаются.

Структура и содержание экологического паспорта предприятия следующая:

1) общие сведения о предприятии: наименование, адрес, ведомственная подчиненность; производственная структура, производственные показатели отдельных подразделений (цехов, участков); экологическая карта-схема предприятия с нанесенными на ней производственными корпусами, сельскохозяйственными угодьями, лесными полосами, дорогами, примыкающими лесными массивами. На карту наносятся источники загрязнения атмосферы и поверхностных вод, водозаборы, приемники сточных вод, места складирования отходов;

2) краткая природно-климатическая характеристика района расположения предприятия:

а) метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере; рельеф местности, роза ветров, скорость ветров;

б) характеристика состояния окружающей среды: значение фоновых концентраций загрязняющих веществ — должно соблюдаться условие по формуле (7.1):

$$C + C_{\phi} \leq ПДК, \quad (7.1)$$

где: C — концентрация выходящих газов;

C_{ϕ} — фоновая концентрация;

в) характеристика источников водоснабжения и приемников сточных вод: минимальный и максимальный месячный расход воды, показатели качества воды (температура, кислотность, количество взвешенных частиц);

3) использование земельных ресурсов:

а) общая площадь занимаемых земель, включая здания и сооружения, дороги, места под хранение мусора, зоны под озеленение. Указываются размеры санитарно-защитных зон;

б) сведения о состоянии и использовании почвенных ресурсов: сведения об эрозии почв (общая площадь, из них слабо, средне и сильно смыто, занято оврагами, выведено из оборота); объем применения противоэрозионных мероприятий; сведения о состоянии пахотных земель: площадь неорошаемых и орошаемых земель, загрязненных продуктами сельскохозяйственного производства (пестицидами), продуктами техногенеза (тяжелыми металлами, радионуклидами); засоленных, заболоченных;

4) состояние и использование водных ресурсов:

а) наименование источников водоснабжения (река, озеро, канал), объем забираемой воды (*тыс. м куб/год*); данные об использовании;

б) характеристика источников сточных вод: объем сбрасываемых вод, их физико-химические показатели (растворенные вещества, взвешенные вещества, температура); количество загрязняющих веществ, сбрасываемых за единицу времени (*г/с, т/год*), эффективность очистных сооружений;

5) характеристика выбросов в атмосферу. Приводятся данные по источникам загрязнения: при этом следует иметь в виду, что источник загрязнения — объект, от которого загрязняющее вещество поступает в атмосферу, а источник выделения — объект, в котором образуется загрязняющее вещество (технологическая установка, склад сырья или продукции). Источники загрязнения бывают организованные — снабжены устройствами для направленного вывода загрязняющих веществ в атмосферу (дымовая труба, вентиляционная шахта), и неорганизованные — не имеют специальных устройств для вывода загрязняющих веществ в атмосферу. Здесь же приводится полная инвентаризация всех источников загрязнения атмосферы: высота труб, диаметр труб, количество загрязняющих веществ, выбрасываемых за единицу времени (*г/с, т/год*), время работы оборудования в течение года, эффективность очистки выбрасываемых газов. На основании результатов инвентаризации выбросов рассчитываются предельно допустимые выбросы и карты распределения загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы. В этом же разделе приводятся сведения об автотранспортном парке предприятия (вид транспорта, количество, годовой пробег в *км/год*, количество и вид сожженного топлива за год);

6) отходы. Отходы классифицируются на производственные (промышленные) и бытовые. Указывается количество производственных отходов, образовавшихся у природопользователя за отчетный год, в том числе количество отходов каждого класса опасности. Указывается количество обезвреженных отходов и количество отходов, переданных другим организациям для утилизации;

7) эколого-экономические показатели. Приводятся капитальные затраты на охрану окружающей среды (отдельно на воздух, воду, земли). Указывается плата за пользование природными ресурсами и плата за загрязнение окружающей среды: за выбросы в атмосферу, за сброс сточных вод, за размещение отходов;

8) планирование природоохранных мероприятий и оценка их эффективности. Приводится план мероприятий по достижению нормативов предельно допустимых выбросов. В соста-

ве этих мероприятий предусматриваются: вывод устаревших технологий и производств (указываются сроки), ввод новых, экологически более чистых технологий, реконструкция действующих.

В соответствии с природоохранными требованиями уровень влияния хозяйственной деятельности предприятия-природопользователя на окружающую природную среду не должен превышать ПДК загрязняющих веществ. В то же время превышение регламентированных нормативов не лишает предприятие права на природопользование, но обязывает разрабатывать и практически осуществлять природоохранные мероприятия по снижению до нормативного уровня негативного воздействия производства на окружающую природную среду [6].

7.3. Экологическая экспертиза

При осуществлении различных проектов, особенно крупномасштабных, важно предусмотреть все возможные негативные воздействия планируемой хозяйственной деятельности на природные экосистемы, элементы техносферы и, естественно, здоровье самого человека. Поэтому сформировалась такая процедура, получившая название **«оценка воздействия на окружающую среду»** (далее по тексту ОВОС), или **экологическая экспертиза**. В современности экологическая экспертиза является важнейшим инструментом государственной политики в области охраны окружающей природной среды и управления природопользованием в Российской Федерации. Порядок проведения экологической экспертизы регулируется Федеральным законом от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ **«Об экологической экспертизе»** (с изменениями от 15.04.1998) и ст. 35–39 Закона РСФСР **«Об охране окружающей природной среды»** [6].

Законодательно экологическая экспертиза определяется как установление соответствия намечаемой хозяйственной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизой в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду.

Целью экологической экспертизы является обеспечение предупреждения вредных последствий хозяйственной деятельности для окружающей среды и человека. Задачей экологической экспертизы является оценка степени экологического воздействия конкретного хозяйственного объекта на окружающую

среду и человека и гарантия, что при планировании хозяйственной деятельности предусмотрены меры по охране окружающей среды, соответствующие требованиям законодательства.

Экологическая экспертиза выполняет роль предупредительного экологического контроля, а также инструмента поддержания экологического правопорядка в правотворчестве, в хозяйственной, управленческой и иной деятельности.

Принципы экологической экспертизы закреплены в Законе РФ **«Об экологической экспертизе»**, хотя и сформулированы применительно к основному виду экологической экспертизы — государственной экспертизе, но могут быть использованы и в иной эколого-экспертной деятельности.

Экологическая экспертиза основывается на следующих принципах.

Принцип презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности. Согласно этому принципу, экологически опасной следует считать любую намечаемую хозяйственную деятельность, подлежащую экологической экспертизе.

Принцип обязательности проведения государственной экологической экспертизы до принятия решений о реализации объекта экологической экспертизой. Данный принцип означает, что если объект планируемой деятельности относится к числу тех, которые перечислены в Законе, то решение об осуществлении такой деятельности может быть принято только после получения положительного заключения экспертизы. Заказчик обязан предоставить требуемую документацию на государственную экологическую экспертизу [25].

Принцип комплексности оценки воздействия на окружающую природную среду хозяйственной и иной деятельности и его последствий заключается в том, что в результате проведения экологической экспертизы должен быть проведен анализ возможных вредных воздействий не только на какой-либо один или несколько объектов природы. Поскольку все природные объекты находятся в состоянии естественной природной взаимосвязи, то необходима максимально полная и исчерпывающая оценка вредных воздействий на все компоненты окружающей среды, всю окружающую среду как единое целое.

Принцип обязательности учета требований экологической безопасности при проведении экологической экспертизы означает, что должны быть проведены оценка и анализ тех сторон планируемой деятельности, которые связаны с экологически безопасным функционированием соответствующих хозяйствен-

ных объектов. В проектной документации должны содержаться такие условия эксплуатации объекта, которые в максимально возможной степени исключали бы вероятность возникновения аварий или катастроф, влекущих за собой причинение вреда жизни и здоровью людей, окружающей среде.

Принцип достоверности и полноты информации, предоставляемой на экологическую экспертизу, заключается в том, что заказчик обязан предоставить на экологическую экспертизу документацию, содержащую реальную и исчерпывающую информацию об объекте экспертизы. Соответственно государственная экологическая экспертиза обязана дать оценку представленной документации с этой точки зрения.

Принцип независимости экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий состоит в том, что, во-первых, эксперт ничем не связан при осуществлении своих полномочий, он вправе свободно выражать свое мнение и, во-вторых, недопустимо оказывать какое-либо влияние или давление на эксперта, экспертную комиссию.

Принцип научной обоснованности, объективности и законности заключений экологической экспертизы выражается в том, что эксперт и соответственно экспертная комиссия свободны в своей оценке документации, представленной на заключение. Во-первых, заключение экологической экспертизы должно быть научно обоснованным, т. е. соответствовать современному уровню развития научных знаний в том или ином направлении. Вполне понятно, что соблюдение этого требования зависит от уровня профессионализма эксперта. Во-вторых, в заключении экспертной комиссии должно быть отражено реально существующее положение, лишенное какого-либо предвзятого представления. В-третьих, эксперт обязан соотносить свои профессиональные выводы о возможности реализации проекта, сообразуя их, естественно, с нормами действующего законодательства.

Принцип гласности, участия общественных организаций, учета общественного мнения означает, что заинтересованные стороны должны быть осведомлены о том, как проходит процесс экспертизы, они имеют право на информацию об этом. Представители общественных организаций вправе участвовать в проведении экспертизы. При этом экспертная комиссия обязана принимать во внимание общественное мнение о намечаемой деятельности, являющейся объектом экспертизы.

Принцип ответственности участников экологической экспертизы и заинтересованных лиц за организацию, проведение и качество

экологической экспертизы состоит в том, что процедура экологической экспертизы должна быть проведена в строгом соответствии с теми требованиями, которые предусмотрены действующим законодательством. Несоблюдение таких требований является основанием для привлечения экспертов к ответственности.

Существует два вида экологической экспертизы: **государственная и общественная**.

Государственная экологическая экспертиза организуется и проводится специально уполномоченными государственными органами в области экологической экспертизы в порядке, установленном Федеральным законом «Об экологической экспертизе» и нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также ее субъектов. Государственная экологическая экспертиза проводится на федеральном уровне и на уровне субъектов Федерации.

Общественная экологическая экспертиза организуется и проводится по инициативе граждан и общественных организаций (объединений), а также органов местного самоуправления общественными организациями (объединениями), основным направлением деятельности которых в соответствии с их уставами является охрана окружающей природной среды, и в том числе организация и проведение экологической экспертизы.

В соответствии с существующими видами экологической экспертизы все ее объекты также делятся на два вида: подлежащие государственной экологической экспертизе и подлежащие общественной экологической экспертизе. Объекты первого вида подразделяются на объекты экспертизы федерального уровня, объекты экспертизы уровня субъектов Федерации [25].

Согласно Федеральному закону «Об экологической экспертизе», обязательной государственной экологической экспертизе, проводимой на федеральном уровне, подлежат:

1) проекты правовых актов Российской Федерации нормативного и ненормативного характера, нормативно-технических и инструктивно-методических документов, утверждаемых органами государственной власти Российской Федерации, регламентирующих хозяйственную и иную деятельность;

2) материалы, подлежащие утверждению органами государственной власти Российской Федерации и предшествующие разработке прогнозов развития и размещения производительных сил на территории Российской Федерации (проекты комплексных и целевых федеральных социально-экономических, научно-технических и иных федеральных программ; проекты генеральных планов развития территорий свободных экономи-

ческих зон и территорий с особым режимом природопользования и ведения хозяйственной деятельности и др.);

3) технико-экономические обоснования и проекты строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации и ликвидации организаций и иных объектов хозяйственной деятельности Российской Федерации и другие проекты независимо от их сметной стоимости, ведомственной принадлежности и форм собственности, осуществление которых может оказать воздействие на окружающую природную среду в пределах территории двух и более субъектов Федерации, в том числе материалы по созданию гражданами или юридическими лицами Российской Федерации с участием иностранных граждан или иностранных юридических лиц, организаций, объем иностранных инвестиций в которые превышает 500 тыс. дол.;

4) технико-экономические обоснования и проекты хозяйственной деятельности, которая может оказывать воздействие на окружающую природную среду сопредельных государств или для осуществления которой необходимо использование общих с сопредельными государствами природных объектов;

5) материалы по созданию организаций горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, предусматривающие использование природных ресурсов, которые находятся в ведении Российской Федерации;

6) проекты международных договоров;

7) документация, обосновывающая соглашения о разделе продукции и концессионные договоры, а также другие договоры, предусматривающие использование природных ресурсов и отходов производства, находящихся в ведении Российской Федерации;

8) материалы обоснования лицензий на осуществление деятельности, способной оказать воздействие на окружающую природную среду, выдача которых относится в соответствии с законодательством Российской Федерации к компетенции федеральных органов исполнительной власти;

9) проекты технической документации на новую технику, технологию, материалы, вещества, сертифицируемые товары и услуги, которые входят в перечень, утверждаемый федеральным специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы, в том числе и закупаемые за рубежом товары;

10) проекты схем охраны и использования водных, лесных, земельных и других природных ресурсов, находящихся в ведении Российской Федерации и др. [25].

Обязательной государственной экспертизе, проводимой на уровне субъектов Федерации, подлежат:

1) проекты нормативных правовых актов субъектов Федерации, нормативно-технических и инструктивно-методических документов, утверждаемых органами государственной власти субъектов Федерации и регламентирующих хозяйственную деятельность, в том числе использование природных ресурсов и охрану окружающей природной среды и иную деятельность;

2) материалы, предшествующие разработке прогнозов развития и размещения производительных сил на территории субъектов Федерации;

3) материалы комплексного экологического обследования участков территорий, находящихся в пределах территории субъекта Федерации, для последующего придания им правового статуса особо охраняемых природных территорий субъектов Федерации и местного значения;

4) документация, обосновывающая соглашения о разделе продукции и концессионные договоры, а также другие договоры, предусматривающие использование природных ресурсов и отходов производства, находящихся в ведении субъектов Федерации и органов местного самоуправления;

5) все виды градостроительной документации;

6) проекты рекультивации земель, нарушенных в результате геологоразведочных, добычных, взрывных и иных видов работ;

7) документация, обосновывающая соглашения о разделе продукции с субъектами предпринимательской деятельности при пользовании участками недр регионального и местного значения;

8) документация, которая обосновывает хозяйственную и иную деятельность и реализация которой способна оказать прямое или косвенное воздействие на окружающую природную среду в пределах территории субъекта Федерации и ряд иных объектов.

Общественная экологическая экспертиза может проводиться в отношении объектов, указанных в Законе РФ «Об экологической экспертизе», за исключением объектов экологической экспертизы, сведения о которых составляют государственную, коммерческую или иную охраняемую законом тайну.

Процедура проведения государственной экологической экспертизы следующая.

Порядок проведения государственной экологической экспертизы регулируется Федеральным законом «Об экологической экспертизе», Положением о порядке проведения государствен-

ной экологической экспертизы, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 11 июня 1996 г. № 698 и Регламентом проведения государственной экологической экспертизы, утвержденным приказом Госкомэкологии России от 17 июня 1997 г. № 280 [25].

Государственная экологическая экспертиза проводится Министерством природных ресурсов Российской Федерации. Министерство и его территориальные органы образуют экспертные комиссии государственной экологической экспертизы по каждому конкретному объекту, как из штатных экспертов, так и штатных сотрудников Министерства и его территориальных органов.

Перечень материалов, предоставляемых на экспертизу, определяется нормативными актами Министерства природных ресурсов Российской Федерации в соответствии с требованиями, установленными для разработки соответствующих видов документации. Материалы по объектам экспертизы федерального уровня направляются заказчиком (физическим или юридическим лицом) в Министерство природных ресурсов Российской Федерации, а по объектам экспертизы уровня субъектов Федерации — в его территориальные органы. Соответствие предоставленных материалов установленным требованиям рассматривается в течение 7 дней с момента подачи материалов, оплата проведения государственной экологической экспертизы (если материалы соответствуют требованиям) должна состояться в срок до 30 дней. Начало времени проведения экспертизы устанавливается не позднее чем через 30 дней после получения документа, подтверждающего ее оплату.

Состав экспертной комиссии (руководитель, ответственный секретарь и члены комиссии), сроки и задание на проведение экспертизы утверждаются приказом министерства или его территориального органа.

Срок проведения экспертизы зависит от трудоемкости экспертных работ, однако продолжительность экспертизы не должна превышать 4 месяца. Но если в процессе экспертизы при необходимости изменяются сроки ее проведения и количество привлекаемых экспертов, то общий срок проведения тоже меняется, но он не должен превышать 6 месяцев.

Задачи экспертной комиссии заключаются в следующем. Она определяет соответствие намечаемой деятельности требованиям, установленным нормативными правовыми актами Российской Федерации и субъектов Федерации по вопросам охраны окружающей природной среды; полноту выявления

масштабов прогнозируемого воздействия на окружающую природную среду в результате осуществления намечаемой деятельности и экологическую обоснованность допустимости ее реализации.

В положительном заключении экспертной комиссии должны содержаться выводы о соответствии намечаемой деятельности экологическим требованиям, установленным законодательством Российской Федерации в области охраны окружающей природной среды, о допустимости намечаемого воздействия на окружающую природную среду и о возможности реализации объекта экспертизы.

В отрицательном заключении могут содержаться следующие выводы: о необходимости доработки представленных материалов по замечаниям и предложениям, изложенным в заключении экспертной комиссии; о недопустимости реализации объекта экспертизы ввиду необеспеченности соблюдения требований экологической безопасности намечаемой деятельности [25].

Порядок проведения общественной экологической экспертизы следующий. Граждане и общественные организации в области экологической экспертизы имеют право:

- 1) выдвигать предложения о проведении в соответствии с указанным Законом общественной экологической экспертизы хозяйственной и иной деятельности, реализация которой затрагивает экологические интересы населения, проживающего на данной территории;

- 2) направлять в письменной форме специально уполномоченным государственным органам в области экологической экспертизы аргументированные предложения по экологическим аспектам намечаемой хозяйственной и иной деятельности;

- 3) получать от специально уполномоченных государственных органов в области экологической экспертизы, организующих проведение экспертизы конкретных объектов, информацию о результатах ее проведения;

- 4) осуществлять иные действия в области экологической экспертизы, не противоречащие законодательству Российской Федерации.

При подготовке экспертной комиссией заключения государственной экологической экспертизы и при принятии решения о реализации объекта экспертизы должны рассматриваться материалы, направленные в экспертную комиссию населением и отражающие общественное мнение.

Федеральный закон «Об экологической экспертизе» предусматривает исчерпывающий перечень оснований для отказа

в государственной регистрации заявления о проведении общественной экологической экспертизы. Названы следующие основания для отказа:

- 1) общественная экологическая экспертиза ранее дважды проводилась в отношении объекта экспертизы;
- 2) общественную экспертизу требуют провести в отношении объекта, сведения о котором составляют государственную, коммерческую иную охраняемую законом тайну;
- 3) порядок государственной регистрации общественной организации не соответствует установленному порядку;
- 4) устав общественной организации, организующей и проводящей общественную экологическую экспертизу, не соответствует требованиям указанного закона;
- 5) требования к содержанию заявления о проведении экспертизы, предусмотренные Законом, не выполнены [25].

7.4. Лицензия, договор и лимит на природопользование

Если рассматривать деятельность предприятия по стадиям сбора, подачи документов и прохождения различных инстанций в сфере использования природных ресурсов, то иерархия будет следующей: установление лимита, получение лицензии, прохождение экологической экспертизы, заключение договора.

Выдаче лицензии всегда предшествует установление лимита на природопользование.

Лимит на природопользование — это система экологических ограничений по территориям. Они представляют собой объемы предельного изъятия природных ресурсов, а также выбросов или сбросов в окружающую среду загрязняющих веществ и размещение отходов производства. Лимитирование обусловлено ограниченностью запасов природных ресурсов и необходимостью их рационального использования и воспроизводства.

Лимитирование осуществляется в соответствии с теми направлениями, по которым осуществляется само природопользование:

- 1) изъятие природного вещества из природы: в этом случае лимиты устанавливаются на предельно допустимые нормы изъятия природных ресурсов;
- 2) внесение антропогенного вещества в природу: в этом случае лимиты устанавливаются на предельно допустимые нормы выбросов.

Примером лимитов и квот на изъятие природных ресурсов является Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.02.2000 № 277-р, в котором утверждены квоты вылова водных биологических ресурсов внутренних морских вод, территориального моря, континентального шельфа и исключительной экономической зоны Российской Федерации на 2000 г. для рыбохозяйственных организаций с распределением по субъектам Федерации. Такие распоряжения меняются, так как живые ресурсы меняются по количеству и местоположению.

Субъектами права пользования живыми ресурсами могут быть граждане Российской Федерации, юридические лица Российской Федерации, иностранные граждане и иностранные юридические лица, иностранные государства и международные организации [6].

Преимущественным правом на использование живых ресурсов обладают:

- 1) представители коренных малочисленных народов Севера и Дальнего Востока; т. к. образ жизни, занятость и экономика у них основываются на промысле живых ресурсов;
- 2) российские заявители, осуществляющие морские научные исследования биологического характера и мероприятия по искусственному воспроизводству живых ресурсов;
- 3) заявители Российской Федерации, ведущие промыслы живых ресурсов в целях поставки продукции федеральных и региональных нужд.

Примером лимита на внесение антропогенного вещества является Приказ Госкомэкологии России от 29.01.1999 г., в котором были утверждены Методические рекомендации по оформлению проектов нормативов образования и лимитов размещения отходов.

Индивидуальные предприниматели и юридические лица, осуществляющие деятельность в области обращения с отходами, разрабатывают проекты нормативов образования отходов и лимитов на их размещение. Порядок разработки и утверждения нормативов и лимитов определяет Правительство Российской Федерации (*Постановление Правительства Российской Федерации от 16.06.2000 г. № 461*).

Лимиты на размещение отходов предусматривают: предельно допустимые количества отходов конкретного вида, которые разрешается размещать определенным способом на установленный срок в объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки данной территории. Также учитывается количество, вид и класс опасности отходов.

Экологическое лицензирование — это деятельность уполномоченных государственных органов на природопользование, негативное воздействие на окружающую среду или осуществление иной деятельности, в процессе осуществления которой оказывается воздействие на окружающую среду.

Закон РСФСР «Об охране окружающей природной среды» содержит требование о необходимости лицензирования отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды. Также предусмотрено нормативное предписание, согласно которому перечень указанных лицензируемых видов деятельности устанавливается федеральными законами. В настоящее время в России действует специальный Федеральный закон от 08.08.2001 г. № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности». Однако его действие не распространяется на использование природных ресурсов, в том числе недр, лесного фонда, объектов растительного и животного мира. Требования в сфере лицензирования природопользования устанавливаются природоресурсным законодательством (Лесной кодекс, Водный кодекс, Закон РФ «О недрах», Федеральный закон «О животном мире») [6].

Виды деятельности, подвергающиеся лицензированию, перечислены ниже:

1) виды деятельности, непосредственно связанные с природопользованием: лесопользование, недропользование, водопользование, использование и охрана объектов животного мира, деятельность по обеспечению регулярного туризма на территории национальных парков. Выдача лицензий на указанные виды деятельности относится к компетенции специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей среды и природопользования (Министерство природных ресурсов России и находящихся в его ведении служб и агентств — Росприроднадзора, Росводресурсов, Роснедр, Рослесхоза, Ростехнадзора);

2) виды деятельности, которая не является деятельностью по использованию и охране окружающей среды, но при осуществлении которой необходимо соблюдение требований природоохранного законодательства: использование атомной энергии, переработка нефти и газа, строительная деятельность, деятельность, связанная с использованием возбудителей инфекционных заболеваний, деятельность по обращению с опасными отходами. Выдача лицензии на осуществление таких видов деятельности относится к компетенции Ростехнадзора и органов государственной власти, которые не являются непосредственными природоохранными.

Лицензирование лесопользования. Лесной фонд находится в собственности Российской Федерации и ее субъектов. Для осуществления деятельности по использованию участков лесного фонда законодательством установлены требования об обязательном наличии таких разрешительных документов, как лесорубочный билет, лесной ордер, лесной билет. Лесорубочный билет выдается Рослесхозом своему территориальному органу — лесничеству. На основании лесорубочного билета лесничество выдает физическим и юридическим лицам лесной ордер. Ордер является документом, позволяющим пользователю право на заготовку и вывоз древесины и второстепенных лесных ресурсов. На остальные виды лесопользования (базы отдыха, туристические базы) выдается лесной билет.

Лицензирование недропользования. Лицензии на пользование недрами являются разрешениями на проведение работ по геологическому изучению недр, разработку месторождений полезных ископаемых, использование отходов горнодобывающих и связанных с ним перерабатывающих производств. Также разрешение выдается на использование недр в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых: образование особо охраняемых геологических объектов, сбор коллекционных, палеонтологических и других геологических коллекционных материалов.

В соответствии с Законом Российской Федерации «О недрах» собственники, владельцы земельных участков имеют право по своему усмотрению в их границах осуществлять без применения взрывных работ добычу общераспространенных полезных ископаемых, не числящихся на государственном балансе, и строительство подземных сооружений на глубину до 5 м, а также устройство и эксплуатацию бытовых колодцев и скважин на первый водоносный горизонт, не являющийся источником централизованного водоснабжения без получения лицензии.

Росприроднадзор осуществляет лицензирование деятельности по экспорту информации о недрах, а также по созданию и эксплуатации искусственных островов, сооружений и установок, проведению буровых работ, связанных с геологическим изучением, поиском, разведкой и разработкой минеральных ресурсов. Лицензии на остальные виды деятельности в сфере недропользования выдает Ростехнадзор.

Лицензирование пользования объектами животного мира. Использование объектов животного мира являются охота, рыболовство, использование полезных свойств жизнедеятельности объектов животного мира (почвообразователей, опылителей растений), изучение, исследование и иное использование жи-

вотного мира в научных, культурно-просветительных, воспитательных, рекреационных, эстетических целях без изъятия их из среды обитания.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели осуществляют пользование объектами животного мира на основании лицензии в течение срока, указанного в лицензии, в границах определенной территории и акватории. Граждане осуществляют лицензируемую деятельность по использованию объектов животного мира на основании временных разовых лицензий на добычу определенного количества объектов животного мира в определенном месте или на конкретный срок (например, охотничий билет на отстрел определенного количества животных на определенный на определенный промежуток времени) [6].

Лицензирование водопользования. Водные объекты могут использоваться для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, промышленности и энергетики, сельского хозяйства. В соответствии с Водным кодексом лицензированию подлежат все виды водопользования, если водный объект не находится в частной собственности. Пользоваться водными объектами без получения лицензии могут лишь граждане при условии, что водопользование осуществляется ими для собственных нужд и без применения технических средств. Юридические лица вправе пользоваться водными объектами лишь на основании лицензии, равно как и граждане, осуществляющие водопользование в целях предпринимательской деятельности. Водные объекты предоставляются в пользование путем выделения участков акватории, мест забора и сброса воды.

На сегодняшний день основной вид договора на природопользование природным ресурсом — это **аренда и договор о комплексном природопользовании**.

Предмет **арендных отношений** — это использование земельных, водных, лесных, рекреационных и других ресурсов. По договору на аренду природных ресурсов одна сторона — арендодатель обязуется передать другой стороне — арендатору — для использования конкретно определенные виды природных ресурсов на установленный срок. Арендатор обязуется своевременно вносить плату и соблюдать правила, установленные договором.

Арендодателем в договоре выступает собственник природных ресурсов — Федерация, республика, край, область, города и районы (муниципальная собственность).

Арендатором в договоре может быть любое физическое или юридическое лицо: государственные предприятия, общественные предприятия, международные объединения, отдельные граждане.

Договор о комплексном природопользовании. Комплексное природопользование — это использование одного или нескольких природных ресурсов одновременно с учетом охраны окружающей природной среды и соблюдением требований рационального использования и воспроизводства природных ресурсов.

Договорные обязательства при оформлении комплексного природопользования обусловлены тем, что практически всегда использование одних природных ресурсов неизбежно затрагивает интересы охраны и рационального использования других ресурсов.

Например, лицензии на разработку недр с целью добычи полезных ископаемых не регулируют вопросов охраны земель, вод и лесов. А эти вопросы должны быть затронуты при развертывании добычи полезных ископаемых, иначе хозяйственная деятельность такого рода неизбежно приведет к разрушению природной среды. Поэтому заключение и исполнение договора по комплексному природопользованию позволит устранить этот пробел.

Заключение договора осуществляется исполнительной властью города, района, края в зависимости от того, кто владеет природными ресурсами [6].

7.5. Плата за использование природных ресурсов

Плата за использование природных ресурсов предусмотрена Законом РСФСР «Об охране окружающей природной среды». Согласно ст. 16 данного закона, плата за природные ресурсы взимается:

1) за право использования природных ресурсов. Она является налогом на природопользование и включена в налоговую систему;

2) за сверхлимитное и нерациональное использование природных ресурсов. Она является формой экологической ответственности природопользователя за ущерб, причиненный в результате несоблюдения норм и правил охраны природных ресурсов, и их нерациональное использование. Иначе — это штрафные санкции в повышенном размере за нерациональное использование природных ресурсов;

3) на воспроизводство и охрану природных ресурсов. Это компенсация затрат организаций и ведомств, осуществляющих воспроизводство и охрану природных ресурсов.

Плата за загрязнение окружающей природной среды определена в Законе РСФСР «Об охране окружающей природной среды». Плата за загрязнение окружающей среды взимается:

1) за выброс и сброс загрязненных веществ, за размещение отходов в пределах установленных лимитов;

2) за выброс и сброс загрязняющих веществ, за размещение отходов сверх установленных лимитов.

Порядок определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды и размещение отходов утвержден Постановлением Правительства РФ от 28.08.1992 г. № 632. Также действуют Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды, утвержденные МПР РФ 26.01.1993 г. (с изменениями от 15.02.2000 г.).

Кроме разграничения платы за использование и загрязнение, существуют **базовые нормативы платы и дифференцированные нормативы платы**.

Правовое регулирование платы за загрязнение окружающей природной среды основано на базовых нормативах платы. Применяются два вида базовых нормативов:

1) за выбросы и сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах допустимых нормативов;

2) за выбросы и сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия сверх установленных нормативов (временно согласованные нормативы).

Базовые нормативы платы устанавливаются по каждому ингредиенту вещества (отхода), виду действия и с учетом степени их опасности для окружающей природной среды и населения. В настоящее время установлены базовые нормативы примерно для 400 ингредиентов загрязняющих веществ.

Дифференцированные нормативы платы исчисляются на основе базовых, но с поправкой на экологическую ситуацию (состояние окружающей среды), социально-исторические факторы (культурные ценности), природные факторы (рельеф, климат). Дифференцированные ставки определяются умножением базовых ставок на *коэффициент*, учитывающий экологические, природные и социально-исторические факторы [6].

8. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ ЭКОЛОГИИ

Практически вся история общественных отношений в сфере взаимодействия общества и природы свидетельствует о том, что человечество развивало свою экономику без учета трех важнейших обстоятельств: ассимиляционного потенциала природной среды, исчерпаемости невозобновляемых природных ресурсов и существования трансграничных переносов загрязняющих веществ. По мере расширения спектра и масштабов воздействия человека на природу изменения состояния окружающей среды по своей величине приблизились к предельным значениям, что спровоцировало в 50–60-е гг. XX в. формирование локальных экологических нарушений в районах индустриальных центров, а в последующем – глобальные изменения окружающей среды. К началу 70-х гг. XX в. практически во всех развитых странах наблюдалось кризисное обострение экологических проблем и осознание их реальной опасности для человека. В этих условиях возникло одно из направлений международного сотрудничества – международно-правовая охрана окружающей природной среды [10].

К настоящему времени сформированы базовые принципы международного сотрудничества в области охраны окружающей природной среды, реализация которых способна обеспечить всеобщую экологическую безопасность в интересах настоящего и будущих поколений. Эти принципы таковы:

1) каждый человек имеет право на жизнь в наиболее благоприятных экологических условиях;

2) каждое государство имеет право на использование окружающей природной среды и природных ресурсов для целей развития и обеспечения нужд своих граждан;

3) экологическое благополучие одного государства не может обеспечиваться за счет других государств или без учета их интересов;

4) хозяйственная деятельность, осуществляемая на территории государства, не должна наносить ущерб окружающей природной среде, как в пределах, так и за пределами его юрисдикции;

5) любые виды хозяйственной и иной деятельности, экологические последствия которых непредсказуемы, недопустимы;

6) контроль на глобальном, региональном и национальном уровне за состоянием и изменениями окружающей природной среды и природных ресурсов должен быть установлен на основе международных критериев и параметров;

7) необходимо обеспечение свободного и беспрепятственного международного обмена научно-технической информацией по проблемам окружающей природной среды и передовых природо-сберегающих технологий;

8) государства должны оказывать друг другу помощь в чрезвычайных экологических ситуациях;

9) все споры, связанные с проблемами окружающей природной среды, должны разрешаться мирными средствами [10].

Основными объектами международного сотрудничества являются те, по поводу которых разные страны вступают в экологические отношения (рис. 19).



Рис. 19. Основные объекты международного сотрудничества [8]

Среди них выделяют две категории объектов: не входящие и входящие в юрисдикцию государств. Первые — это воздушный бассейн, космос, Мировой океан, Антарктика, мигрирующие виды животных. Эти объекты охраняются и используются в соответствии с нормами международного экологического права. Вторые — это объекты, входящие в юрисдикцию государств: международные реки, моря, озера; объекты мирового природного наследия, занесенные в Международную Красную книгу исчезающих и редких животных и растений.

Воздушный бассейн нуждается в глобальной охране. Первостепенное значение имеют договоры о запрещении испытаний и применения оружия массового уничтожения — ядерного, биологического, химического и т. д. Большую опасность представляют трансграничные загрязнения атмосферы (кислотные дожди и др.). На Венской встрече министров иностранных дел в 1986 г. было принято решение о сокращении выбросов CO_2 и SO_2 на 30–50 % до 1995 г. в надежде остановить потепление климата и сократить число кислотных дождей.

Космос принадлежит всему мировому сообществу, которое выразило свое отношение к нему в двух документах: Декларации правовых принципов деятельности по использованию космического пространства (1963 г.) и Договоре о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела (1967 г.). В них сформулированы следующие положения: космос — достояние всего человечества; недопустимо национальное присвоение его частей, загрязнение космического пространства и использование его в военных целях. Однако в настоящее время в околоземном пространстве уже находится 3,5 млн т космического мусора. Если не принять меры, то через 20–30 лет космические полеты могут стать невозможными [8].

Мировой океан сосредоточивает 96 % воды земного шара; оказывает решающее влияние на климат планеты; это источник биологических, минеральных, энергетических ресурсов. Поэтому охране Мирового океана посвящено около 25 правовых и нормативных международных документов, а также ряд решений, соглашений, резолюций и договоров. Среди них большое значение имеют запрещение загрязнения океана нефтью, химическими и радиоактивными веществами, другими вредными отходами.

На глобальном уровне действуют также Конвенция о рыболовстве и охране живых ресурсов морей (1958 г.) и Конвенция

ООН по морскому праву (1982 г.). Они провозглашают право государств на промысел животных с учетом международных норм. На национальном уровне рыболовство регулируется вне пределов территориальных вод лишь в зонах юрисдикции прибрежных государств, которые установлены Женевской конвенцией 1958 г.

Антарктика — подлинный международный объект охраны природы. Принципы охраны и использования южного материка регулируются отдельным Договором об Антарктике (1959 г.). Его основные положения — свобода научных исследований, запрет военных мероприятий, охрана живых ресурсов.

Разделяемые международные природные ресурсы — это ресурсы, находящиеся в пользовании двух или более суверенных государств: например, Балтийское море, река Дунай, Великие озера (США и Канада) и др. Основой регулирования охраны использования таких объектов являются договоры, заключаемые заинтересованными сторонами. Для управления международным объектом создаются постоянно действующие органы — комиссии, комитеты. Так, органом управления по Дунаю является Дунайская комиссия, по Балтийскому морю — Балтийский совет, Хельсинская комиссия (Хелком) и т. д.

В ноябре 1972 г. конференцией ЮНЕСКО была принята Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия: заповедников, национальных парков, резерватов, памятников культуры и др. Эти объекты принимаются на международный учет [8].

Охраной окружающей природной среды занимаются многие международные организации. Ведущая роль принадлежит Организации Объединенных Наций (ООН) и ее специализированным органам. Одним из главных органов ООН является Экономический и социальный совет (ЭКОСОС), в рамках которого действуют национальные и региональные комиссии и комитеты.

Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) создана в декабре 1972 г. Программа имеет Совет управляющих, Совет по координации и Фонд окружающей природной среды. К первоочередным направлениям деятельности ЮНЕП относятся здоровье человека, охрана земель и пресных вод, защита Мирового океана, охрана животных и генетических ресурсов, энергетические ресурсы, образование, торговля, экономика, технологии. В рамках ЮНЕП работают и другие международные организации (рис. 20).

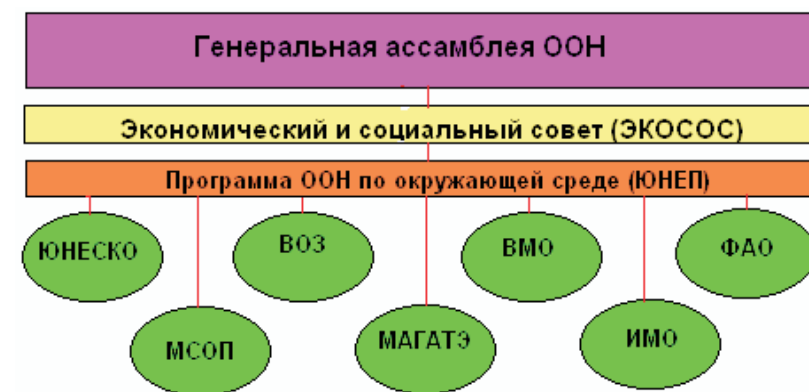


Рис. 20. Основные международные организации по охране окружающей природной среды [8]

Организация объединенных наций по культуре, науке, образованию (ЮНЕСКО) создана в 1948 г.; штаб-квартира находится в Париже. Основные направления ее деятельности:

1) руководство экологическими программами, в которых занято свыше 100 государств. Например, «Человек и биосфера», Международная программа по образованию и др.;

2) учет и организация охраны объектов, отнесенных к всемирному наследию;

3) оказание помощи развивающимся странам в подготовке специалистов-экологов и др.

Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) также учрежден в 1948 г. Эта неправительственная организация представляет около 100 стран. По инициативе МСОП ведется Красная книга. Основные задачи МСОП:

1) сохранение естественных экосистем, растительного и животного мира;

2) сохранение редких и исчезающих видов;

3) организация заповедников, резерватов, национальных парков и др.

Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) образована в 1946 г., занимается вопросами охраны здоровья человека в аспекте его взаимодействия с окружающей средой, консолидируется с ЮНЕП, МАГАТЭ и др.

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) образовано в 1957 г. для обеспечения ядерной безопасности

и охраны окружающей среды от радиоактивного загрязнения. Неподчинение государств требованиям МАГАТЭ может вызвать применение экономических санкций по решению Совета Безопасности ООН.

Всемирная метеорологическая организация ООН (ВМО) создана в 1947 г. Ее основная задача — изучение и обобщение воздействий человека на климат планеты. Она работает главным образом в рамках глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС).

Международная морская организация (ИМО) создана в 1948 г., действует в области морского судоходства и охраны моря от загрязнения. При ее участии разработаны конвенции по борьбе с загрязнением моря нефтью и другими вредными веществами [8].

Сельскохозяйственная и продовольственная организация ООН (ФАО) организована в 1945 г. Сфера ее деятельности — сельское хозяйство и мировые продовольственные ресурсы. ФАО подготовила почвенную карту мира, участвует во многих экологических программах, активно сотрудничает с ЮНЕП, ЮНЕСКО, МСОП.

Помимо названных ведущих организаций, в мировом сообществе функционирует множество структур природоохранного профиля: например, Международный регистр потенциально токсичных химических веществ (МРПТХВ), Бюро ООН по оказанию помощи при стихийных бедствиях (ЮНДРО), Европейская экономическая комиссия — ЕЭК (занимается внедрением малоотходных и безотходных технологий) и многие другие.

Из международных конференций самыми важными являются четыре.

Стокгольмская конференция ООН по окружающей среде состоялась 5–16 июня 1972 г. На конференции было принято два основных документа: Декларация принципов и План мероприятий. Первый документ включает в себя 26 принципов, из которых основными являются следующие:

- 1) право человека на благоприятные условия жизни и качество среды, позволяющие вести достойную и процветающую жизнь;
- 2) сохранение природных ресурсов на благо нынешних и будущих поколений;
- 3) экономическое и социальное развитие, в котором решающее значение имеет улучшение окружающей среды;
- 4) суверенность государств на использование своих природных ресурсов и ответственность за ущерб окружающей среде;

5) избавление людей и природы от последствий применения ядерного и иных видов оружия массового уничтожения.

На этой конференции день 5 июня был провозглашен Всемирным днем окружающей среды — Днем эколога.

В Плате мероприятий обозначены пути решения организационных, экономических, политических задач во взаимоотношениях государств при международном сотрудничестве в области охраны окружающей среды [8].

Совещание по безопасности и сотрудничеству в Европе проходило в Хельсинки в августе 1975 г. с участием всех европейских стран, США и Канады. Совещание приняло Заключительный акт, в котором отражены вопросы политической и экологической безопасности. Для реализации хельсинских соглашений позже были приняты несколько документов: Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха (1979 г.), Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий (1992 г.) и др.

Венская встреча представителей государств — участников Совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе (СБСЕ) прошла в ноябре 1986 г. В итоговом документе Венской встречи содержатся следующие рекомендации:

- 1) сокращение выбросов серы на 30 % до 1995 г., снижение выбросов углеводородов и других загрязняющих атмосферу веществ;
- 2) разработка способов захоронения опасных отходов, альтернативных захоронению в море;
- 3) развитие совместной программы наблюдений за распространением загрязнений на большие расстояния в Европе (ЕМЕП);
- 4) сокращение производств озоноразрушающих веществ;
- 5) исследование роли CO_2 в глобальном потеплении климата.

Конференция ООН по окружающей среде и развитию проходила в Рио-де-Жанейро 3–14 июня 1992 г. Конференция была организована для подведения итогов 20-летней деятельности по охране природы после Стокгольмской конференции. В ней участвовало 15 тысяч делегатов из 178 стран мира [8].

людей к окружающей их природной среде, которая определяет убеждения, идеалы, принципы деятельности и потребления, что, в свою очередь, в значительной степени влияет на нормы поведения, жизненные устремления, интересы, труд и быт людей. Каждый житель Земли должен выработать правила поведения по отношению к окружающей среде и следовать им в жизни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время деятельность человека приобретает угрожающий характер, нарушая все законы природы. Остановить этот разрушающий процесс возможно лишь управлением качества окружающей природной среды, в том числе рациональным природопользованием.

Проблемы такого управления связаны с решением сложных задач. Во-первых, все процессы протекают в пространстве, состоящем из множества экосистем. При этом каждая из них выделяется своим биоразнообразием, своими специфическими пищевыми цепями, особыми связями биотических и абиотических факторов. Такие особенности и в современный период не позволяют создать действенные приемы коррекции состояния окружающей среды, так как многие связи не изучены, а некоторые из них даже не известны. Во-вторых, большинство последствий после различного рода воздействий проявляются не сразу, а через интервал времени, и иногда очень значительный. Например — процесс накопления в атмосфере Земли диоксида углерода, количество которого за последние 100 лет увеличилось примерно на четверть.

Экологическая обстановка по миру и во многих регионах России оставляет желать лучшего. Однако решения экологических проблем, какими бы сложными они ни были, должны быть найдены. Конечно, основной базой для решения таких проблем будут являться достижения науки и достижения в технологиях.

Еще одна значимая проблема — это развитие экологического мировоззрения — воспитание системы взглядов на отношение

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Петров, К. М. Общая экология: учебное пособие для вузов / К. М. Петров. — СПб.: Химия, 1998. — 351 с.
2. Передельский, Л. В. Экология: учебник / Л. В. Передельский, В. И. Коробкин, О. Е. Приходченко. — М.: Проспект, 2006. — 512 с.
3. Тарасов, А. О. Экология и охрана природы: учебное пособие / А. О. Тарасов. — Саратов: изд-во Саратовского ун-та, 1990. — 248 с.
4. Киселев, В. Н. Основы экологии: учебное пособие / В. Н. Киселев. — Минск, 2000. — 384 с.
5. Акимова, Т. А. Экология: учебное пособие / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. — М.: Юнити, 2000. — 566 с.
6. Экология: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Под ред. В. В. Денисова. — М.: издательский центр «МарТ», 2004. — 671 с.
7. Шилов, И. А. Экология: учебник для студентов высших учебных заведений / И. А. Шилов. — М.: Высшая школа, 2000. — 511 с.
8. Экология: учебник для вузов / Под ред. Л. И. Цветковой. — СПб.: Химиздат, 1999. — 488 с.
9. Рамад Франсуа. Основы прикладной экологии. Воздействие человека на биосферу / Франсуа Рамад. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1981. — 544 с.
10. Экология: учебник / Под ред. Г. В. Тягунова, Ю. Г. Ярошенко. — М.: Логос, 2005. — 504 с.
11. Экология: учебное пособие. — М.: Знание, 1997. — 288 с.
12. Павлов, А. Н. Экология. Рациональное природопользование и безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / А. Н. Павлов. — М.: Высшая школа, 2005. — 344 с.
13. Экология и безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / Под ред. Л. А. Муравья. — М.: Юнити, 2000. — 248 с.
14. Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек: учебное пособие / Ю. В. Новиков. — М.: издательско-торговый дом «Гранд», 1998. — 320 с.
15. Емельянов, В. М. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие для высшей школы / В. М. Емельянов, В. Н. Коханов, П. А. Некрасов. — М.: Академический проект, 2003. — 480 с.
16. Вавилова, Е. В. Экономическая география и регионология: учебное пособие / Е. В. Вавилова. — М.: Гардарики, 2002. — 160 с.
17. Энциклопедия современной женщины. — М.: издательский дом «АНС», 2006. — 672 с.
18. Гребцова, В. Е. Экономическая и социальная география России: основы теории и практики: учебное пособие для вузов / В. Е. Гребцова. — Ростов н/Д.: изд-во «Феникс», 2000. — 384 с.
19. Бобылев, С. Н. Экономика природопользования / С. Н. Бобылев, А. Ш. Ходжаев. — М.: Теис, 1997. — 272 с.
20. Арустамов, Э. А. Природопользование: учебник / Э. А. Арустамов. — М.: издательский дом «Дашков и К», 2000. — 283 с.
21. Арустамов, Э. А. Экологические основы природопользования: учебник / Э. А. Арустамов, И. В. Левакова, Н. В. Баркалова. — М.: издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2006. — 320 с.
22. Кукин, П. П. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное издание / П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарева, Н. И. Сердюк. — М.: Высшая школа, 2002. — 318 с.
23. Глухов, В. В. Экономические основы экологии: учебник / В. В. Глухов, Т. В. Лисочкина, Т. П. Некрасова. — СПб.: Специальная литература, 1997. — 304 с.
24. Веденин, Н. Н. Экологическое право / Н. Н. Веденин. — М.: Новый Юрист, 2000. — 116 с.
25. Крассов, О. И. Экологическое право: учебник / О. И. Крассов. — М.: Дело, 2001. — 768 с.
26. Розанов, С. И. Общая экология: учебник / С. И. Розанов. — СПб., 2001. — 288 с.

27. Валова, В. Д. Основы экологии: учебное пособие / В. Д. Валова. — М., 2001. — 212 с.
28. Бочков, Н. П. Справочник терапевта / Н. П. Бочков, А. И. Воробьев, В. А. Насонова. — М.: ООО Фирма «Издательство АСТ», 1998. — 752 с.
29. Дрейер, О. К. Экология и устойчивое развитие: учебное пособие / О. К. Дрейер, В. А. Лось. — М.: изд-во УРАО, 1997. — 224 с.
30. Крючек, Н. А. Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях: учебник для населения / Н. А. Крючек, В. Н. Латчук, С. К. Миронов. — М.: изд-во НЦ ЭНАС, 2003. — 264 с.
31. Лозановская, И. Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: учебное пособие / И. Н. Лозановская, Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова. — М.: Высшая школа, 1998. — 288 с.
32. Протасов, В. Ф. Словарь экологических терминов и понятий / В. Ф. Протасов, А. В. Молчанов. — М.: Финансы и статистика, 1997. — 158 с.
33. Степановских, А. С. Охрана окружающей среды: учебник / А. С. Степановских. — М.: Юнити, 2000. — 560 с.
34. Комов, С. В. Введение в экологию: десять общедоступных лекций: учебное пособие / С. В. Комов. — Екатеринбург: УрГУ, 2001. — 224 с.
35. Потапов, А. Д. Экология: учебник / А. Д. Потапов. — М.: Высшая школа, 2000. — 446 с.
36. Бродский, А. К. Краткий курс общей экологии: учебное пособие / А. К. Бродский. — СПб.: ДЕАН, 1999. — 224 с.
37. Алексеев, В. П. Очерки экологии человека / В. П. Алексеев. — М.: Наука, 1993. — 191 с.
38. Экология человека: учебное пособие / Под ред. Н. А. Агаджаняна. — М.: АСВ, 1997. — 312 с.
39. Яндыганов, Я. Я. Экология города (проблемы, решения) / Я. Я. Яндыганов. — Екатеринбург: УрГЭУ, 2002. — 324 с.
40. Стадницкий, Г. В. Экология: учебное пособие / Г. В. Стадницкий, А. И. Родионов. — СПб.: Химия, 1997. — 240 с.
41. Москаленко, А. П. Экономика природопользования и охрана окружающей среды: учебное пособие / А. П. Москаленко, В. В. Гутенев. — Смоленск: изд-во «УНЕВЕРСУМ», 2001. — 168 с.
42. Вронский, В. А. Прикладная экология: учебное пособие / В. А. Вронский. — Ростов н/Д.: изд-во «Феникс», 1996. — 512 с.

43. Экологическое законодательство Российской Федерации: сборник законов. — М., 1998. — 409 с.
44. Воронцов, А. П. Рациональное природопользование: учебное пособие / А. П. Воронцов. — М.: ЭКСМОС, 2000. — 304 с.
45. Смирнов, С. Н. Радиационная экология: учебное пособие / С. Н. Смирнов. — М.: МНЭПУ, 2000. — 334 с.
46. Никаноров, А. М. Глобальная экология: учебное пособие / А. М. Никаноров, Т. А. Хоружая. — М.: ПРИОР, 2001. — 285 с.
47. Мазур, И. И. Курс инженерной экологии: учебник / И. И. Мазур, О. И. Молдаванов. — М.: Высшая школа, 1999. — 447 с.
48. Вернадский, В. И. Начало и вечность жизни / В. И. Вернадский. — М.: Сов. Россия, 1989. — 704 с.
49. Медведев, А. И. Экологическое сознание: учебное пособие / А. И. Медведев, А. А. Алдашева. — М.: Логос, 2001. — 376 с.
50. Лотош, В. Е. Экология природопользования / В. Е. Лотош. — Екатеринбург: УрГЭУ, 2000. — 540 с.

Учебное издание

ДИМОВА
Екатерина Викторовна

ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Корректор М. Ф. Шатохина
Верстка Е. Ю. Иосько



Подписано в печать 17.11.2009. Бумага «SvetoCopy».
Гарнитура «NewtonC». Формат 60х84¹/₁₆.
Тираж 500 экз. Объем 13 усл. п. л. Заказ № 239-9.

Издательство Сахалинского государственного университета
693008, Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290, каб. 32.
Тел. (4242) 42-16-06. Тел./факс (4242) 500-797.
E-mail: polygraph@sakhgu.ru