



**Уральский
федеральный
университет**

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

**Институт
материаловедения
и металлургии**

**В. А. ДЕРЯБИН
Е. П. ФАРАФОНТОВА**

ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

В. А. Дерябин, Е. П. Фарафонтова

ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Рекомендовано методическим советом УрФУ
для студентов, обучающихся по программам бакалавриата
направлений подготовки 18.03.01 — Химическая технология,
08.03.01 — Строительство, 12.03.02 — Опотехника

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2016

УДК 502.1(075.8)

ББК 20.1я73

Д36

Рецензенты: лаборатория расплавленных солей Института высоко-температурной электрохимии УрО РАН (зав. лабораторией, д-р хим. наук *Н. К. Ткачёв*);

канд. хим. наук, доц. *Г. В. Харина* (Российский государственный профессионально-педагогический университет)

Научный редактор д-р техн. наук, проф. *Н. Т. Шардаков*

Дерябин, В. А.

Д36 Экология : учебное пособие / В. А. Дерябин, Е. П. Фарафонтова. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 136 с.

ISBN 978-5-7996-1613-7

В пособии обсуждаются основные положения современной экологии применительно к техническим специальностям университета.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по программам бакалавриата направлений 18.03.01 — Химическая технология, 08.03.01 — Строительство, 12.03.02 — Опотехника.

Библиогр.: 29 назв. Рис. 14. Табл. 10.

УДК 502.1(075.8)

ББК 20.1я73

1. ПРЕДМЕТ ЭКОЛОГИИ

1.1. Предмет и задачи экологии

Жизнь человека как биологического вида неразрывно связана с определёнными условиями среды обитания: температурой, влажностью, составом воздуха, качеством воды, составом пищи и др. Требования любого живого организма к качеству внешней среды консервативны, они отработывались в течение многих тысячелетий эволюции. Отклонение условий жизни от нормальных приводит к нарушению обмена веществ и как крайний случай — к несовместимости новых условий окружающей среды с жизнью человека или других организмов.

Высокое качество окружающей природной среды означает:

— возможность устойчивого существования и развития данной экологической системы;

— отсутствие неблагоприятных последствий для данной популяции.

Впервые термин *экология* употребил немецкий учёный Эрнст Геккель в 1866 году. Это слово составлено из двух греческих слов:

oikos — дом, жилище, местопребывание;

logos — учение.

Первоначально экология изучала отношения между растениями и животными. Современная экология рассматривает также влияние человека на окружающую среду, воздействие предприятий на биосферу. Человек концентрирует в себе взаимодействие природного и социального начал. Поэтому для человека окружающая среда — это совокупность как естественных, так и социальных систем, в которых он существует.

Экология — это наука об отношениях растительных и животных организмов и образуемых ими сообществ между собой и с окружающей средой.

Аутэкология изучает взаимодействие со средой отдельной особи.

Синэкология изучает группы организмов, составляющих определённое единство.

Экология классифицируется по конкретным объектам и средам исследований. Например, выделяют экологию человека и животных, экологию растений, экологию микроорганизмов и т. д.

ЭКОЛОГИЯ

	Теоретическая	Прикладная	
	Земная	Космическая	
Человека	Животных	Растений	Микроорганизмов
	Клетки	Организма	Сообщества
	Водоёмов	Суши	Воздушной среды
	Тропиков	Умеренной зоны	Полярной зоны
Первозданных природных систем	Изменённых систем	Антропогенных систем	
Незагрязнённых систем	Загрязнённых систем		

Экология человека — это интегральная наука о рациональном взаимодействии общества и природы. Экология — это объединяющее начало всей разумной человеческой деятельности на Земле.

1.2. Задачи промышленной экологии

Промышленная экология рассматривает не только воздействие человеческой деятельности на природную среду (флору и фауну), но и воздействие загрязнённой окружающей среды на здоровье человека.

Биосфера (от *био...* и *сфера*) — область активной жизни, охватывающая нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы. В биосфере живые организмы (живое вещество) и среда их обитания органически взаимосвязаны и взаимодействуют друг с другом, образуя целостную и динамическую систему. Термин *биосфера* введён в 1875 году Э. Зюссом. Учение о биосфере как об активной оболочке Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов (в т.ч. человека) проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба и значения, создано В. И. Вернадским (1926).

Флора (лат. *Flora* — в древнеримской мифологии богиня цветов, весны и юности) — исторически сложившаяся совокупность видов растений, населяющих какую-либо территорию. Различают флору Земли, отдельных материков и их частей, островов, горных систем и т. п., а также флору стран, административных областей и т. д.

Фауна (лат. *Fauna* — богиня лесов и полей, покровительница животных в римской мифологии) — исторически сложившаяся совокупность видов животных, обитающих на определённой территории. Термин *фауна* применяется и к совокупности животных какой-либо систематической категории (фауна птиц — орнитофауна, рыб — ихтиофауна).

Современная биосфера является продуктом многообразных процессов, протекающих на Земле 3,5 млрд лет. Окружающая нас атмосфера создана природой и оставалась неизменной в течение последних 50–70 млн лет. Однако в наше время наблюдается изменение состава атмосферы, её прозрачности, разрушение озонового слоя. Нередко появление смога (англ. *smoke* — дым и *fog* — густой туман). Природа загрязняется оксидами серы и азота, свинцом, ртутью, канцерогенными веществами (бенз(а)пиреном и др.) и т. д.

В процессах производства строительных и огнеупорных материалов перерабатывается значительное количество природного сырья (известняк, глина, песок, гранит и многие другие) и органических веществ (битумы и др.). Значительная часть сырьевых материалов измельчается до пылевидного состояния в мельницах, сушится или обжигается в потоке горячих газов. В атмосферу выбрасывается большое количество аэрозолей — запылённых горячих газов и воздуха, содержащих компоненты, отрицательно влияющие на окружающую среду, ухудшающие условия жизни и труда.

Например, при выпуске 1 тонны цемента мокрым способом выделяется 20–25 тыс. м³ аэрозолей, содержащих до 700 кг пыли. Территория около цементных заводов постоянно покрывается слоем цементной пыли.

Значительную опасность для здоровья людей несут хромсодержащие огнеупоры. При определённых условиях, в частности при контакте таких огнеупоров с оксидами щелочных и щелочноземельных металлов, образуется экологически чрезвычайно опасный шестивалентный хром. Переход Cr³⁺ в Cr⁶⁺ заметно ускоряется в условиях эксплуатации хромсодержащих огнеупоров в обжиговых печах в окислительной атмосфере. Как следствие в портландцементе, долгое время производившемся отечественными предприятиями, содержание канцерогенного шестивалентного хрома не отвечало современным требованиям и превышало предельно допустимую концентрацию в несколько раз. Экологическая проблема решается заменой хромсодержащих огнеупоров на шпинелидные (соединение оксидов алюминия и магния).

На предприятиях, выпускающих строительные материалы и изделия, на участках сушки и просева кварцевого песка запылённость колеблется от 10 до 30 мг/м³, иногда содержание пыли достигает 50–100 мг/м³. Пыль содержит до 70% SiO₂, основная масса частиц имеет размеры менее 5 мкм. Аналогичная ситуация существует на участках дробления и смешения компонентов, где, кроме силикозоопасности, пыль характеризуется значительной щелочностью (до 20–25%). При попадании кварцевой пыли в лёгкие человека организм не может растворить химически прочные частицы диоксида кремния. Эти частицы начинают обрастать плотной волокнистой тканью, и часть лёгких перестаёт функционировать — это заболевание называется фиброз (*фибра* — волокно). Следствием фиброза является силикоз — заболевание всего организма.

Значительные количества запылённых газов с потерей полуфабрикатов и готовых материалов выделяются в атмосферу при производстве гипса, керамики, стекла, огнеупоров, эмали, лёгких пористых материалов и др. Подобных примеров в практике работы предприятий строительной-технической промышленности множество.

Техногенные процессы в развитых и развивающихся странах по своим масштабам и интенсивности уже сопоставимы с основными природообразующими процессами.

Ежегодно в мире:

- извлекается из недр Земли около 120 млрд тонн руды, горючих ископаемых и строительных материалов;
- рассеивается на полях свыше 500 млн тонн удобрений и 4 млн тонн разнообразных ядохимикатов;
- сбрасывается в водоёмы примерно 600 км³ промышленных и бытовых жидких отходов;
- сжигается до 9 млрд тонн условного топлива;
- выбрасывается в атмосферу более 20 млрд тонн CO₂, что меняет состав атмосферы.

Выбросы твёрдых веществ и выпадение соединений серы и азота с кислотными дождями и унесенных в атмосферу твердых частиц приводят к загрязнению литосферы и гидросферы.

Антропогенное воздействие на биосферу многообразно, и в последние годы оно приближается к критически допустимому. Особенно опасно отрицательное вмешательство в судьбу атмосферы. Критическая черта допустимого воздействия определяется:

- глобальным увеличением выбросов многообразных антропогенных веществ;
- выбросами теплоты, влияющими через непосредственный нагрев на состояние атмосферы;
- изменением радиационных параметров, особенно приземных слоев атмосферы, в которых пребывают люди, животные, растения.

Биосфера — область сосредоточения на нашей планете сложных разномасштабных систем обмена веществом и энергией между входящими в системы компонентами. Все эти процессы протекают в пределах верхнего слоя земной коры, водного бассейна планеты, плотного слоя атмосферы. Особенностью функционирования отдельных экологических систем является наличие монотонных колебаний условий жизни во времени. Однако амплитуда колебаний должна быть в пределах, благоприятных для существования системы. Если в этот размеренный цикл вносится новый фактор внешней среды, система пытается контролировать его внутренними связями. Если контроль не удаётся установить, система обречена, она погибает.

Промышленная экология — это наука о новых технологических процессах, машинах и аппаратах, позволяющих создавать производства, гармонирующие с окружающей средой. Такие производства обладают минимальным отрицательным воздействием на биосферу.

Требования к созданию современных экологически безопасных производств:

- разработка принципов функционирования производств, исключаящих отрицательное влияние на биосферу;
- создание теоретических основ химических технологий, обеспечивающих комплексную переработку сырья и позволяющих экономически выгодно выделять целевые компоненты и вредные вещества из промышленных отходов;
- разработка методов, технологий и аппаратуры очистки отбросных газовых потоков, вторичного использования, хранения или уничтожения жидких и твёрдых отходов, а также процессов, обеспечивающих создание замкнутых водооборотных циклов;
- экономичное использование теплоты при сжигании топлива и химических превращениях;
- создание теоретических основ и техники для новых природоохранных процессов: опреснения сточных вод, гидротермального синтеза природного сырья, проведения технологических процессов в защитных средах.

1.3. Экология и инженерная охрана природы

В последнее время получили распространение такие термины, как *инженерная экология*, *промышленная экология*, *техническая экология* и т. п.

Инженерная экология — это система инженерно-технических мероприятий, направленных на сохранение качества среды в условиях растущего производства. Это не новое направление развития экологии, это инженерная охрана окружающей среды и инженерная охрана природы.

Успешное решение экологических задач инженерными методами возможно лишь в том случае, если специалист владеет определёнными знаниями в области экологии. Инженер должен уметь оценивать своё производство с экологических позиций, т. е. обладать экологическим мышлением.

Исторически охрана природы развивалась как система мероприятий, направленных на сохранение отдельных ландшафтов, памятников природы, редких растений и животных, организацию заповедников и заказников. Ландшафт — природный географический комплекс, в котором все основные компоненты — рельеф, климат, воды, почвы, растительность и животный мир — образуют единую систему.

В современных условиях этого недостаточно. Превратить в заповедник всю Землю нельзя. Природопользование — неотъемлемое свойство челове-

ка и направление деятельности человеческого общества. Преобразования в природе из-за деятельности людей неизбежны. Принцип невмешательства в природу нереален.

В настоящее время в словосочетание охрана природы вкладывается более широкий смысл:

1 — разработка принципов и методов восстановления и сохранения природных ресурсов (земель, вод, атмосферы, растительного и животного мира);

2 — система мер, направленных на поддержание рационального взаимодействия между человеком и окружающей средой. Эта система мер должна предупреждать прямое или косвенное негативное влияние результатов деятельности общества на природу и на здоровье человека.

Специально никто не загрязняет биосферу, воздействие на живую природу всегда косвенное. Неблагоприятное воздействие на природу — следствие работы промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Побочное воздействие производства на биосферу проявляется в двух формах, рассмотренных ниже.

1. Любые технологические процессы связаны не только с преобразованием и получением нужных веществ, но и с побочными продуктами, составляющими так называемые отходы производства. Эволюция жизни на Земле проходила в отсутствие этих веществ, появившихся только в результате промышленного производства. Эти вещества, как правило, чужды природной среде, наполненной живыми организмами. Их называют ксенобиотиками (греч. *ксенос* — чужой, *биос* — жизнь). Другие вещества, не являющиеся ксенобиотиками, появились в избыточных концентрациях (озон, фенолы, соединения серы, азота, фосфора и др.). Режимы биохимических процессов в живых клетках «отработаны» в течение длительной эволюции. Если в биохимический цикл растительной или животной клетки попадает ксенобиотик или обычное вещество в избыточных концентрациях, то нарушается внутриклеточный обмен или метаболизм клетки (греч. *metabole* — перемена). Это приводит к резким отрицательным последствиям для организма. Присутствие ксенобиотиков ведёт к несовместимости среды с жизнедеятельностью организма, что вызывает заболевания вплоть до летального исхода. Так, появление в воздухе серы, фтора, никеля, кобальта нарушает процессы фотосинтеза растений, что ведёт к их гибели. Сбросы в реки фенолов и другой органики приводят к гибели рыб.

2. Воздействие производства на окружающую среду связано не только с внесением чуждых веществ. Жизненные процессы идут при определённых температуре, влажности, давлении, освещённости. Сброс горячей воды в водные объекты, изменение суточного режима освещённости в городах, избыточные шумы от работы промышленных предприятий, строительной техники, автотранспорта, электромагнитные поля от электроприборов

и электрооборудования, от линий электропередач вызывают нежелательные последствия для живых организмов.

Так, электромагнитное поле от промышленных установок вредно воздействует на человека, вызывая расстройства сердечно-сосудистой системы, нервной системы, понижает иммунитет человека. Поэтому вблизи линий передач тока устанавливается санитарно-защитная зона. Если ЛЭП имеет напряжение 35 кВ, то находиться вблизи 15 м опасно. Если 1150 кВ — санитарно-защитная зона 55 км. Опасная зона возле телевизора порядка 1 м 20 см. Около утюга — 0,25 м. Около электрорадиатора — 3 м. Особенно опасно находиться вблизи микроволновых печей. Перепутанные, свитые в кольца провода от настольной лампы создают излучения, эквивалентные линиям электропередач.

Одним из самых опасных для человека является радиоактивное излучение. Под воздействием излучения меняется биохимическая структура, ухудшается жизнеспособность организма. Живые организмы воспринимают внешнюю среду с помощью специальных рецепторов. Таких рецепторов излучения у организма человека нет. Даже при получении смертельной дозы облучения человек не испытывает никаких ощущений.

В крупных городах уровень шума достигает 90–92 дБ. Чрезмерный шум вызывает нервное истощение. Известны болезни, психологические изменения, причина которых — повышенный уровень шума. Продолжительность жизни людей в городах из-за повышенного шумового фона снижается на 8–10 лет. Очень сильный шум интенсивностью больше 100 дБ приводит к шумовому истощению. Разрушаются ткани тела и прежде всего — слухового аппарата. Женщины менее устойчивы к шуму, в условиях слухового дискомфорта у них возникают признаки нервных заболеваний. Слабые бытовые шумы в доме в большей степени разрушают нервную систему мужчин, т. к. для них подсознательно эти звуки сигнализируют присутствие соперника. Этот механизм сохраняется у человека от его животных предков. Сильный шум является физическим наркотиком.

С появлением в жилых кварталах базовых антенн сотовой связи сильно возросли электромагнитные излучения. Эти антенны действуют главным образом на жителей соседних домов. В том доме, где такая антенна установлена, излучение относительно слабое. Эти дополнительные электромагнитные поля вызывают бессонницу, сбивают с ритма или полностью выводят из строя кардиостимуляторы.

Тепловое загрязнение водоёмов приводит к изменению видового состава сообществ микроорганизмов, рыб, водорослей, других гидробионтов. Чем меньше водный объект, тем опаснее сброс нагретых сточных вод для живых организмов.

Разные отрасли производственной деятельности служат причиной всевозможных негативных последствий в окружающей природной среде,

в частности из-за поступления в неё отходов производства или преобразования природных систем. В конечном итоге эти негативные процессы проявляются в самых разнообразных формах — от снижения продуктивности сельхозкультур до ухудшения здоровья населения.

Вследствие этого необходимо между промышленным предприятием и окружающей средой поставить барьеры из различных очистных сооружений. Необходимо как можно полнее извлекать полезные вещества из промышленных сбросов и выбросов. Твёрдые отходы предприятия — это практически сырьевые ресурсы для других промышленных предприятий, во многом сходные с природным минеральным сырьём. Сколь бы ни были неблагоприятны последствия природопользования для окружающей среды, прекратить его человек не может.

Основная задача: эксплуатация природных ресурсов и преобразование природных систем не должны наносить ущерб природе. Нельзя выводить её параметры за те пределы, где становится невозможной нормальная жизнедеятельность населяющих Землю биологических видов и в первую очередь — человека.

Проще всего экологические задачи можно решить сокращением потребления ресурсов, ограничением природопользования. Очевидно, такой путь неприемлем.

Количество отходов можно уменьшить за счёт более полного извлечения ресурсов из недр, а полезных ископаемых — из руд, за счёт получения дополнительной продукции из одного и того же количества сырья. Все это — инженерно-технические и технологические задачи, которые решают одновременно две ключевые проблемы: ресурсную (преодоление их истощаемости) и экологическую (сохранение качества природной среды).

Задачи инженера предприятия по снижению вредного воздействия производства на природную среду:

- 1) оптимизация технологических, инженерных и проектно-конструкторских решений исходя из минимального ущерба окружающей среде и здоровью человека;
- 2) прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий технологических процессов и предприятия в целом для окружающей среды, человека, животных, растений, сельского, лесного и рыбного хозяйства;
- 3) своевременное выявление и корректировка конкретных технологических процессов и операций, наносящих ущерб окружающей среде, угрожающих здоровью человека, отрицательно влияющих на природные и антропогенные системы.

1.4. Концепция устойчивого развития

Дальнейшее развитие человечества невозможно без учёта его влияния на окружающую среду. Эволюция экологического мировоззрения прошла через три этапа понимания этой сложной комплексной задачи:

— решение экологических проблем невозможно без изменения мировоззренческих установок о месте и роли человека в природе. Эти выводы впервые были чётко сформулированы в 1972 году в Стокгольме на конференции ООН, посвящённой проблеме «Человек и окружающая среда»;

— в 1987 году Международная комиссия по окружающей среде и развитию сформулировала концепцию устойчивого экологического развития. Под этим термином понимается такая модель движения общества вперёд, при которой достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения в природных ресурсах без лишения такой возможности следующих поколений;

— конференция ООН по окружающей среде и развитию в 1992 году в Рио-де-Жанейро констатировала необходимость превращения концепции устойчивого развития в систему духовных и профессиональных установок человека. Работа по экологизации должна вестись до тех пор, пока не появятся поколения людей, для которых концепция устойчивого развития будет основополагающей в их мировоззрении. Конференция приняла важное решение — уменьшить выбросы промышленных газов в атмосферу к 2000 году до уровня 1990 года.

Выделяют три основные тенденции перестройки содержания образования:

- 1) информатизация;
- 2) экологизация;
- 3) гуманитаризация (лат. *humanitas* — образованность, духовная культура; ср. лат. *humatus* — гуманность, человечность, человеколюбие).

В каждом направлении предполагается свой результат:

— информатизация имеет целью приобщить обучаемого к строгости мышления и научить современным методам пользования информационными системами;

— экологизация призвана сформулировать в мировоззрении новое представление о месте и роли человека в природе;

— гуманитаризация образования признаёт приоритет общечеловеческих ценностей перед классовыми, групповыми.

Все три тенденции тесно связаны друг с другом и непротиворечивы.

Экологические проблемы многоплановы, поэтому их можно рассматривать в разных аспектах. Прежде всего нужно выделить те области знания, которые необходимы для понимания как сути проблемы, так и путей их решения. Традиционно считается, что экологические проблемы есть следствие конфликта человека и природы. Считается, что знание законов окружающего нас мира приводит к быстрому решению экологических проблем.

Такие знания действительно необходимы, но недостаточны, так как надо уметь реализовывать эти знания в конкретных делах. Это уже деятельный аспект, требующий других знаний, охватывающих экономику, органи-

зацию и технологию производства, а также психологические и социальные сведения о человеке.

Решение экологических проблем подразумевает анализ как кратковременных, так и долгосрочных последствий принятых человеком решений и действий в отношении окружающего его мира. Превращение концепции устойчивого развития в систему духовных и профессиональных установок требует провести работу по интеграции как минимум естественнонаучных, деятельных и гуманитарных знаний на всех уровнях обучения: от дошкольного до послевузовского.

Экологизация образования и призвана сформировать такой научно-философский взгляд на деятельность человека на Земле, который будет определять мотивацию экологически разумного его поведения. Основная идея этой задачи базируется на основополагающем понятии экологии о неразрывности связи живого, включая и человека, и окружающей природной среды.

Рассмотрение человека не только как социума, но и как части живой материи на планете Земля должно привести к осознанному пониманию необходимости подчиняться общим законам развития окружающего нас мира. В соответствии с этими установками необходимо планировать, оценивать свою деятельность.

Переход на экологически чистое развитие требует переоценки накопленных знаний о месте и роли человека в природе. При этом прежние знания не отрицаются, а пересматриваются в связи с необходимостью решения экологических проблем.

В марте—апреле 1995 года прошла экологическая конференция ООН в Берлине. Конференция констатировала, что не выполняется решение конференции в Рио-де-Жанейро об уменьшении выбросов промышленных газов. Как следствие — проблема глобального потепления, которая не имеет простого решения. Против ограничений роста промышленности выступили развивающиеся страны. Единственное, о чем удалось договориться в Берлине, — принять график переговоров по подготовке документов этой конференции. Следующая конференция прошла в Токио в 1997 году.

Выводы

1. Становление и развитие человеческого общества как части живого подчиняется общим законам формирования и эволюции окружающего мира.

2. Экологические проблемы составляют саму суть существования человека, поэтому их нельзя решить раз и навсегда. По мере развития человечества необходимо их решать постоянно.

4 марта 1994 года опубликован Указ № 236 Президента Российской Федерации «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития».

Указ охватывает несколько направлений государственной политики в этой области:

- 1) обеспечение экологически безопасного устойчивого развития в условиях рыночных отношений:
 - экологически безопасное размещение производительных сил;
 - экологически безопасное развитие промышленности и сельского хозяйства;
 - неистощительное использование возобновимых природных ресурсов;
 - рациональное использование невозобновимых природных ресурсов;
 - утилизация отходов, расширенное воспроизводство вторичных ресурсов;
 - предупреждение чрезвычайных ситуаций;
- 2) охрана среды обитания человека:
 - создание здоровой среды обитания в городских и сельских поселениях;
 - развитие курортов;
 - обеспечение населения здоровой пищей и чистой водой;
 - предупреждение загрязнения воздуха и водных объектов;
 - обеспечение радиационной безопасности населения;
 - предупреждение технических аварий и катастроф;
 - экологическое воспитание и образование населения;
- 3) восстановление нарушенных экосистем в экологически неблагополучных регионах России, в том числе:
 - выведение из кризисных экологических ситуаций обстановки в крупных промышленных центрах;
 - преодоление последствий радиоактивного заражения территорий.

1.5. Охрана живой природы

Работу по охране живой природы в различных странах объединил и возглавил в 1948 г. Всемирный союз охраны природы (ВСОП). Всемирный союз охраны природы (Международный союз охраны природы — МСОП) — международная организация, занимающаяся освещением проблем сохранения биоразнообразия планеты. Задача союза — влиять, поощрять, помогать обществам во всём мире сохранять целостность и разнообразие природы и гарантировать, что любое использование природных ресурсов равноправно и экологически жизнеспособно.

В 1949 году союз принял решение о создании Комиссии по выживанию видов. Первое издание Красной книги ВСОП вышло в свет в 1963 г. Красная книга — аннотированный список редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, животных и грибов. Красные книги бывают разного уровня — международные, национальные и региональные. Первая Красная книга в СССР вышла в свет в августе 1978 г.

В соответствии с Законом Российской Федерации об охране природы создаются особо охраняемые природные территории (ООПТ). Особо охраняемые природные территории — участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, имеющие особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение. Эти территории решением органов государственной власти полностью или частично изымаются из хозяйственного использования, для них установлен особый режим охраны.

Особо охраняемые природные территории в России разделяют на семь категорий:

- 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;
- 7) лечебно-оздоровительные местности и курорты.

Согласно закону РФ «Об особо охраняемых природных территориях», государственный природный заповедник — одна из категорий особо охраняемых природных территорий исключительно федерального значения, полностью изъятых из хозяйственного использования в целях сохранения природных процессов и явлений, редких и уникальных природных систем, видов растений и животных. Это федеральное государственное учреждение, имеющее целью сохранение и изучение естественного хода природных процессов и явлений. В заповеднике сохраняется генетический фонд растительного и животного мира, отдельных видов и сообществ растений и животных, типичных и уникальных экологических систем на переданной ему в постоянное (бессрочное) пользование территории или входящей в границы заповедника акватории.

Национальный парк — это территория, где в целях охраны окружающей среды ограничена деятельность человека. В отличие от заповедников, где деятельность человека практически полностью запрещена, на территорию национальных парков допускаются туристы, в ограниченных масштабах допускается хозяйственная деятельность.

На территории национальных парков могут выделяться различные функциональные зоны:

- заповедная;
- заказники;
- рекреационная;
- хозяйственного назначения (необходимая для функционирования природного парка);

- познавательного туризма;
- обслуживания посетителей;
- отдыха, физической культуры и спорта.

Природный парк — это природоохранное рекреационное учреждение. Природный парк — охраняемый обширный участок природного или культурного ландшафта, используемый для рекреационных, природоохранных, просветительских и других целей. В отличие от заповедников, режим охраны менее строгий. Здесь, как и в национальном парке, могут выделяться природоохранные, рекреационные, агрохозяйственные и иные функциональные зоны.

Ландшафт — природный географический комплекс, в котором все основные компоненты: рельеф, климат, воды, почвы, растительность и животный мир — находятся в сложном взаимодействии, образуя единую неразрывную систему.

Государственный природный заказник — охраняемая природная территория, на которой (в отличие от заповедника) под охраной находится не весь природный комплекс, а некоторые его части: только растения, только животные, либо их отдельные виды, либо отдельные историко-мемориальные или геологические объекты. Для обеспечения неприкосновенности охраняемых объектов в заказниках запрещены отдельные виды хозяйственной деятельности, такие как охота, рыболовство, сенокос, выпас скота. Другие виды хозяйственной деятельности, не влияющие на охраняемые объекты, могут быть разрешены.

Памятник природы — охраняемая природная территория, на которой расположен редкий или достопримечательный объект живой или неживой природы, уникальный в научном, культурном, историко-мемориальном или эстетическом отношении.

Это может быть водопад, метеоритный кратер, уникальное геологическое обнажение, пещера или, например, редкое дерево. Иногда к памятникам природы относят территории значительных размеров — леса, горные хребты, участки побережий и долин. В таком случае они именуется урочищами или охраняемыми ландшафтами.

Памятники природы подразделяются по типам на ботанические, геологические, гидрологические, зоологические и комплексные. Для большей части памятников природы устанавливается режим заказников, но для особо ценных природных объектов может быть установлен режим заповедников.

Ботанический сад — территория, на которой с научно-исследовательской, просветительской и учебной целью культивируются и изучаются растения разных частей света и различных климатических зон. Ботанические сады, в которых изучаются в основном деревья, называются дендропарками.

Лечебно-оздоровительные местности и курорты. Территории (акватории), пригодные для организации лечения и профилактики заболеваний, а также отдыха населения, могут быть отнесены к лечебно-оздоровительным местностям. Эти территории обладают природными лечебными ресурсами (минеральные воды, лечебные грязи, рапа лиманов и озёр, лечебный климат, пляжи, части акватории и внутренних морей, другие природные объекты и условия).

Рапа — насыщенный солевой раствор (табл. 1.1). По химическому составу рапу озёр разделяют на три вида: карбонатный, сульфатный, хлоридный.

Таблица 1.1

Солёность в промилле

Пресная вода	Солоноватая вода	Минерализованная вода	Рапа
< 0,5	0,5–30	30–50	>50

Промилле (лат. *pro mille* — за тысячу) — одна тысячная часть числа, 1/10 процента. Обозначается (‰). 1 ‰ = 0,1 %; 10 ‰ = 1 %; 100 ‰ = 10 %.

Курорты — освоенные и используемые в лечебно-профилактических целях особо охраняемые природные территории, располагающие природными лечебными ресурсами и необходимыми для их эксплуатации зданиями и сооружениями, включая объекты инфраструктуры.

2. БИОСФЕРА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

2.1. Биосфера и этапы её эволюции

Живые существа благодаря своей необычайной активности создали оболочку, которой ранее не было на нашей планете. Эту оболочку австрийский учёный Эдуард Зюсс (1831–1914) в 1875 г. назвал биосферой (греч. *bios* — жизнь, *sphaira* — шар, сфера). Воздушная среда, земная поверхность, водоёмы, живые организмы связаны между собой сложными биохимическими процессами. Наиболее серьезный вклад в развитие учения о биосфере внес великий русский учёный В. И. Вернадский (1863–1945). В частности, он выделил в биосфере «плёнку жизни» — пространство, в пределах которого существуют зелёные растения. Зелёные растения — единственные накопители энергии на нашей планете. Плёнка жизни простирается до высоты 20–25 м.

Верхняя граница биосферы (рис. 2.1) расположена на уровне озонового слоя. Сдерживающим фактором здесь является смертоносное коротковолновое электромагнитное излучение Солнца, поглощаемое озоном стратосферы. Выше озонового слоя органическая жизнь невозможна.

Нижняя граница биосферы лимитируется температурой. В ядре Земли температура составляет 5–6 тыс. °С. По мере удаления от ядра и приближения к литосфере температура уменьшается. Органическая жизнь возможна лишь при температурах ниже 100 °С. Нижняя граница биосферы проходит на глубине 2–4 км ниже поверхности суши и на глубине 1–2 км ниже дна Марианской впадины.

К биосфере относится также человеческое сообщество с его промышленным производством. Наша Земля возникла из газопылевого вещества примерно 4 млрд 700 млн лет назад. Человек появился 2–3 млн лет назад.

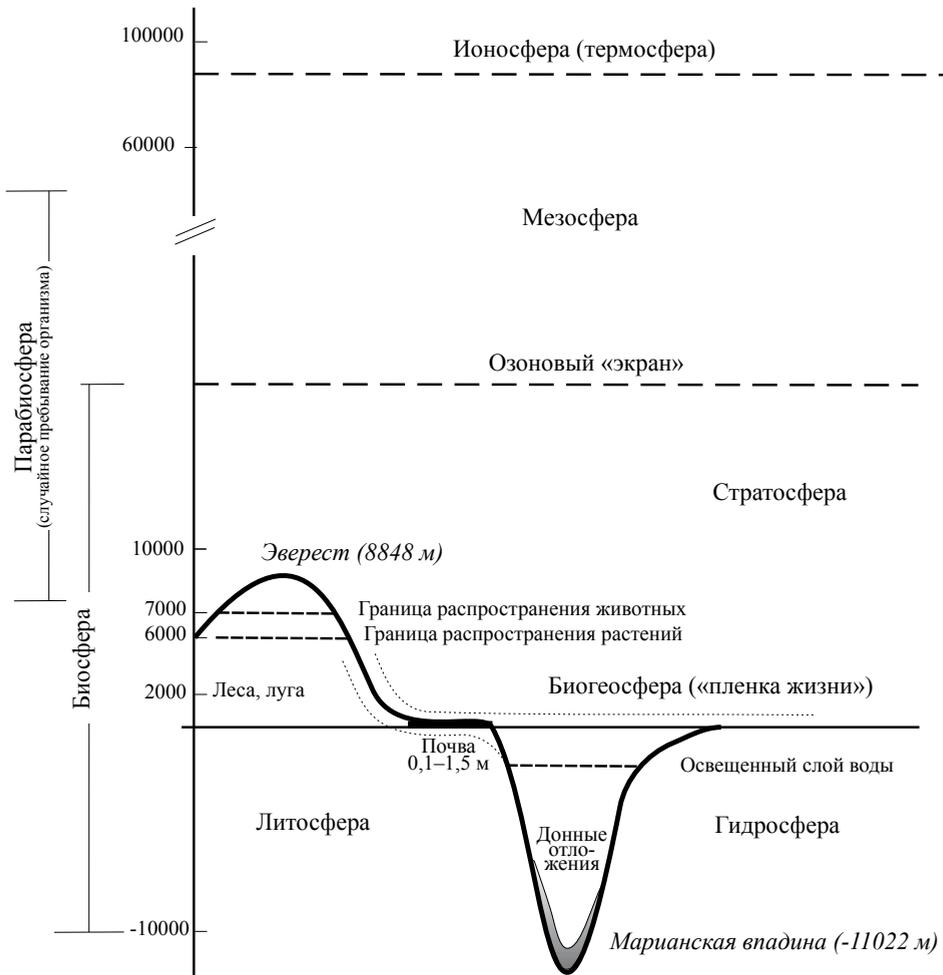


Рис. 2.1. Схема строения биосферы

Около 99 % всего вещества верхнего слоя литосферы нашей планеты переработано живыми организмами. Суммарная масса живых организмов (биомасса) оценивается примерно в $2,4 \cdot 10^{12}$ тонн. В основном это масса растений.

Суша:	растения	99,2 %	}	99,87 %	от	биомассы биосферы
	животные и микроорганизмы	0,8 %				
Океан:	растения	6,3 %	}	0,13 %	от	биомассы биосферы
	животные и микроорганизмы	93,7 %				

За миллиарды лет биосфера прошла сложный путь эволюции. Первый этап — это возникновение самой жизни из неживой материи. Примерно 3,5 млрд лет назад первичная атмосфера Земли состояла из метана, аммиака, водорода, паров воды и других подобных газов. Под действием электрических разрядов молний и ультрафиолетового излучения Солнца, в условиях высоких температур и влажности, из компонентов первичной атмосферы Земли синтезируются первые органические молекулы. Это аминокислоты, сахара, азотные соединения, т. е. молекулы, из которых состоят белки и нуклеиновые кислоты (рис. 2.2).

Органические молекулы участвовали в реакциях синтеза и распада. Возникает первый круговорот органического вещества. Органические вещества переходили в водный раствор, где вследствие разного размера, разной энергии взаимодействия друг с другом возникало неравномерное их распределение. В водных растворах сильные молекулы собирались в отдельные группировки. Такие объединения молекул получили название коацерватных капель (лат. *коацерватус* — собранный).

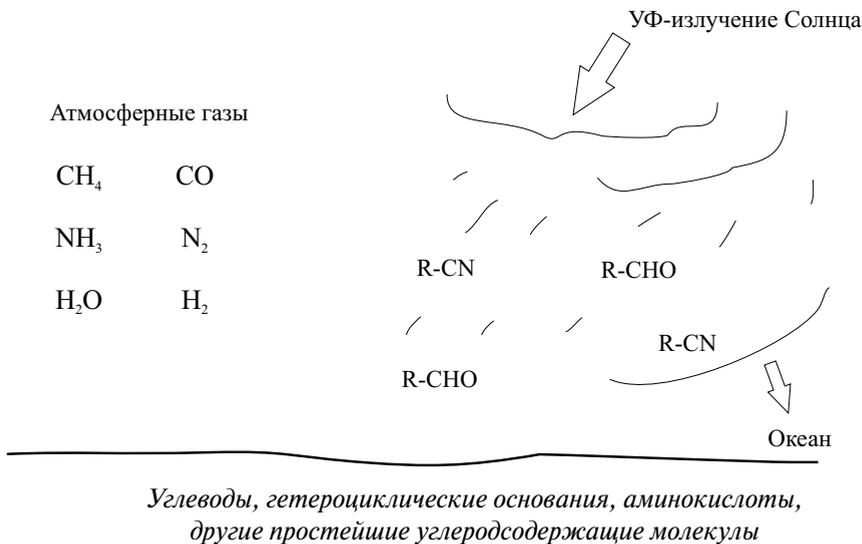


Рис. 2.2. Схема образования органических молекул в первичной атмосфере Земли

Молекулы в этих сгущениях продолжали участвовать в химических реакциях. Исходные компоненты поглощались коацерватными каплями из внешней среды. Продукты реакций оставались в коацерватах (если это были сильные молекулы) или отторгались в окружающую среду. Вследствие тепловых колебаний молекул, а также механического воздействия окружающей среды коацерватные капли, достигая определённого размера, распадались. Из бесконечного разнообразия первичных коацерватных капель сохранялись лишь те, при распаде которых дочерние капли имели

химический состав и структуру исходных материнских капель. Уже на этом этапе закладывалось будущее видовое разнообразие живых организмов.

Примерно 1,5 млрд лет назад появились многоклеточные организмы, которые возникали, как полагают, из колоний клеток. Колонии — это результат незавершения деления коацерватных капель. Исходная капля делилась на дочерние капли, которые не расходились, а оставались вместе. В такой колонии функции клеток были разные: одни отвечали за передвижение, другие — за питание, третьи — за воспроизводство и т. д. Многоклеточные организмы постепенно заполняли верхние слои водного бассейна планеты.

Появились рождение и смерть организмов. Коацерватные капли — это первые примитивные организмы, они не рождались и не умирали. Эти одноклеточные организмы были неподвижными, они не могли перемещаться, чтобы ассимилировать исходные компоненты для синтеза новых молекул. Смерть — это плата за совершенство многоклеточных организмов. Смерть появилась около 1,5 млрд лет назад. С каждым новым поколением многоклеточные организмы усложнялись и совершенствовались, приобретаемая новые функциональные возможности.

Примерно 200–300 млн лет назад живые организмы из океана вышли на сушу. Появились наземные растения и животные. Так как первичная атмосфера Земли состояла из углеродсодержащих газов, интенсивно проходили процессы фотосинтеза, возникали гигантские формы жизни. Появились древовидные папоротники, хвощи и другие древесные растения.

Из этих гигантских древесных растений после их гибели возникали грандиозные отложения полезных ископаемых. Растения перевели углерод атмосферы в месторождения каменного угля, нефти, газа. Воздух стал прозрачнее и суше. Хвощи, папоротники, приспособленные к влажному климату, вымирали. Появлялись современные лиственные и хвойные породы деревьев, повышалось разнообразие мира живых существ.

Эволюция биосферы сделала возможным появление человека. История Земли охватывает 6 эр и 17 периодов. Кайнозойская эра насчитывает около 70 млн лет. Антропогенный период кайнозойской эры продолжается 2–3 млн лет.

2.2. Роль биосферы в образовании месторождений топлив и сырьевых материалов силикатной промышленности

Многие минералы верхних частей земной коры создавались только под влиянием жизни — это свободные алюмокремниевые кислоты (глины), карбонаты (известняки и доломиты), гидраты оксидов железа и алюминия (бурые железняки и бокситы) и многие другие. Большая часть минералов верхнего слоя литосферы Земли формировалась из силикатных расплавов вулканической магмы, при застывании формировались горные породы.

Преобладают три элемента: кислород, кремний и алюминий. Эти три химических элемента составляют более 80% от массы литосферы. Под влиянием воздуха, воды, животных организмов горные породы разрушаются или выветриваются. Они превращаются в глинистые и песчаные частицы (рис. 2.3). Химические элементы после разрушения начинают новый сложный цикл. Переносимые потоками воды, они вовлекаются в процесс осадочной дифференциации.

Глина — пластичная осадочная горная порода, состоящая из глинистого минерала: каолинит, монтмориллонит, гидрослюда и т. д. Главные компоненты глины: SiO_2 — 30–70%, Al_2O_3 — 10–40%, H_2O — 5–10%. Размеры частиц в глине — менее 0,01 мм.

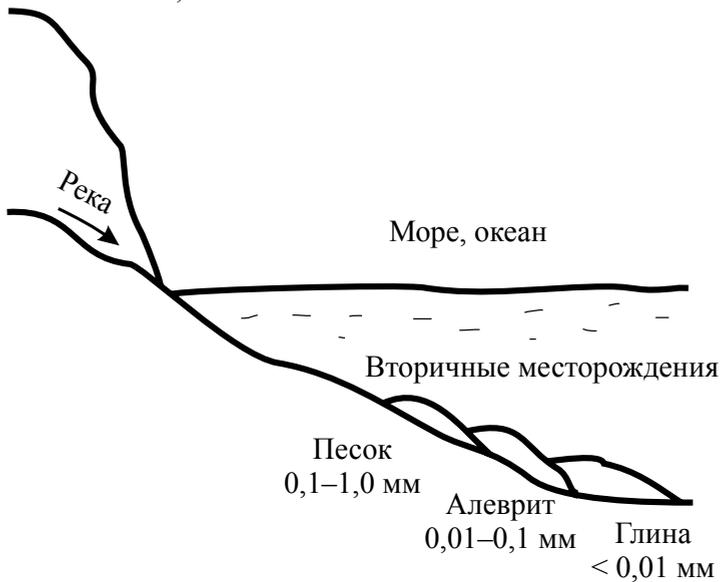


Рис. 2.3. Формирование осадочных месторождений горных пород

Песок — мелкообломочная рыхлая осадочная горная порода. Состоит из зёрен кварца и полевых шпатов, размер зёрен — 0,1–1,0 мм.

Алеврит — рыхлая осадочная горная порода. По составу и размерам частиц — это промежуточная порода между глиной и песком.

2.3. Учение В. И. Вернадского о биосфере

Творчество В. И. Вернадского было обращено к будущему человечества, к развитию научной мысли как планетарного явления. Значение его идей сопоставимо с вкладом в науку таких великих учёных, как А. Эйнштейн, Д. И. Менделеев, И. Ньютон и др.

Вернадский заложил основы новой естественнонаучной картины мира. Он показал космопланетарное значение закономерностей развития живо-

го вещества. Центральная идея учения Вернадского: высшая форма развития материи на Земле — жизнь — подчиняет себе все другие планетарные процессы. Теория биосферы, разработанная Вернадским, служит предпосылкой для создания научных основ экологических наук. Закономерности, вскрытые Вернадским, стали средством тактики и стратегии научных исследований по проблемам преобразования окружающей среды.

Биосфера включает в себя собственно живую пленку Земли (живое вещество) и косное вещество (минеральные останки живых организмов). Косное вещество — это область былых сфер (биосфер), очерченная распределением на Земле осадочных биогенных пород. Биосфера — специфическим образом организованное единство всего живого и биогенных элементов косного вещества на нашей планете. Взаимодействие между ними проявляется в потоках энергии и вещества за счет энергии солнечных лучей.

Биосфера — это область системного взаимодействия живого и косного вещества на Земле. Только в биосфере находятся все организмы, всегда резкой, непроходимой гранью отделённые от окружающей их косной материи. Никогда живой организм не зарождается в косной материи. Рождаясь, живя, разрушаясь, живой организм отдаёт косному веществу свои атомы и непрерывно берет их из неё же. Охваченное жизнью живое вещество имеет свое начало в живом организме. Жизнь на Земле продолжается не менее 3 млрд лет. Если бы не было жизни, лик Земли был бы таким же инертным, как лик Луны, как богатые металлами метеориты. Живое вещество есть функция биосферы. Биосфера — это результат развития живого вещества как планетарного явления. Живое вещество — это геологическая сила, связанная с косным веществом биогенной миграцией атомов. Живое вещество — носитель свободной энергии в биосфере.

Вернадский впервые раскрыл жизненные процессы на Земле, анализируя их планетарное значение. Но он обозрел жизнедеятельность на Земле не через жизнь отдельных видов растений или животных. Он посмотрел на Землю, на все процессы в биосфере как бы из глубин космического пространства. Это видение есть величайшее достижение научной мысли. Такой подход снимает односторонний, антропоцентрический взгляд на живую природу.

Форма, структура, в которой находится и развивается живое вещество планеты, — это биосфера. Это единый, целостный планетарный организм. Отдельные части этого организма связаны биохимическими функциями, т. е. круговоротами биогенных элементов: углерода, кислорода, азота, фосфора и др.

Этот организм имеет свою анатомию, физиологию, механизмы регулирования, взаимодействия живого и косного вещества. Биогенный ток атомов вызывается живым веществом. Он выражается в никогда не прекращающихся дыхании, питании, размножении и т. д.

Вернадский выделяет основополагающие биохимические принципы:

- 1) геохимическая биогенная энергия стремится в биосфере к максимальному проявлению;
- 2) при эволюции видов выживают те организмы, которые своей жизнью в наибольшей степени увеличивают геохимическую биогенную энергию.

Вернадский ввел современную естественную научную картину Вселенной. Он впервые рассмотрел функции живого вещества, определил живое вещество как планетарно-космическое явление.

2.4. Переход биосферы в ноосферу

Антропогенный период характеризуется высокими темпами эволюции человека. Человеческое общество — один из последовательных этапов развития жизни на Земле, т. е. биоценоза. В то же время человечество превратилось в мощную природную силу, которая необратимо и сознательно меняет окружающую среду.

Вернадский отмечал: взаимоотношения человека и биосферы должны быть взаимно полезными. Развитие общества не должно привести к деградации биосферы. С точки зрения экологии нужно говорить о сбалансированности процессов положительной и отрицательной обратной связи между обществом и окружающей средой. В отличие от биогенеза, данный этап рассматривается как этап развития разума, и его можно назвать ноогенезом (гр. *ноос* — разум, ум). Соответственно происходит постепенное превращение биосферы в ноосферу. Вернадский — основатель учения о ноосфере. Он показал, что ноосфера находится не над биосферой, это последовательный этап развития самой биосферы. Ноосфера — это этап разумного регулирования взаимоотношений человека и природы.

В настоящее время рамки отдельной науки не могут точно определить область научной мысли исследователя. Идет специализация не по наукам, а по проблемам. Таковы проблемы современной биологии и физики, экологии человека, генной инженерии и т. д. С другой стороны, текущая жизнь ставит перед человечеством глобальные практические проблемы: экологические, продовольственные, демографические, сохранения мира на Земле, патологическое старение, истощаемость природных ресурсов, сохранение растительного покрова планеты и т. д.

Перечисленные и другие проблемы не могут решаться без совершенствования научной картины мира. В этом Вернадский видел колоссальный источник нового взрыва научных знаний. набросок такой новой картины мира был подготовлен Вернадским: живое вещество, косное вещество, их взаимоотношение, биосфера, научная мысль как планетарное явление, переход биосферы в ноосферу.

Научные дисциплины о строении орудия научного познания тесно связаны с изменениями биосферы в связи с глобальными воздействия-

ми человечества на окружающую среду. Следовательно, эти дисциплины могут рассматриваться как геологические факторы, изменяющие структурные составляющие биосферы. Это науки о строении и функциях мозга, о духовном творчестве личности, науки о проблемах логики, психологии и т. д.

Биосфера постепенно, естественным образом переходит в новое по своим свойствам и геологическим масштабам состояние — ноосферу. Параллельно изменяется и биосоциальная природа самого человека. Нарастает ответственность человечества за будущее нашей планеты, за сохранение биосферы как естественного природного окружения всех живых организмов, в том числе и человека.

2.5. Учение Вернадского об автотрофности человечества

Немецким физиологом Вильгельмом Пфедфером (1845–1920) было установлено три способа питания живых организмов:

- автотрофное — построение организма за счет использования веществ неорганической природы;
- гетеротрофное — построение организма за счет использования низкомолекулярных органических соединений;
- миксотрофное — смешанный тип построения организма (автотрофно-гетеротрофный).

Растения строят свой организм без посредников. Растения являются автотрофами (*трофе* — питание). Растения создают первичное органическое вещество, продуцируя его из неорганических соединений. Поэтому автотрофные организмы называют часто продуцентами. Организмы, использующие для питания готовые органические молекулы, называются консументами (*консумо* — потребляю). Консументы 1-го порядка — растительноядные животные. Консументы 2-го порядка — плотоядные животные. В экологических системах и биогеоценозах имеют место и консументы более высоких порядков.

Автотрофные организмы берут все нужные им химические элементы из окружающей косной материи. Автотрофы не нуждаются для построения своего тела в готовых органических молекулах другого организма. Вернадский считал возможным превращение человеческого общества из гетеротрофной категории в категорию социально автотрофную. Идея автотрофности находится на стадии осмысления. В случае перехода к автотрофности человек наносит минимальный вред окружающей среде.

Основной источник жизни — продукты — человек извлекает из биосферы. Однако производительность естественных сельскохозяйственных угодий ограничена, а население нашей планеты непрерывно растёт (рис. 2.4).

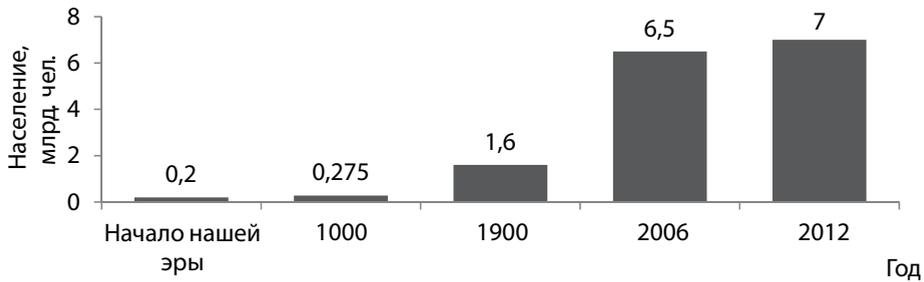


Рис. 2.4. Рост населения планеты

Значительная часть населения проживает на территориях рискованного земледелия. Засухи, наводнения, град, ураганы снижают урожайность сельскохозяйственных культур.

Основная функция живого вещества на нашей планете — синтез органических тканей из минеральных веществ с использованием энергии солнечных лучей. Человечество постепенно осваивает технологию синтеза органических материалов. В предельном случае — это синтез из минеральных веществ органических продуктов питания — белков, жиров, углеводов. О переходе к автотрофности человечества свидетельствуют следующие факты:

- 1) появление модифицированных продуктов питания, полученных с помощью генной инженерии;
- 2) синтез лекарственных соединений;
- 3) появление полимеров и синтетических тканей;
- 4) создание аппаратуры, имитирующей работу отдельных человеческих органов, и т. д.

Пока солнечная энергия, освоенная человеком, направляется на масштабные механические процессы. Это сжигание органического топлива, взрывы, создание электрогенераторов и т. д. Между тем основная космическая функция биосферы — превращение солнечной энергии в энергию химических связей при фотосинтезе. Последствие такого синтеза, освоенного человеком, — эволюция всей планеты.

2.6. Цианобактерии — индикаторы экологического благополучия

Свое название эти бактерии получили от греческого слова *цианос* — синий. Цианобактерии — это сине-зелёные водоросли, относящиеся к классу прокариот. Прокариоты — это микроорганизмы, лишённые ядра. Это вирусы, микробы, сине-зелёные водоросли, микрогрибы. Цианобактерии — патриархи Земли, их возраст примерно 3 млрд лет. Возраст человечества — не более 2–3 млн лет. Цианобактерии строят своё тело из компонентов, которые входили в состав первичной атмосферы Земли. Это метан, аммиак и др.

Цианобактерии не нуждаются в кислороде. Более того, разлагая воду, цианобактерии выделяют кислород в окружающую среду.

После появления многоклеточных организмов, после возникновения кислородной атмосферы цианобактерии были вытеснены на границы биосферы. Они встречаются во льдах Антарктиды, в кипящей воде, в тундре, пустынях. Цианобактерии занимают такие рубежи, за которыми никакая жизнь невозможна. Однако при появлении свалок из промышленных или бытовых отходов развиваются процессы разложения, продуктами которых являются те же аммиак, метан и другие газы, характерные для первичной атмосферы планеты. В результате в местах загрязнений в биосфере обнаруживаются цианобактерии. Например, при сбросе нечистот, бензопродуктов в водоёмы активно развиваются подобные микроорганизмы.

В воде, населённой цианобактериями, обнаружены полимерные молекулы, обладающие очень сильной окислительной способностью. При попадании полимерных молекул в организм человека, животного живые клетки начинают защищаться, вырабатывая белки-регуляторы (Р-белки). При больших концентрациях полимерных молекул живые клетки работают в аварийном режиме. Они выделяют Р-белки, которые полностью блокируют клетку. Обмен клетки с окружающей средой прекращается. Как следствие — клетка погибает.

Полимерные молекулы и вирусы СПИДа — это вещества одного биологического класса. Они нарушают иммунитет человеческого организма, следствием являются тяжёлые заболевания, которые в обычных условиях человек легко переносит.

Полимерные молекулы невозможно уничтожить кипячением, процеживанием через фильтры. Единственная возможность — применение биологических фильтров. В них с использованием автокатализа происходит уничтожение полимерных молекул.

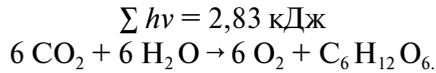
2.7. Жизнь как термодинамический процесс

Жизнь — это особая форма существования и движения материи, высшая по отношению к химическим и физическим формам. По Энгельсу, жизнь — это способ существования белковых тел, неизменным элементом которого является постоянный обмен веществом с окружающей их внешней средой.

Белковое тело — это организованная совокупность макромолекул ряда специфических веществ: аминокислот, соединений азота, фосфора и т. д.

Все процессы в природе подчиняются первому закону термодинамики. Так, непрерывный поток солнечной энергии преобразуется в зелёных листьях растений в энергию химических связей. Вещества, синтезируемые растениями, переходят к растительноядным животным, от них — к плотоядным животным 1-го порядка, затем 2-го и т. д. Этот переход является упорядоченным потоком вещества и энергии.

Энтропия системы из исходных минеральных веществ окружающей среды, используемых растениями для синтеза органических молекул, максимальна. Любая форма организации ведёт к уменьшению энтропии системы. Так, например, синтез молекул глюкозы в зелёных листьях протекает по реакции



Это автотрофное звено, под воздействием солнечного излучения происходит образование органического вещества из минеральных компонентов. Исходные 12 простых молекул перешли в 6 простых и одну сложную органическую молекулу. Произошло упорядочивание вещества, что соответствует уменьшению энтропии системы $\Delta S = S_2 - S_1 < 0$.

В изолированных системах все процессы протекают самопроизвольно только в сторону увеличения энтропии. С термодинамической точки зрения процесс синтеза органических молекул неоправдан. Процессы в зелёных листьях растений протекают в сторону уменьшения энтропии только с использованием внешних источников энергии для реакции фотосинтеза — это энергия солнечного излучения.

Для работы против градиента энтропии экологическая система должна получать соответствующую энергетическую дотацию. Растения получают негэнтропию от Солнца. Живые организмы извлекают негэнтропию из пищи. Часть полученной энергии расходуется на поддержание жизненных процессов, часть передаётся организмам последующих трофических уровней.

Энтропия здорового организма минимальная. Увеличение энтропии возможно при деградации живых клеток. При заболевании организма, отмирании его отдельных клеток энтропия растёт. Полное равновесие организма и окружающей среды возможно только после гибели организма.

Любой организм должен потреблять энергию, в противном случае происходит его деградация. После гибели организма энергия органических молекул полностью превращается в тепловую энергию и рассеивается в окружающей среде. Экологическая система разрушается, если она лишается возможности извлекать энергию из окружающей среды. То же происходит и в сообществе организмов, т.е. в экологических системах. Если в воздух попадают вредные выбросы, то нарушается процесс фотосинтеза, выходит из строя аппарат ассимиляции зелёными листьями растений компонентов окружающей среды. Разрушаются поры, через которые происходит питание и газообмен.

Жизнь — это процесс непрерывного извлечения некоторой системой энергии из окружающей среды, преобразования и рассеяния этой энергии при переходе из одного звена к другому.

3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

3.1. Экологические факторы и их действие

Экологический фактор — это любое условие среды, способное оказать прямое или косвенное воздействие на живой организм хотя бы на одной из стадий его индивидуального развития. Организм реагирует на экологические факторы специфическими приспособительными реакциями.

Экологические факторы делят на две категории:

- абиотические — факторы неживой природы (греч. *биос* — жизнь);
- биотические — факторы живой природы.

Абиотические факторы разделяют на следующие группы:

- климатические: свет, температура, влажность, движение воздуха, давление;
- эдафогенные (греч. *эдаφος* — почва): механическое состояние почвы, влагоемкость, воздухопроницаемость, плотность;
- орографические (греч. *oros* — гора): рельеф, высота над уровнем моря, экспозиция склона;
- химические: газовый состав воздуха, солевое состояние воды, концентрация, кислотность и состав почвенных растворов.

Под биотическими факторами понимается совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. Взаимодействия между растениями и животными чрезвычайно многообразны. Прямые взаимодействия — это непосредственное влияние одних организмов на другие. Косвенные взаимодействия — это изменение абиотических факторов, влияющих на другие организмы.

Паразиты и хищники, зоофаги и фитофаги являются элементами экологических систем. Зоофаги — это животные, питающиеся только другими животными. Фитофаги — это животные, питающиеся только растительной пищей, например копытные.

С общеэкологических позиций все организмы необходимы друг другу. В естественных условиях ни один вид не стремится полностью уничтожить

другой вид. Всё это человек должен учитывать при планировании взаимодействия природы и человека.

Биотические факторы делят на группы:

- фитогенные, вызванные воздействием растительных организмов;
- зоогенные, вызванные воздействием животных организмов;
- микробиогенные — воздействие вирусов, бактерий, простейших;
- антропогенные — воздействие человека.

Есть и другие классификации экологических факторов. Например, можно выделить факторы, зависящие и не зависящие от численности особей в популяции; можно разделить организмы по территориям обитания. Особое значение имеет деление экологических факторов на постоянные и периодические. Адаптация, т. е. приспособление, возможна только к периодическим экологическим факторам.

Основные абиотические факторы рассмотрены ниже.

1. Лучистая энергия солнца. 99 % поступающей на Землю солнечной энергии несут ультрафиолетовые, видимые и инфракрасные лучи. Причём ультрафиолетовые лучи составляют 7 %, видимые лучи — 48 %, инфракрасные — 45 % энергии. Тепловой баланс планеты поддерживает инфракрасное излучение. Для фотосинтеза растения используют оранжево-красные и ультрафиолетовые лучи.

У живых организмов существуют суточные циклы активности, связанные со сменой дня и ночи. Количество солнечной энергии зависит от продолжительности дня, угла падения, прозрачности воздуха. Свежевыпавший снег отражает до 95 % солнечной радиации, загрязнённый снег — до 45–50 %, чернозём — до 5 % солнечных лучей, хвойные леса — 10–15 %, светлая почва — 35–45 %.

2. Абиотические факторы атмосферы. Влажность атмосферного воздуха. Наиболее богатые влагой нижние слои атмосферы. Слой воздуха до высоты 1,5 км содержит примерно 50 % всей влаги атмосферы. Дефицит влажности — это разность между максимальным и данным насыщением. Дефицит влажности — это важный экологический фактор, так как он характеризует сразу два параметра: температуру воздуха T и его влажность W . Чем выше дефицит влажности, тем теплее. Анализ динамики дефицита влажности позволяет прогнозировать различные явления в мире животных.

Осадки — это результат конденсации водяных паров атмосферы. Режим осадков — самый важный фактор, регулирующий миграцию загрязняющих веществ в атмосфере.

Состав атмосферы относительно постоянный. Лишь в последние десятилетия растёт концентрация оксидов азота, серы, углерода. Состав атмосферы меняется с повышением высоты над уровнем моря. Отмечается рост содержания таких лёгких газов, как водород и гелий.

Движение воздушных масс возникает вследствие неодинакового нагрева земной поверхности. Ветер переносит примеси атмосферного воздуха. Антициклон — область повышенного давления воздуха, который стремится уйти в области более низкого давления.

3. Абиотические факторы почвенного покрова. К ним относят механический состав почвы, водопроницаемость, способность удерживать влагу, возможность проникновения корней и т. д.

Все горизонты почвы — это смесь органических и минеральных соединений. Свыше 50 % минерального состава почвы составляют оксиды кремния SiO_2 . Оставшуюся часть почвы представляют следующие оксиды: 1–25 % Al_2O_3 ; 1–10 % FeO ; 0,1–5,0 % MgO , K_2O , P_2O_5 , CaO . Органические вещества поступают в почву с растительными остатками. В почве эти остатки разрушаются (минерализируются) или переходят в более сложное органическое соединение — перегной или гумус.

В почве протекают разнообразные процессы, связанные с жизнедеятельностью бактерий. Их множество, и их функции разнообразны. Одни бактерии участвуют в циклах превращения одного элемента (P), другие бактерии перерабатывают соединения нескольких элементов (C, Ca и т. д.).

Минеральные вещества почвы растения используют для построения стебля или ствола, веток и листьев. Потери минеральных веществ почвы обычно восполняют минеральные удобрения. Эти удобрения растения способны использовать только после того, как микробы переведут их в биологическую доступную форму. Наибольшее количество микроорганизмов находятся в слоях почвы до глубины 40 см.

В промышленности почву используют для очистки сточных вод на полях орошения и полях фильтрации. Вредные органические вещества окисляются при активном участии флоры и фауны почвы.

4. Абиотические факторы водной среды. Это плотность, вязкость, подвижность, концентрация растворённого кислорода, температурная стратификация, т. е. изменение температуры по глубине. Температура воды меняется в относительно узком диапазоне 2–37 °C. Динамика колебаний температуры воды гораздо меньше, чем воздуха.

Важным фактором является солёность воды. В пресной воде соли представлены в виде карбонатов, в морской воде — хлоридов и отчасти сульфатов. Содержание соли в открытом океане — 35 г на 1 л воды, в Чёрном море — 19 г/л, в Каспийском море — 14 г/л. Загрязнение воды промышленными стоками меняет рН воды, что приводит к гибели водных организмов (гидробионтов) или к замещению одних видов другими.

3.2. Лимитирующие факторы среды

Выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей. В 1840 году немецкий учёный хи-

мик-органик Юстус Либих (1803–1873) установил, что развитие растений зависит от элементов почвы, которых растениям не хватает. Ю. Либих — один из создателей агрохимии, автор теории минерального питания растений. Избыток в почве воды или оксидов кремния не может компенсировать недостаток таких элементов, как бор В, марганец Мп, железо Fe, которые присутствуют в ничтожных концентрациях.

В соответствии с законом минимума, для нормального развития растений надо увеличивать содержание в почве питательных веществ, находящихся в минимальном количестве. Этот закон справедлив также для животных и для человека. Нехватку микроэлементов компенсируют использованием микроудобрений, употреблением витаминов.

В 1910 г. американский учёный Шерфорд показал, что отрицательное воздействие на организмы оказывают также те вещества, которые находятся в избытке.

Внешние факторы, присутствующие как в избытке, так и в недостатке, называются лимитирующими. Закон лимитирующего фактора необходимо учитывать в мероприятиях по охране окружающей среды. Повышение концентрации вредных веществ в воздухе воздействует негативно как на человека, животных, так и на растительные организмы.

3.3. Экологическая ниша

Любой живой организм приспособлен к определённым условиям окружающей среды. Экологическая ниша — это совокупность условий жизни внутри экологической системы, предъявляемых к среде видом или популяцией. В пределах экологической ниши протекают процессы преобразования энергии данным видом и обмена информацией с окружающей средой. Математическая модель экологической ниши — это часть многомерного пространства, образованного допустимыми пределами изменений экологических факторов.

В естественных биоценозах жизнь регулируется и другими факторами. Каждый дополнительный лимитирующий фактор снижает жизненное пространство. Если изменение параметров среды вышло за пределы экологической ниши, то вид должен приспособиться к новым условиям. В противном случае этот вид обречён, его место займёт другой, более пластичный.

Различные параметры экологической системы взаимосвязаны друг с другом. Например, влажность и температура воздуха. Изменение одного фактора влечёт изменение другого фактора. Эту взаимосвязь учитывают при реабилитации организма. Реабилитация — это процесс возвращения организма в исходное состояние за счёт управления экологическими факторами среды.

3.4. Адаптация живых организмов к экологическим факторам

У разных организмов разные требования к условиям внешней среды (влажность и температура воздуха, солёность воды и т. д.). У одних эти требования избирательные, у других — более разнообразные.

Стенобионты — это организмы, способные существовать лишь в строго определённых условиях окружающей среды и не переносящие их изменений.

Эврибионты — организмы, способные существовать в очень разнообразных условиях внешней среды.

Толерантность — способность организма выносить неблагоприятные воздействия какого-либо экологического фактора.

Рассмотрим толерантность организма на примере воздействия температуры (рис. 3.1). Стенотермные организмы (греч. *стенос* — узкий) могут нормально развиваться в узком диапазоне температур (рис. 3.1, кривые I, III). Эвритермные организмы (англ. *эври* — широкий) способны переносить значительные температурные колебания (рис. 3.1, кривая II).

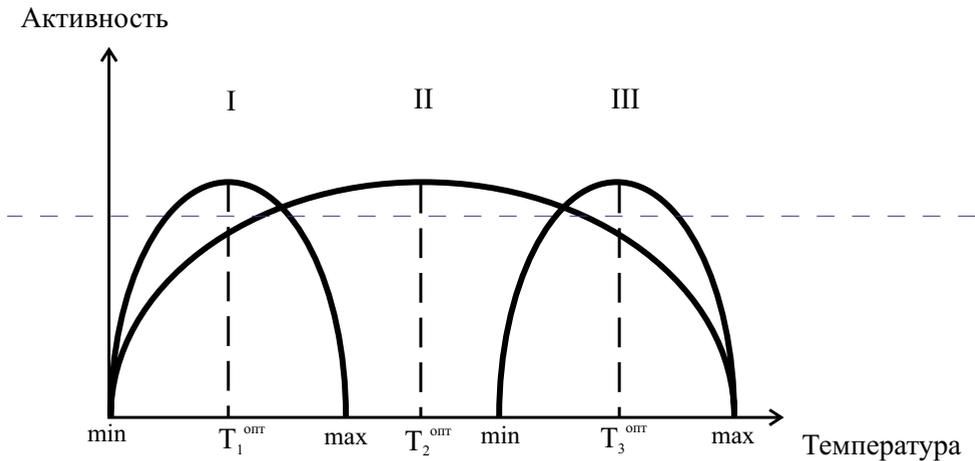


Рис. 3.1. Влияние температуры на жизненную активность

Способность вида приспосабливаться к экологическим факторам называется экологической валентностью или пластичностью.

Эволюционно выработанные и наследственно закрепленные особенности организма, обеспечивающие нормальную жизнь в условиях динамических экологических факторов, называются адаптацией. Поведение живых организмов направлено на то, чтобы избежать угрозы оказаться в экстремальных условиях. Организмы выбирают такие места обитания, где минимальна амплитуда колебаний одного или нескольких лимитирующих экологических факторов среды.

3.5. Популяция, её структура и динамика

Все живые организмы могут устойчиво развиваться только в форме популяции. Популяция — это совокупность особей определённого вида, занимающих ту или иную территорию, в пределах которой реализуется обмен генетической информацией. Каждая популяция имеет определённую численность, динамику изменения численности, структуру расположения особей и другие характеристики. При попадании вредного вещества в биосферу идёт воздействие на популяции организмов. Крайний случай негативного воздействия — это геноцид (*ген* — вид, род, *цид* — смерть), то есть уничтожение особей определённого вида.

В условиях нелимитированных внешних факторов окружающей среды каждая популяция стремительно увеличивает свою численность.

Если N — число особей в популяции, то скорость роста численности особей dN/dt пропорциональна N :

$$dN/dt = kN,$$

где k — коэффициент пропорциональности, равный разности между рождаемостью и смертностью.

$$k = P - C.$$

Разделим переменные и проинтегрируем:

$$dN/N = kdt, \ln N = kdt, N = N_0 e^{kt}.$$

Следовательно, в идеальных условиях наблюдается экспоненциальный, практически мгновенный рост числа особей. Однако экспоненциальная зависимость характерна лишь для начального периода времени.

В реальных условиях скорость роста числа особей со временем замедляется по следующим причинам:

- ограниченность пищи;
- ограниченность территории;
- присутствие конкурирующих популяций;
- различные заболевания и т. д.

M — минимально возможное число особей в популяции. Меньшее число особей неспособно продолжить род. Наибольшее число особей в популяции K определяется воздействием внешних ограничивающих факторов.

Выделяют два типа динамики численности популяций (рис. 3.2):

1 — рост числа особей постепенно замедляется, и их число выходит на максимальную численность. Существует сопротивление среды, учитывающее влияние на популяцию всех внешних факторов.

$$\frac{dN}{d\tau} = k \cdot N \cdot \frac{K - N}{K},$$

где $\frac{K - N}{K}$ — сопротивление среды.

Если $N \rightarrow K$, то $K - N \rightarrow 0$, следовательно, $\frac{dN}{d\tau} \rightarrow 0$;

2 — численность особей периодически возрастает, а затем уменьшается. Если прирост биомассы ограничен, то пищи всем родившимся особям не хватит. Характерным примером является динамика популяции северных мышей в Заполярье. На крайнем севере растительной пищи так мало, что популяция в случае большой численности особей может просто исчезнуть. Поэтому северные мыши — лемминги — периодически уходят в море, добровольно гибнут, чтобы оставшиеся особи могли полноценно питаться и продолжить род.

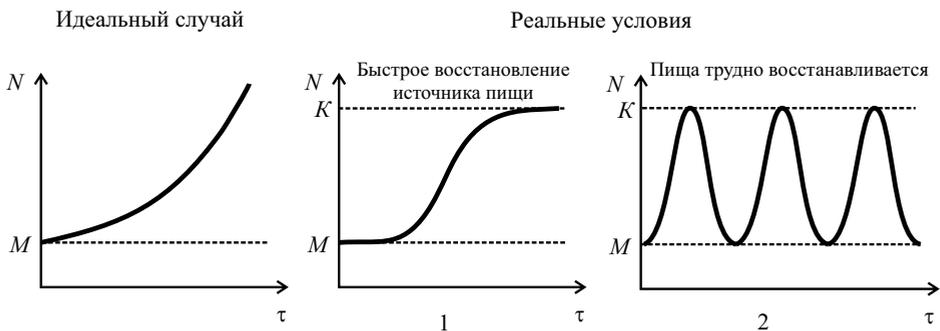


Рис. 3.2. Типы динамики численности популяций

Поскольку длительность существования популяции намного превышает продолжительность жизни отдельных особей, всегда происходит смена поколений. Для каждого организма существует определённая максимальная продолжительность жизни. Однако до максимального возраста доживают далеко не все. График зависимости доли доживших особей от такого возраста называется кривой выживания. Различают три типа кривых выживания (рис. 3.3):

1 — смертность мала в течение большей части жизни, затем она резко возрастает. Все особи погибают за короткий период (насекомые, некоторые млекопитающие, человек);

2 — постоянная смертность в течение всей жизни (птицы, многолетние растения, млекопитающие, пресмыкающиеся);

3 — массовая гибель особей в начальный период жизни, затем низкая смертность оставшихся особей. Такой тип характерен для организмов с большой плодовитостью и отсутствием заботы о потомстве (рыбы, донные пресмыкающиеся).

Кривые выживания человека в развивающихся странах близки к первому типу. Анализ продолжительности жизни людей древнего Рима, проведённый по надгробным записям, позволил построить кривую, близ-

кую ко второму типу. Реально встречавшиеся кривые выживания обычно представляют собой комбинацию основных типов.

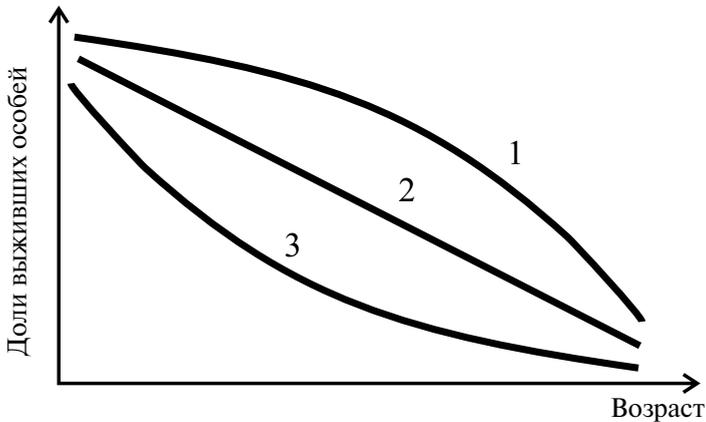


Рис. 3.3. Кривые выживания

На организмы влияют не только конкурирующие популяции, но и хищники и другие факторы.

Выделяют два главных вида взаимодействия человека с популяцией:

- 1) человеком удаляется вся популяция вредителя или её часть, так как она наносит вред другой популяции, которую человек хочет защитить;
- 2) человек собирает урожай с популяции. Часть особей остаётся, популяция должна восстановиться для последующего потребления. Например, для промысловых популяций необходимо ориентироваться на такую численность популяции, при которой максимальна скорость пополнения её численности.

3.6. Взаимодействие живых организмов

Жизнедеятельность любого организма изменяет среду его обитания. Например, дождевой червь рыхлит почву, прорывая в ней ходы, и тем самым вентилирует землю почвенного слоя. Дерево испаряет влагу, что ведёт к охлаждению окружающего воздуха. Животные или растения могут вносить или изымать из среды ресурсы, доступные для использования другими организмами. Организмы могут непосредственно влиять на жизнедеятельность друг друга.

Выделяют следующие основные типы взаимодействия живых организмов: конкуренция, хищничество, паразитизм, нейтрализм, симбиоз, мутализм и др.

Конкуренция — это взаимодействие, при котором один организм потребляет ресурс, который может потребляться и другими организмами.

В результате другое существо медленнее растёт, оставляет меньшее число потомков и имеет больше шансов погибнуть. Лишать друг друга потенциального ресурса могут особи как одного, так и нескольких видов. Примером конкуренции являются взаимоотношения близкородственных видов инфузорий *Paramecium caudatum* и *Paramecium aurelia*, выращиваемых в одной культуре.

Хищничество — трофические отношения между организмами, при которых один из них (хищник) атакует другого (жертву) и питается частями его тела. Хищничество обычно противопоставляется поеданию трупов и органических продуктов их разложения.

Некрофагия и детритофагия — поедание трупов и продуктов разложения трупов. Некрофаги (греч. *nekrous* — мёртвый), или падальщики, — животные, питающиеся падалью. Детритофаги — (от лат. *detritus* — распад, греч. *фахус* — пожиратель) — животные, которые питаются разлагающимся органическим материалом. Хищники, некрофаги и детритофаги не исключают друг друга. Многие хищники иногда питаются и падалью.

Паразитизм — один из видов сосуществования организмов. Генетически разнородные организмы сосуществуют длительное время и находятся в антагонистических отношениях. Паразит использует хозяина как источник питания, среду обитания. Паразитический и полупаразитический образ жизни связан с организменной средой обитания. Пример — пастбищные иксодовые клещи, прикрепившиеся к телу теплокровных животных, питаются их кровью.

Нейтрализм — межвидовое взаимодействие биотических факторов, при котором ни одна популяция не оказывает влияния на другую. Истинный нейтрализм крайне редок, возможны косвенные взаимодействия двух видов.

Симбиоз — длительное сожительство (сосуществование) организмов различных биологических видов, обычно приносящее им взаимную пользу. Например, симбиоз гриба и водоросли, образующих вместе лишайник, рака-отшельника и актинии, живущей на его раковине. Актиния — отряд морских кишечноротовых животных класса коралловых полипов. На верхнем конце мешковидного тела расположен рот, окружённый щупальцами.

Мутализм — взаимовыгодные отношения между организмами. Это одна из форм симбиоза, при которой каждый из сожителей организмов (симбионтов) приносит какую-либо пользу другому. Симбиоз, в отличие от мутализма, может быть и невыгоден одному из партнёров, например в случае паразитизма.

Мутализм может быть «жёстким» и «мягким». В первом случае сотрудничество жизненно необходимо для обоих партнёров (они связаны отношениями коадаптации), во втором — отношения более или менее факультативны (такие отношения называют протокооперацией).

Протокооперация — форма симбиоза, при которой совместное существование выгодно, но не обязательно для сожителей.

Комменсализм (лат. *con mensa* — буквально «у стола», «за одним столом») — способ совместного существования двух разных видов живых организмов, при котором одна популяция извлекает пользу от взаимоотношения, а другая не получает ни пользы, ни вреда. В зависимости от характера взаимоотношений видов-комменсалов выделяют следующие формы комменсализма:

синойкия (квартиранство) — одно животное (комменсал) использует другое животное (его раковину, гнездо и т. п.) в качестве убежища;

эпойкия (нахлебничество) — один организм (комменсал) прикрепляется к организму другого вида, который становится «хозяином», или живёт возле него (например, рыба-прилипала плавником-присоской прикрепляется к коже акул и других крупных рыб, передвигаясь с их помощью и питаясь остатками их трапезы; водоросли, живущие в шерсти ленивца);

энтойкия — одни животные поселяются внутри полостей других животных, имеющих сообщение с внешней средой;

инквилинизм — одно животное (иквилин), проникая в чужое жилище, уничтожает его хозяина, после чего использует жилище в своих целях.

Примером комменсализма у растений могут служить бобовые (например, клевер) и злаки, совместно произрастающие в почвах, бедных доступными соединениями азота, но богатых соединениями калия и фосфора. При этом если злак не подавляет бобовое, то оно, в свою очередь, обеспечивает его дополнительным количеством доступного азота. Но подобные взаимоотношения могут продолжаться до тех пор, пока почва бедна азотом и злаки не могут сильно разрастаться. Если же в результате роста бобовых и активной работы азотфиксирующих клубеньковых бактерий в почве накапливается достаточное количество доступных для растений соединений азота, этот тип взаимоотношений сменяется конкуренцией. Результатом её, как правило, является полное или частичное вытеснение менее конкурентоспособных бобовых из фитоценоза.

Другой вариант комменсализма: односторонняя помощь растения-«няни» другому растению. Так, берёза или ольха могут быть няней для ели: они защищают молодые ели от прямых солнечных лучей, без чего на открытом месте ель вырасти не может, а также защищают всходы молодых ёлочек от выжимания их из почвы морозом. Такой тип взаимоотношений характерен лишь для молодых растений ели. Как правило, при достижении елью определённого возраста она начинает себя вести как очень сильный конкурент и подавляет своих нянь.

В таких же отношениях состоят кустарники из семейств яснотковые и астровые и южноамериканские кактусы. Обладая особым типом фотосинтеза (САМ-метаболизм), который происходит днём при закрытых устьицах,

молодые кактусы сильно перегреваются и страдают от прямого солнечного света. Поэтому они могут развиваться только в тени под защитой засухоустойчивых кустарников.

Растения-эпифиты (греч. *эпи* — на, *сверх*, *фитом* — растение) поселяются на деревьях. Например, на деревьях живут водоросли, лишайники, мхи, орхидеи — они питаются за счёт фотосинтеза и отмирающих тканей хозяина, но не их соками.

Примеры у животных:

- в норке сурка могут поселяться различные насекомые, жабы, ящерицы;
- в полости голотурии («морского огурца») находят убежище разнообразные мелкие виды животных;
- распространение семян у растений (плоды и семена репейника на шерсти собак);
- пресноводная рыбка горчак откладывает икринки в мантийную полость беззубки (двустворчатый моллюск);
- среди щупалец медузы цианеи прячутся мальки рыб пикши и трески;
- рыба-прилипала на акуле;
- волоклюи (птицы) на теле буйволов.

Аменсализм (лат. *mensa* — трапеза) — тип межвидовых взаимоотношений, при котором один вид, именуемый аменсалом, претерпевает угнетение роста и развития, а второй, именуемый ингибитором, таким испытаниям не подвержен. Антибиоз и аллелопатия — схожие виды взаимоотношений.

Аменсализм широко распространён во взаимоотношениях видов растений, и ингибирующим фактором здесь является либо отрицательное средообразование (одностороннее или, реже, взаимное), либо выделение ингибитором в окружающую среду каких-либо прижизненных выделений (органических соединений), отрицательно воздействующих на растение-аменсал (аллелопатия).

Пример одностороннего отрицательного средообразования — влияние деревьев-доминантов на виды мохового и травяного ярусов. Под пологом деревьев уменьшается освещённость, повышается влажность воздуха. При разложении опада деревьев почвы обедняются, поскольку при этом образуются кислоты, способствующие вымыванию элементов минерального питания в глубь почвенного слоя. Этот процесс особенно активен в таёжном еловом лесу, так как ель — сильный средообразующий вид. Выносливые виды, участвующие в напочвенном покрове, компенсируют пагубность этого влияния и обеспечивают экологическое равновесие в таком лесу. При этом деревья (ингибиторы) не вступают в конкурентные отношения с видами напочвенного покрова (аменсалами), так как конкуренция подразумевает соревнование между видами при использовании определённого ресурса среды.

Пример взаимного отрицательного средообразования — отношение сфанговых мхов и сосудистых растений на сфанговом болоте. Между сфанговыми мхами, неограниченно растущими вверх, и сосудистыми растениями — вересковыми (багульник, болотный мирт, андромеда, клюква), сосной и некоторыми осоками — складываются отношения взаимного аменсализма без конкуренции. Сфанговые мхи довольно быстро растут, повышают уровень поверхности болота и постепенно погребают в своей толще многолетние живые органы цветковых растений, выступая как ингибиторы. Это приводит к угнетению цветковых растений, которые вынуждены перемещать свои корневища и корни как вверх, так и к участкам болота, где поверхность зарастает не столь быстро. В свою очередь цветковые растения затемняют мхи опадом листьев, что приводит к замедлению их роста. Таким образом, между сфанговыми мхами и цветковыми растениями устанавливается равновесие «умеренного взаимоугнетения» без возникновения конкурентных отношений.

3.7. Экологическая система. Биогеоценоз

Экологическая система — это совокупность совместно обитающих разных видов организмов, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом, и условия их существования. Примеры: озеро, роша, луг и т. д. Лес — географически организованная саморегулируемая совокупность животных и растительных организмов. В лесу ведущую средообразующую роль играет популяция древесных растений одного вида или совместно обитающие популяции нескольких видов.

Экосистема — это безразмерное устойчивое образование из живых и неживых компонентов, принимающих участие во внутреннем и внешнем круговороте вещества и энергии. Экологическая система — это капля воды с ее микробами, комнатное растение, отдельное дерево, лист дерева, космический обитаемый корабль. Экологической системой является и биосфера Земли.

Структурной единицей биосферы является биогеоценоз (*био* — жизнь, *гео* — земля, *ценоз* — сообщество).

Биогеоценоз — сложная природная система, объединяющаяся на основе обмена веществом и энергией совокупность живых организмов с неживыми компонентами окружающей среды. Биогеоценоз включает две составляющие (рис. 3.4):

- совокупность на определенной территории абиотических факторов, т. е. экотоп (*топос* — место);
- совокупность живых организмов — биоценоз.

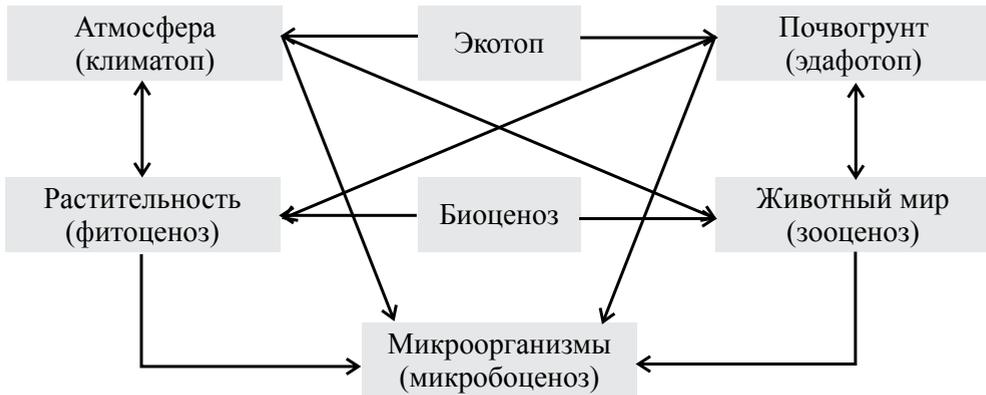


Рис. 3.4. Структура биогеоценоза

Стрелки означают каналы передачи информации между различными компонентами биоценоза. Все организмы тесно связаны между собой, особенно важна роль микроорганизмов, в первую очередь — бактерий. Они участвуют в процессах почвообразования, вызывают разложение органических растительных и животных остатков, нередко выступают в качестве возбудителей заболеваний.

На уровне биогеоценоза протекают все процессы круговорота вещества и обмена энергии в биосфере. Человек своей деятельностью способен прямо или косвенно прерывать эти каналы и потоки энергии и информации. Антропогенная деятельность всегда направлена на биогеоценозы. Промышленное предприятие выбрасывает отходы не в окружающую среду, а в конкретные биогеоценозы. Человек всегда взаимодействует со сложно организованной структурой, развивающейся по своим законам, — биогеоценозом.

3.8. Гомеостаз и сукцессия экологической системы

Экологические системы существуют в течение длительного времени. Следовательно, они обладают определенной стабильностью во времени и в пространстве. Однако ни одна система не бывает абсолютно неподвижна. Периодически численность одних видов организмов увеличивается, других — уменьшается. Однако в целом эти процессы не выводят систему из равновесия. Состояние подвижно-стабильного равновесия экологической системы называется гомеостазом (*гомео* — тот же, *стазис* — состояние).

Гомеостатичность — важнейшее условие существования любой экологической системы. Гомеостаз естественных природных систем поддерживается за счет их открытости. Такие системы постоянно обмениваются информацией с окружающей средой. В случае искусственных экологических систем, созданных человеком, гомеостаз должен регулярно искусственно поддерживаться в зависимости от параметров системы.

Рассмотрим работу сооружения для очистки сточных вод — аэротенка. В аэротенках вредные вещества нейтрализуются или уничтожаются с помощью так называемого активного ила. Это хлопьевидные скопления бактерий, простейших, коловраток и других организмов.

Вредные вещества сбросов частично усваиваются этими организмами, частично адсорбируются илом. Ил теряет активность и оседает на дно аэротенков. Равновесие экологической системы нарушается. Возникают такие процессы, как вспучивание ила из-за размножения грибов и водорослей. Аэротенк перестает работать. Для сохранения нормального процесса очистки человек вынужден сам поддерживать гомеостаз аэротенка. Управление заключается в постоянном нагнетании воздуха, периодическом обновлении ила. Кислород воздуха окисляет примеси и поддерживает работоспособность очистного сооружения. Осевший ил частично изымается, частично подвергается регенерации за счёт активной аэрации.

Сукцессия (лат. *сукцедо* — следую) — последовательная замена одного биогеоценоза другим.

Пример. Постепенное освоение упавшего в лесу дерева грибами, бактериями, беспозвоночными. На вырубке или заброшенной пашне сначала появляются травянистые растения, затем из-за налета семян прорастают деревья и кустарники. Причём первоначально разрастаются светолюбивые широколиственные породы, и только через несколько лет появляются хвойные породы деревьев.

По причине замены биоценоза сукцессии делят:

- на зоогенные (вызванные сильным воздействием животных);
- фитогенные;
- антропогенные;
- катастрофические (например, развитие жизни на острове после извержения вулкана).

С другой стороны, сукцессия — это последовательный переход органического вещества, синтезированного автотрофами, и энергии по пищевым цепочкам от автотрофов к консументам различного порядка:

осина — заяц — волк,

трава — насекомое — лягушка — змеи — хищник — птица.

В любой экосистеме протекает образование биомассы и её разрушение. В зелёных листьях — это фотосинтез и дыхание. При фотосинтезе органическое вещество создаётся, при дыхании часть вещества и энергии расходуется. Если в экологической системе накопление вещества преобладает над процессами дыхания, то биомасса и энергия экосистемы возрастают. В противном случае запасы биомассы убывают.

Экологические системы, в которых накопление биомассы преобладает над её расходом, называются системами с автотрофной сукцессией.

R — расход биомассы; P — накопление биомассы.

$\frac{P}{R} > 1$ — автотрофная сукцессия;

$\frac{P}{R} < 1$ — гетеротрофная сукцессия;

$\frac{P}{R} = 1$ — равновесная сукцессия.

Пример экологической пирамиды приведён на рис. 3.5.



Рис. 3.5. Пример экологической пирамиды

3.9. Круговорот веществ в природе

Процессы фотосинтеза продолжают на нашей планете сотни миллионов лет. Казалось бы, все верхние слои литосферы должны представлять из себя огромные отложения мёртвой органики. Между тем запасы исходных материалов для процессов органического фотосинтеза конечны. Слой почвы редко превышает толщину 80–100 см. Единственная возможность придать конечному свойство бесконечного — это вовлечь конечное в круговорот (рис. 3.6).

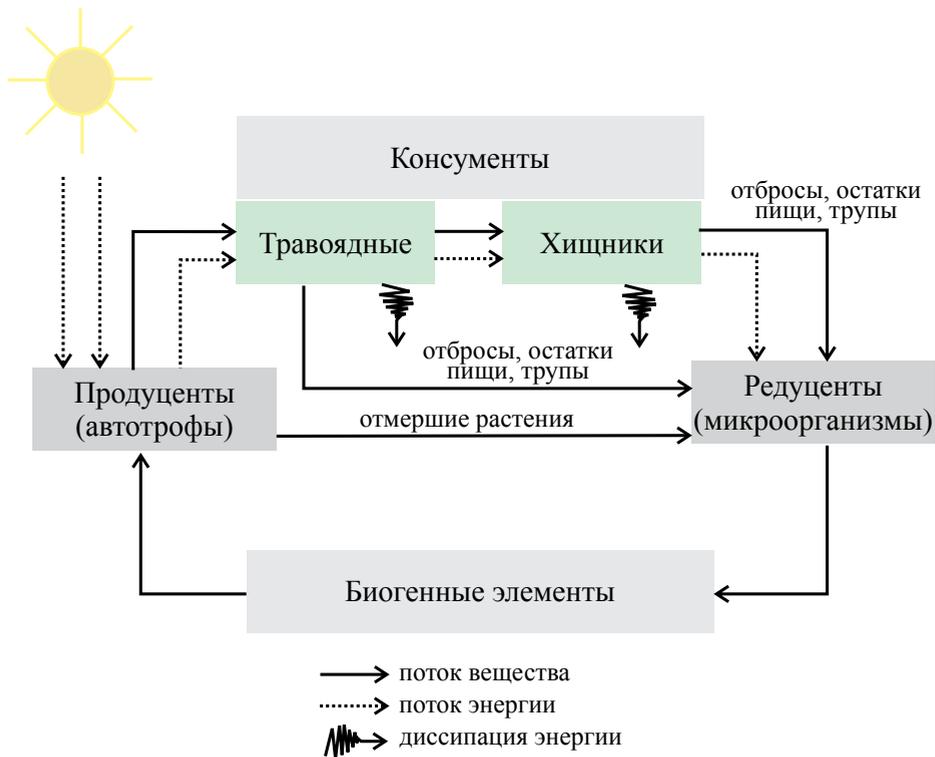


Рис. 3.6. Круговорот вещества и передача энергии в биогеоценозе

Ежегодно на нашей планете образуются около 10^{11} тонн биомассы. Её остатки образуют каждый год слой толщиной порядка 0,5 мм. За 200 млн лет, если бы не было круговорота веществ, слой мёртвой органики достиг бы толщины 100 км.

Все вещества на нашей планете находятся в процессе непрерывного биогеохимического круговорота. Выделяют два основных круговорота: большой (геологический) и малый (биотический). Большой круговорот — разрушение горных пород и их перенос потоками воды в Мировой океан. Здесь возникают морские пласты, которые частично возвращаются на сушу с осадками и водными организмами. Крупные геотектонические изменения протекают с малозаметными скоростями — поднятие морского дна, опускание материков, перемещение морей и океана. Вследствие таких перемен морские пласты вновь возвращаются на сушу.

Малый круговорот является частью большого круговорота и протекает на уровне биогеоценоза. Питательные вещества почвы, вода, углерод аккумулируются в веществе растений и расходуются на построение тканей живых организмов. Продукты распада погибающих растений и животных вновь попадают в почву, где перерабатываются микроорганизмами.

Биотический круговорот углерода — составная часть большого круговорота. Он связан с жизнедеятельностью организмов. Углерод атмосферы, содержащийся в CO_2 , это сырьё для процессов фотосинтеза. Растительные ткани поедаются консументами разных уровней, и после деструкции органики углерод вновь возвращается в атмосферу. Биотехнический круговорот углерода связан со сжиганием топлива. Основная часть углерода на нашей планете находится в виде карбонатных отложений на дне океана.

Азот участвует как в большом, так и в малом круговороте. В воде — это неорганические соединения азота, а в составе растительных и живых белков — это аминокислоты. Органические соединения азота после гибели организма подвергаются аммонификации и нитрификации, частично вновь усваиваются растениями, частично восстанавливаются до свободного азота, который в почве способен переходить в растения с помощью клубеньковых бактерий.

Существуют круговороты других биотических элементов: фосфора, кислорода и т.д. Связывая азот и углерод в минеральные удобрения, сжигая углеродсодержащие топлива, человек вмешивается в процессы круговорота различных элементов. В результате он зачастую вынужден сам полностью управлять химией окружающей среды.

В отличие от большого круговорота, время переноса биогенных элементов гораздо меньше. Так, атмосферный углерод полностью вовлекается в процессы круговорота за 8 лет. Общее время круговорота азота атмосферы — около 110 лет. Круговорот кислорода атмосферы протекает примерно 2500 лет.

3.10. Помехи в биогеоценозах

Все компоненты экосистем постоянно взаимодействуют друг с другом. Пищевые цепи связывают смежные уровни трофических пирамид. Одновременно это каналы передачи различной информации: энергетической, генетической, химической и т.д. Сбалансированность потоков вещества и энергии поддерживает равновесие в биогеоценозах. Здесь действует принцип регулирования за счёт отрицательной обратной связи. Рассмотрим равновесие между числом травоядных и плодоядных животных. Число оленей, обитающих на определённой территории, зависит от продуктивности автотрофов и в среднем остаётся постоянным. Если в какой-то год из-за повышения количества осадков прирост биомассы возрос, то и оленей станет больше. Это положительный сигнал для хищников. Их число также возрастает. Так как волков стало больше, поступает отрицательный обратный сигнал: избыток волков уничтожает избыток оленей. Система вернётся к исходному состоянию. Жертвами становятся в первую очередь неопытные или ослабленные болезнью олени.

Подобное равновесие сохраняется, например, между числом насекомых и приростом биомассы растений. Любая популяция — это продукт длительного эволюционного развития, которое Дарвин назвал естественным отбором. Если в какой-то год количество осадков будет меньше среднего, то прирост биомассы автотрофов снизится, и олени будут недоедать. Ослабленный от голода организм оленя не выдержит погони, и этот олень погибает. Оленей становится меньше. Пищи не хватит не только оленям, но и волкам. В этих условиях выживают наиболее здоровые особи. Это относится и к жертвам, и к хищникам.

На биогеоценозы постоянно воздействуют естественные помехи (например, засуха). Так как выживают сильные, здоровые животные, то естественные помехи являются фактором эволюции. В случае засухи травоядные могут менять свою форму питания, например перейти с травы на листья кустарника. Чем больше в экосистеме перекрещивающихся пищевых связей, тем устойчивее данная экосистема. Организмы, преодолевшие естественные помехи, передают генетическую информацию о способах выживания последующим поколениям.

Любая экосистема подчиняется принципу Ле-Шателье: при воздействиях на систему в ней развиваются процессы, стремящиеся ослабить внешнее негативное влияние. Посчитано, что биосфера планеты в целом способна сохранять равновесие, т.е. подчиняться принципу Ле-Шателье, если изъятие биомассы не превысит 10% от её прироста. В настоящее время человечество потребляет около 1% прироста биомассы.

Если количество осадков снижается на 50%, то численность травоядных популяций снижается только на 25%, т.е. в пищевых цепях идёт затухание возмущающего воздействия. Антропогенные помехи, в отличие от естественных помех, носят не случайный характер. Например, выбросы оксидов серы в атмосферу нарушают процессы фотосинтеза, и погибает первичное звено трофических цепей, т.е. зелёные растения. Если в засуху погибают ослабленные животные, то после выбросов токсичных веществ погибает вся популяция. Растительные и животные организмы не успевают, да и не могут приспособиться к повышенной радиации в случае аварий на атомных электростанциях, к попаданию в биосферу ксенобиотиков при техногенных катастрофах. Особенно опасно антропогенное воздействие на автотрофы, в этом случае погибает вся трофическая пирамида.

Если на экосистему оказывается незначительное негативное воздействие, то за счёт внутренних процессов такая система сможет вернуться к равновесию. Однако часть связей внутри экосистемы нарушается. Та область, в пределах которой экологическая система способна сохранять равновесие, пусть и в изменённом виде, называется гомеостатическим плато (рис. 3.7).

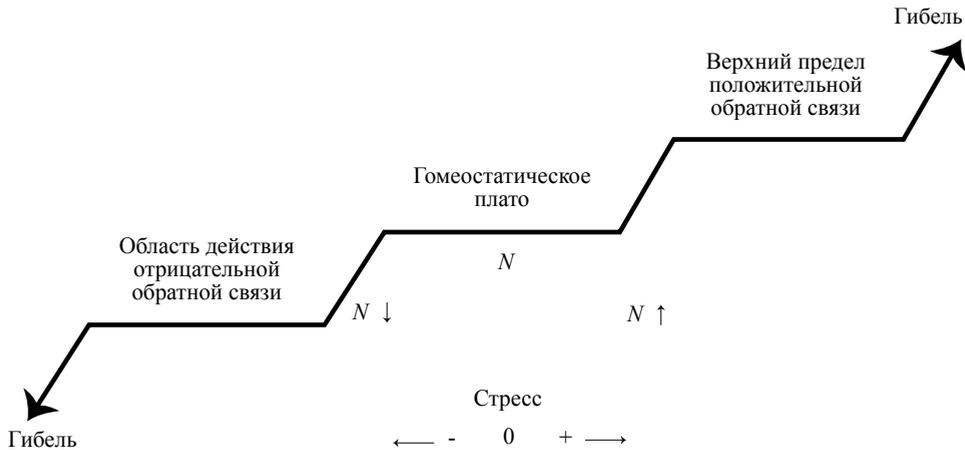


Рис. 3.7. Гомеостатическое плато

Естественный компенсаторный механизм поддерживает равновесие открытых природных систем. Однако в случае упрощённых антропогенных систем принцип Ле-Шателье не способен удерживать систему в равновесии. Например, как показала практика, при выращивании зерновых культур на целинных землях высокий урожай гарантирован только в первые 2–3 года. Если не вносить минеральных удобрений, то первоначальный запас питательных веществ в почве быстро расходуется и урожайность сельскохозяйств резко падает.

Водные организмы для дыхания используют растворённый в воде кислород. При сбросе загрязнённых сточных вод в водоёмы поступают вредные вещества, для окисления которых также требуется растворенный в воде кислород. Заводские лаборатории обязательно определяют, какое количество кислорода необходимо для нейтрализации вредных веществ сточных вод. Если весь растворённый в воде кислород расходуется для обезвреживания вредных примесей сточных вод, то из-за нехватки кислорода для живых организмов в водном объекте протекают необратимые негативные процессы. Меняется, обедняется флора и фауна этого водоёма. Причина данных негативных изменений условий обитания гидробионтов — антропогенные помехи. Промышленные или сельскохозяйственные загрязнённые сточные воды всегда отрицательно влияют на природные водные объекты.

4. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОИЗВОДСТВА НА АТМОСФЕРУ

4.1. Воздействие промышленного производства на окружающую среду

Вследствие масштабного развития промышленности и сельского хозяйства человеческое общество поневоле всё в большей степени меняет нашу биосферу. Это влияние обусловлено следующими антропогенными процессами:

- добыча полезных ископаемых. Человек изымает из литосферы сырьевые материалы, заполняет техногенными отходами значительные территории около перерабатывающих предприятий, расширяет полигоны бытовых твёрдых отходов, изменяя состав верхних слоёв литосферы;
- загрязняя промышленными выбросами воздух, человечество меняет состав земной атмосферы;
- забирая воду на орошение, на промышленные нужды, человечество меняет водный баланс планеты;
- сжигая природное топливо, человечество меняет энергетический баланс планеты.

Во многих странах используются практически все возобновляемые природные ресурсы — древесина, гидроэнергетика. Многие невозобновляемые природные ресурсы истощаются или уже полностью использованы (рис. 4.1).

По данным Всемирной организации здравоохранения, в настоящее время в практических целях используется до 500 тыс. химических соединений, из них около 40 тыс. соединений обладают вредными для человека свойствами, а 12 тыс. — токсичны, т. е. являются ядами. По сравнению с первобытным человеком, в организме современного жителя Земли содержание свинца больше в 17 раз, содержание ртути больше в 19 раз, теллура — в 110 раз, кадмия — в 76 раз.

Из-за несовершенства технологий многое сырьё перерабатывается не полностью, большая его часть возвращается в природу в виде отходов. В среднем готовая продукция составляет всего 1–2% от массы

добываемого природного сырья. Остальные 98–99% — это отходы. Ежегодно в биосферу поступает до 30 млрд тонн промышленных и бытовых отходов.



Рис. 4.1. Схема потребления некоторых ресурсов современным городом, т/сут

Рост населения планеты выдвигает на первое место проблему использования природных ресурсов (рис. 4.2).

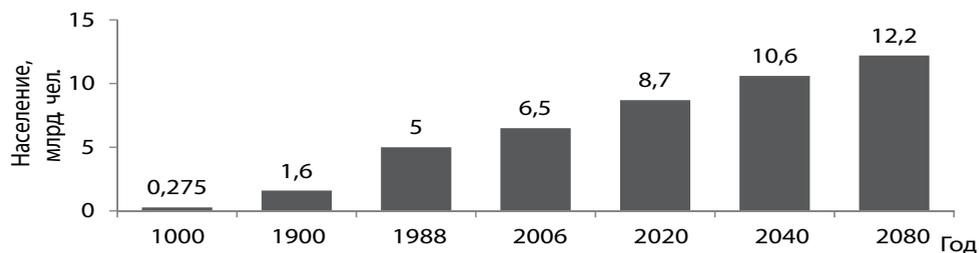


Рис. 4.2. Рост населения планеты

Для изменения числа жителей на нашей планете в целом характерна зависимость с насыщением.

Выделяют пять этапов изменения биосферы под влиянием человека:

- 1) воздействие человечества на биосферу как биологического вида;
- 2) сверхинтенсивная охота без изменения экосистем в период становления человечества;
- 3) изменение экосистем в связи с развитием животноводства. Пастьба, усиление роста трав путём выжигания;
- 4) интенсификация влияния на природу в период развития земледелия (распашка, вырубка лесов);
- 5) глобальное изменение всех компонентов биосферы в целом в связи с масштабным развитием промышленности. Период начался примерно 300 лет назад.

Рост площади пустынь на нашей планете вследствие антропогенного воздействия на природу составляет в среднем 40 га за 1 мин. Человечеством полностью истреблено около 400 видов животных. Под угрозой истребления — порядка 1200 видов животных.

4.2. Классификация загрязнений атмосферного воздуха.

Основные примеси воздуха

По агрегатному состоянию загрязнения атмосферного воздуха разделяют на газообразные, жидкие, твёрдые, смешанные.

Источники загрязнения воздуха:

- естественные (земные и внеземные);
- искусственные (антропогенные).

Внеземные загрязнения — это остатки сгоревших метеоритов. Ежегодно на нашу планету попадает 5–7 млн тонн космической пыли.

Земные загрязнения — пылевые частицы, размером 10^{-3} – 10^{-6} см, минерального или органического происхождения. Частицы $5 \cdot 10^{-5}$ см являются центрами конденсации влаги или кристаллизации льдинок. Пыль возникает из-за извержения вулканов, лесных и степных пожаров. Выносятся в атмосферу пыль пустынь. Над поверхностью морей и океанов из-за испарения брызг в воздухе присутствуют соединения натрия, калия, кальция, магния и других элементов. Органическая пыль — это споры различных растений, остатки и продукты брожения и гниения органических веществ растительного или животного происхождения.

Природная пыль не опасна для жизни. Все процессы эволюции жизни на Земле проходят в условиях переноса пыли в атмосфере. Эта пыль защищает планету от излучения Солнца. Органическая пыль служит источником возникновения жизни на вулканических островах.

Промышленные выбросы в атмосферу — это соединения серы, азота, зола, пыль, силикаты, углеводороды, фтористый водород, озон и др. Промышленные выбросы классифицируют по следующим признакам:

- по организации отвода и контроля (организованные и неорганизованные);
- по режиму отвода (периодические и непериодические);
- по температуре (холодные и нагретые);
- по локализации (в основном, вспомогательном и подсобных производствах);
- по признакам очистки (на выбрасываемые без очистки и после очистки).

Выбросы без очистки могут быть организованные и неорганизованные (рис. 4.3). После очистки идёт организованный выброс. Под очисткой газа подразумевается отделение от газа или превращение в безвредное состояние загрязняющего вещества.

Организованный промышленный выброс — это выброс, поступающий в атмосферу через специально сооружённые газоходы, воздухопроводы, трубы.

Неорганизованный выброс — это ненаправленные потоки загрязнённого газа, возникающие из-за нарушения герметичности оборудования, отсутствия или плохой работы оборудования по отсосу газа в местах выгрузки, обработки и хранения дисперсных материалов.



Рис. 4.3. Классификация отходящих вредных веществ по признакам очистки и использования

Источники промышленного загрязнения воздуха классифицируют по нижеследующим признакам.

1. По назначению:
 - технологические, содержащие хвостовые газы после улавливания пыли на установках;
 - вентиляционные выбросы (местные отсосы от оборудования).
2. По месту расположения:
 - незатенённые (высокие), находящиеся в зоне недеформированного воздушного потока (высокие трубы, удаляющие загрязнения на высоту, в 2,5 раза превышающую высоту зданий);
 - затенённые (низкие), расположенные на высоте меньше высоты зданий в 2,5 раза;
 - наземные, находящиеся вблизи земной поверхности (технологическое оборудование вне зданий, сбросы, отходы производства, промышленные жидкие и твёрдые токсичные вещества).
3. По герметичной форме:
 - точные (трубы, шахты, вентиляторы);
 - линейные (аэрационные фонари на крышах цехов, несколько соседних открытых окон, близко расположенные вытяжные шахты и факелы).
4. По режиму работы:
 - непрерывного действия;
 - периодического действия;
 - залповые выбросы — возникают при авариях, при сжигании отходов;
 - мгновенные выбросы — при взрывных работах и взрывах при авариях.
5. По дальности распространения:
 - внутриплощадочные, создающие вредную концентрацию вредных веществ над территорией предприятия;
 - внеплощадочные (высокие дымовые трубы), загрязняющие воздух за пределами предприятия.

4.3. Контроль и управление качеством атмосферного воздуха

Вследствие несовершенства промышленных технологий в атмосферу попадают загрязняющие вещества. Многие из них неблагоприятно воздействуют на живые организмы.

Частицы диоксида кремния SiO_2 вызывают фиброз и силикоз.

Оксиды серы (SO_2 и SO_3) разрушают дыхательные пути, поражают зелёные листья растений.

Оксиды азота (NO и NO_2) разрушают клеточные мембраны, поражают лёгочные ткани.

Озон (O_3) — сильный окислитель, разрушает лёгочные ткани и дыхательные пути, вызывает разрушение красных кровяных телец.

Оксид углерода (СО) взаимодействует с гемоглобином крови, вытесняет из организма кислород.

Во многих странах и на уровне соглашений между государствами введены стандарты качества воздуха. Например, в США разработаны нормы предельных допустимых концентраций химических веществ в воздухе в среднем за год и ограничено число случаев превышения этих концентраций.

Комиссия Всемирной организации здравоохранения разработала перечень допустимых уровней загрязнения за определённый период. Например, среднегодовой допустимый уровень содержания диоксида серы SO_2 не должен превышать $0,06 \text{ мг/м}^3$. Для оксида углерода СО в среднем за 8 часов концентрация не должна превышать $0,01 \text{ мг/м}^3$. Максимальная концентрация за этот период — не больше $0,04 \text{ мг/м}^3$.

В СССР в качестве установленных критериев для концентраций примесей воздуха применяли ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК). Указанные критерии, где это возможно, стараются заменять на временно допустимые концентрации (ВДК).

Основным показателем качества воздуха в нашей стране являются предельно допустимые концентрации (ПДК) примесей воздуха. Первые значения ПДК в рабочей зоне впервые в мире были разработаны в СССР в 1925 г. Первые значения ПДК для примесей атмосферного воздуха в населённых пунктах были разработаны в нашей стране в 1949 г. В настоящее время список ПДК содержит более тысячи вредных примесей воздуха.

С точки зрения экологии ПДК — это верхний предел лимитирующих факторов, при которых содержание примесей не выходит за допустимые границы экологической ниши человека.

Существует раздельное нормирование содержания примесей в воздухе рабочей зоны (ПДК рабочей зоны) и в атмосферном воздухе населённого пункта (ПДК атмосферного воздуха).

ПДК атмосферного воздуха — максимальная концентрация примесей в атмосфере населённого пункта, которая при периодическом или постоянном воздействии на протяжении всей жизни человека не оказывает вредного влияния на его здоровье, включая отдалённые последствия, а также не влияет негативно на окружающую среду в целом.

ПДК рабочей зоны — наибольшая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны, которая при ежедневной работе, кроме выходных и праздничных дней, в течение всего рабочего стажа не вызывает заболеваний как в процессе работы, так и в отдалённые сроки жизни настоящего и будущих поколений.

Рабочая зона — пространство высотой до 2 метров над уровнем пола или площадки, на которых находятся места временного или постоянного пребывания работающих.

ПДК атмосферного воздуха (ПДК_{ав}) разделяется:

- на ПДК максимально разовое (ПДК_{мр});
- ПДК среднесуточное (ПДК_{сс}).

ПДК_{мр} — концентрация примеси воздуха, определяемая в течение 30 мин. Необходимость разделения ПДК на ПДК_{ав} и ПДК_{рз} определяется тем, что на предприятии работают здоровые люди, прошедшие медицинское освидетельствование.

В населённых пунктах загрязнённым атмосферным воздухом дышат как здоровые работоспособные взрослые люди, так и больные, люди преклонного возраста, новорожденные, поэтому ПДК_{рз} всегда больше ПДК_{ав}.

Например, для диоксида серы SO₂: ПДК_{рз} = 10 мг/м³, а ПДК_{мр} = 0,03 мг/м³.

ПДК установлены путём специальных стандартных исследований, утверждены министерством здравоохранения и являются законом, подлежащим безусловному выполнению. Работники санитарных служб предприятий и населённых пунктов контролируют фактическое содержание примесей в воздухе, не допуская превышения ПДК. Представители Комитетов по экологии всех уровней уполномочены контролировать воздействие промышленных и сельскохозяйственных предприятий на окружающую среду и в случаях экологических правонарушений обязаны принять все меры по снижению вредного воздействия вплоть до приостановки работы предприятий.

4.4. Установление предельно допустимых концентраций

Известны два основных метода определения ПДК: экспериментальный и расчётный. Экспериментальный метод служит для определения ПДК рабочей зоны и атмосферного воздуха. Расчётный метод используется для определения временных допустимых концентраций вредных веществ.

Определение ПДК в воздухе рабочей зоны ведут в три этапа:

- 1) установление ОДК или ОБУВ для воздуха рабочей зоны;
- 2) определение ПДК примесей в воздухе рабочей зоны;
- 3) корректировка ПДК рабочей зоны путём анализа здоровья работающих.

Первые два этапа проводят экспериментальным путём с использованием подопытных животных (белые крысы и мыши). В течение четырёх месяцев определяется раздражающее действие химических соединений (ПДК_{мр}), а также летальные (смертельные) концентрации вредных веществ.

ПДК атмосферного воздуха определяют в два этапа. На первом этапе с помощью добровольцев устанавливают раздражающее действие вредных веществ, т. е. находят ПДК максимально разовое. На втором этапе с помощью подопытных животных определяют токсическое действие различных соединений.

Первый этап выявляет порог чувствительности, т. е. определяет концентрацию вещества, которую способны ощутить добровольцы. Второй этап

проводится с использованием трёх концентраций вредных веществ. Одна из них — на уровне порога запаха для самых чувствительных людей, вторая и третья концентрации — в 2–3 раза больше и меньше пороговой концентрации.

По значению ПДК рабочей зоны и других показателей все химические соединения делят на четыре класса опасности (табл. 4.1).

ЛД-50 — летальная доза, при которой наблюдается гибель половины подопытных животных.

ЛК-50 — летальная концентрация, при которой наблюдается гибель половины подопытных животных.

Таблица 4.1

Классы опасности химических загрязнителей воздуха

Предельные концентрации	Класс опасности			
	Чрезвычайно опасные	Высоко опасные	Умеренно опасные	Малоопасные
	I	II	III	IV
ПДК _{рз} , мг/м ³	< 0,1	0,1–1,0	1,0–10	> 10
ЛД-50, мг/кг, введение внутрь	< 15	15–150	150–5000	> 5000
ЛД-50, мг/л, вдыхание	< 50	50–500	500–2500	> 2500
ЛК-50, мг/л	< 0,5	0,5–5,0	5,0–50	> 50

Существуют также методы экспрессного определения ПДК. Эксперимент над животными проводится в течение месяца. Полученные результаты экстраполируются на более длительный период.

ВДК рассчитывают, используя методы регрессивного анализа. Эти формулы содержат быстро определяемые токсикометрические характеристики и молекулярные массы химических веществ. Например, используют формулу

$$\text{ВДК}_{\text{рз}} = \lg \text{ЛД-50} - 3,1 - \lg M.$$

ПДК атмосферного воздуха определяют с помощью ПДК рабочей зоны или по токсикометрическим характеристикам веществ.

$$\text{ВДК}_{\text{ав}} = 0,62 \text{ ПДК}_{\text{рз}} - 1,77.$$

Существует множество подобных методов, позволяющих получать значения ВДК, близкие к ПДК (табл. 4.2).

Таблица 4.2

ПДК некоторых веществ, мг/м³

Вещество	ПДК _{рз}	ПДК _{мр}	ПДК _{сс}
Шамот	2	0,3	0,1
Диас, кварцит и другие с содержанием SiO ₂ > 70 %	1	0,15	0,05
Вещества с содержанием SiO ₂ < 70 %	2	0,5	0,15
Корунд, глинозем, глина, мел, доломит	6	0,5	0,15
Пыль нетоксичная	10	0,5	0,15
Ртуть Рb (пары)	0,01	—	0,0003
Оксиды Cr в пересчете на Cr ₂ O ₃	0,01	0,015	0,015
V ₂ O ₅	0,1		0,002
СО	10	0,03	0,005
NO ₂	20	5	1
NO	5	0,085	0,04
NH ₃	2	0,2	0,2

При поступлении в воздух рабочей зоны веществ I и II класса опасности на предприятии предусмотрены более строгие санитарные меры по размещению технологического оборудования и выделению чистых зон.

4.5. Эффект суммации и его учет

Некоторые вредные вещества оказывают сходное неблагоприятное влияние на живой организм. В этом случае их воздействие необходимо суммировать. Подобным эффектом обладают, например, диоксид серы и NO₂, ацетон и фенол, SiO₂, CaCO₃·MgCO₃.

Допустим, что воздух содержит ацетон в концентрации 0,345 мг/м³ и фенол 0,009 мг/м³. ПДК составляет для ацетона 0,35 мг/м³, для фенола — 0,1 мг/м³. В каждом отдельном случае санитарные нормы не нарушены, так как концентрации вредных веществ меньше ПДК. Однако поскольку эти вещества обладают эффектом суммации, их концентрации должны суммироваться:

$$S = 0,345 + 0,009 = 0,354, S > \text{ПДК}.$$

В общем случае качество воздуха соответствует нормативам, если

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1,$$

$$\sum \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1,$$

где C₁, C₂, ..., C_n — концентрации веществ, обладающих эффектом суммации.

Выбросы в атмосферу должны ограничиваться таким образом, чтобы концентрация вредных веществ не превышала в воздухе на территории предприятия 30 % от ПДК_{рз}, в воздухе населенных пунктов — не превышала ПДК_{мп}. В воздухе городов с населением больше 10 тыс. человек и в курортных зонах — не более 80 % от ПДК_{мп}. Ограничение на содержание примесей в воздухе на территории предприятия связано с использованием этого воздуха для вентиляции помещений.

При строительстве новых предприятий или при расширении мощностей надо учитывать фоновые концентрации вредных веществ. Если имеется несколько источников выбросов, то требования к качеству воздуха определяются по следующим соотношениям:

— на территории предприятия:

$$\sum_{i=1}^n C_i \leq 0.3 \cdot \text{ПДК}_{\text{рз}} - C_{\text{ф}} ;$$

— для воздуха населённого пункта:

$$\sum_{i=1}^n C_{mi} \leq \text{ПДК}_{\text{мп}} - C_{\text{ф}} ,$$

где C_i — концентрация вредного вещества, выбрасываемого от i -го источника;

C_{mi} — наибольшая концентрация i -го вещества в воздухе населённого пункта от i -го источника;

n — число источников, поступающих в воздушный бассейн данного вредного вещества.

Если в воздухе присутствует несколько веществ, обладающих эффектом суммации, то переходим к безразмерным концентрациям q_i . Тогда требования санитарных норм выполняются, если:

$$\sum_{i=1}^k q_i \leq 1 ,$$

где $q_i = \frac{E_i}{\text{ПДК}_i - C_{\text{ф}i}} ;$

k — количество вредных веществ, обладающих эффектом суммации;

q_i — безразмерная концентрация вредного вещества.

Содержание вредных веществ в воздухе населённых пунктов контролируется органами министерства здравоохранения. При выбросе вредных веществ из дымовой трубы их концентрации могут превышать ПДК в 1000 и более раз. По мере удаления от источника выброса из-за разбавления вредных веществ чистым атмосферным воздухом концентрация примесей снижается. За пределами санитарной зоны предприятия концентрация примесей должна быть меньше ПДК_{ср}. В ряде случаев эти требования не со-

блюдаются, например из-за аварийных выбросов или из-за неблагоприятных метеоусловий. Тем не менее руководство предприятия несёт персональную ответственность за соблюдение санитарных норм качества воздуха над территориями близко расположенных населённых пунктов.

4.6. Парниковый эффект

Парниковый эффект — это потепление климата на нашей планете из-за увеличения содержания в атмосфере парниковых газов (фторхлорметаны, NO_x , CH_4 , CO_2). Молекулы этих газов обладают избирательным характером поглощения электромагнитных волн различной длины. Парниковые газы слабо поглощают прямое коротковолновое солнечное излучение и не пропускают обратное инфракрасное длинноволновое излучение нагретой земной поверхности.

В ядре Солнца протекают термоядерные реакции, связанные с синтезом атомов водорода и гелия. В ходе этих превращений выделяется рентгеновское и гамма-излучение. По мере перехода от ядра Солнца к его поверхности электромагнитные волны многократно трансформируются и покидают Солнце с длиной волны, соответствующей температуре его наружного слоя.

Солнечная радиация поглощается в тропосфере парами воды, молекулами углекислого газа CO_2 , молекулами кислорода O_2 и других веществ, а также аэрозолями и частицами пыли. Наиболее жестокие ультрафиолетовые лучи поглощаются озоновым слоем. В верхние слои атмосферы поступает радиации ~ 1050 кДж/(см²·год), из них 250 кДж/(см²·год) поглощается атмосферой, 450 кДж/(см²·год) поглощается земной поверхностью, 350 кДж/(см²·год) отражается земной поверхностью в космос.

Солнечное излучение, попадающее на Землю, несёт электромагнитную энергию, максимальное значение которой приходится на волны длиной 0,47 мкм. В основном на Землю поступает излучение с длиной волны $\lambda = 0,5\text{--}0,8$ мкм. Молекулы CO_2 имеют максимум поглощения для волн длиной $\lambda = 10$ мкм, поэтому первичное коротковолновое солнечное излучение практически мало поглощается молекулами парниковых газов. Это первичное излучение нагревает земную поверхность. Нагретая поверхность Земли излучает инфракрасные лучи обратно в атмосферу. Нагретая атмосфера возвращает полученную тепловую энергию в нижние слои тропосферы. Теплотери в космос из-за избыточной концентрации парниковых газов сокращаются. Возникает парниковый эффект, регулирующий температуру земной поверхности.

Средняя температура на поверхности нашей планеты на уровне моря в 2010 году составляла 14,17 °С. Повышение температуры вследствие естественного парникового эффекта на Земле составляет +39 °С. Если бы не было парникового эффекта, средняя температура на уровне моря составила бы $14^\circ - 39^\circ = -25^\circ\text{C}$.

Ежегодно в атмосферу планеты с промышленными выбросами поступает около 1 тонны CO_2 в расчете на одного жителя планеты. Содержание CO_2 в прошедшее столетие возросло более чем в 2 раза. За последние 100 лет наибольший вклад в глобальное потепление внесли следующие парниковые газы: CO_2 — 66 %, CH_4 — 18 %, ФХМ — 8 %, NO_x — 3 %, остальные газы — 5 %.

В соответствии с Киотским соглашением к 2010 году выбросы углекислого газа должны были понизиться по сравнению с 1990 г. на 15 %. Однако эти требования не были выполнены.

Отрицательные последствия парникового эффекта

Повышение уровня мирового океана. Причины: таяние материковых и горных ледников, а также тепловое расширение океана. За предыдущие 100 лет уровень мирового океана вырос примерно на 25 см. К 2100 г. повышение уровня океана, по оценкам учёных, достигнет 1,5–2,0 м. Будут затоплены значительные прибрежные территории целого ряда стран.

Положительные последствия парникового эффекта

Вследствие повышения температуры и увеличения концентрации углекислого газа CO_2 активизируется фотосинтез, повышается продуктивность культурных растений. Лабораторные исследования показали, что удвоение концентрации CO_2 повышает урожайность хлопка на 124 %, помидоров — на 40 %, фасоли, гороха — на 43 %, пшеницы и риса — на 20 %. В целом по России урожайность может вырасти на 67 %. Однако негативные последствия парникового эффекта, а именно повышение уровня воды в Мировом океане, отрицательно повлияют на жизнь более 30 стран. Поэтому ООН ведёт активную работу по предотвращению глобального потепления климата.

4.7. Озоновый слой и его изменение

Озоновый слой ослабляет смертоносную ультрафиолетовую солнечную радиацию примерно в 6500 раз. Электромагнитные волны с длиной волны $\lambda < 0,15$ мкм разрушают молекулы живых клеток до ионов, делая невозможной органическую жизнь. Разрушение озонового слоя на 50 % повышает поток радиации в 10 раз.

Озоновый слой располагается в стратосфере, причём концентрация озона относительно невелика. Приведенный к нормальным условиям слой озона имел бы толщину 3 мм. Снижение концентрации озона в стратосфере чрезвычайно опасно. Изменится климат Земли, существенно увеличится число заболеваний раком кожи.

Озоновая дыра впервые была обнаружена над Антарктидой, где она присутствует постоянно. Её площадь около 5 млн м^2 . В последние десятилетия озоновые дыры фиксируются над Сибирью, над Северной Европой и другими территориями.

В конце прошлого столетия была предложена модель разрушения озонового слоя под действием фреонов. Типичными представителями фреонов являются фторхлорметаны. Наиболее значимыми фторхлорметанами являются CFCl_3 и CF_2Cl_2 . Большое количество фреонов поступает непосредственно в тропосферу. Производство фреонов достигает 1,4 млн тонн в год. Ежегодно прирост производства фторхлорметанов доходит до 4 %.

Под действием конвективных потоков молекулы фреонов из тропосферы поступают на границу со стратосферой. Затем в результате медленного диффузионного переноса они проникают в стратосферу. Под действием ультрафиолета Солнца от фреона отщепляется атом хлора, который разрушает молекулу озона.

Основной природный процесс разрушения озона обусловлен каталитическим влиянием оксидов азота. Разрушение озона с участием атомов хлора протекает в несколько раз интенсивнее, чем по циклу с участием оксида азота.

Удаление хлора из стратосферы возможно при его взаимодействии с молекулами метана. Однако эта и другие подобные реакции не способны компенсировать снижение содержания озона в стратосфере из-за поступления молекул фреонов. Добавим, что бромистый метан разрушает озоновый слой в 30–60 раз сильнее указанных выше фторхлоруглеродов.

4.8. Основные загрязнители атмосферного воздуха

Из более чем тысячи примесей воздуха, на которые установлены ПДК, выделяют пять основных: оксиды серы, азота, углерода, углеводорода, твёрдые частицы.

Для большинства промышленных регионов названные примеси составляют по массе 90–98 % от всех примесей воздуха. При этом характерно следующее соотношение их содержания в воздухе (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Содержание примесей воздуха

Примесь воздуха	Содержание, мас. %	ПДК _{мр} , мг/м ³
Оксид углерода CO	≈ 50	5
Оксиды серы	≈ 20	0,5
Твёрдые частицы	≈ 16–20	0,5
Оксиды азота	≈ 6–8	0,085
Углеводороды	≈ 2–5	—

С учётом более высокой токсичности оксидов азота их вклад в загрязнение воздуха оценивается примерно в 30–35 %. После них следуют оксиды серы, оксиды углерода и твёрдые частицы.

К крупным загрязнителям также относят аммиак, сероводород, сульфидную кислоту, фториды, соединения свинца, калия, ртути.

Существенная часть токсичных веществ поступает в атмосферу с продуктами горения топлива. Работы, направленные на снижение выбросов вредных веществ из тепловых агрегатов (дающих более одной трети общего валового выброса), показали, что эти вещества можно классифицировать на две большие группы:

1) вещества, количество которых определяется в основном составом топлива: диоксид серы, летучая зола, токсичные примеси, содержащиеся в золе, соединения ванадия;

2) вещества, образование которых зависит от технологии, в том числе от режима сжигания топлива: оксиды азота, оксид углерода, канцерогенные вещества.

Внедрение средств, контролируемых вредные вещества второй группы, позволяет достичь оптимальных режимов горения и экономить топливо при одновременном снижении выбросов в атмосферу.

4.9. Загрязнение атмосферного воздуха твёрдыми частицами и их воздействие на живые организмы

Основными источниками выбросов твёрдых частиц являются тепловые электростанции, плавильные, обжиговые печи, цементные заводы.

По воздействию на человеческий организм пыль делится на три группы:

1) пыль преимущественно фиброгенного действия, содержащая диоксид кремния;

2) токсичная пыль;

3) нейтральная или нетоксичная пыль, вызывающая чисто механическое действие.

Основными твёрдыми частицами, образующимися при горении, являются зола и сажа.

Зола — нейтральный остаток, образующийся из минеральных примесей топлива при его полном сжигании. Зола используется при производстве некоторых видов бетона, а также как удобрение. Из золы добывают редкие и рассеянные элементы, например германий и галлий.

Сажа — дисперсный продукт чёрного цвета, образующийся при неполном сгорании или термическом разложении углеводородов. Состоит из сферических частиц размером 10–350 нм, сформированных из атомов углерода. Используется как наполнитель при производстве резины, пластмасс.

4.10. Загрязнение воздуха оксидами серы

Это один из основных и трудно поддающихся очистке загрязнителей воздуха. Ежегодно в атмосферу попадает примерно 150 млн тонн оксидов серы. Причём 80% — это продукты горения. Оксиды серы вызывают коррозию

металлов, разрушают строительные конструкции, ведут к гибели хвойных лесов и плодовых деревьев, снижают урожайность сельскохозяйственных культур. Оксиды серы поражают дыхательные пути и лёгочные ткани человека и животных.

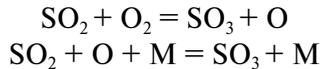
Из всех видов топлив наибольшее количество серы содержится в мазуте (табл. 4.4).

Таблица 4.4

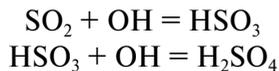
Содержание серы в мазуте

Топливо	Содержание серы, %	Выброс SO ₂ , г/кг
Мазут высокосернистый	3,0	60
Мазут малосернистый	0,5	10

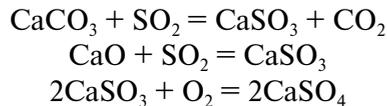
Сернистый ангидрид SO₂ переходит в серный ангидрид по двум основным реакциям:



В воздухе оксиды серы взаимодействуют с влагой и переходят в сернистую и серную кислоты. Как показывают исследования, важную роль в этом переходе играют радикалы OH.



Очистку дымовых газов от оксидов серы проводят в скрубберах. Продукты горения орошаются известковым молоком:



Недостаток этого метода — низкая степень очистки, неполное использование исходных реагентов. В зарубежных странах, а в последнее время и в нашей стране содержание оксидов серы в дымовых газах снижают вдуванием в топку порошка доломита. Степень очистки от оксидов серы в этом случае достигает 90%. Известны и другие методы, например с использованием аммиака NH₃. Главный недостаток всех методов — высокая стоимость очистки.

Основные методы уменьшения концентрации оксидов серы в продуктах горения:

- освоение современных способов улавливания сернистого ангидрида;
- очистка мазута от серы на нефтеперерабатывающих заводах;
- замена твёрдого топлива и высокосернистого мазута природным газом и малосернистым мазутом;
- при особо неблагоприятных метеоусловиях (безветрие, солнечная погода, осадки) применяют кратковременное сжигание малосернистого мазута и газового топлива.

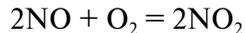
4.11. Оксиды азота

4.11.1. Образование оксидов азота при горении

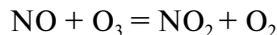
До середины прошлого века на эти вредные примеси не обращали внимания вследствие их малой концентрации. Содержание оксидов азота среди всех загрязнений 6–8 мас. %. Однако из-за высокой токсичности, особенно диоксида азота NO_2 , этот вид загрязнений выходит на первое место.

Оксиды азота образуются в промышленных печах при высоких температурах (1800–2000 °С). Обычно концентрация оксида NO при выходе из дымовой трубы превышает в 1000–20000 раз ПДК. После выхода из дымовой трубы оксид азота переходит в диоксид NO_2 по двум реакциям:

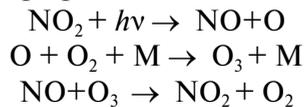
- 1) в корне дымового факела протекает окисление кислородом



- 2) при низких концентрациях окисление идет за счет атмосферного воздуха



Содержание озона в воздухе зависит от времени суток. Больше всего озона возникает в дневные часы из-за воздействия солнечных лучей. Среди множества реакций окисления и разложения оксидов азота под действием солнечного света выделяют три реакции:



Поскольку диоксид азота NO_2 примерно в 7 раз токсичнее оксида NO , нужно знать, как меняется соотношение концентраций этих оксидов в течение суток.

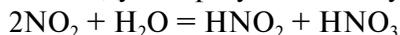
На территориях, не прилегающих к автотрассам, зафиксировано следующее соотношение концентраций NO_2 и NO (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Соотношение концентраций NO_2 и NO

Время суток, ч	8	12	14	16	20	22	24
NO_2/NO	1,5	3,7	3,3	3,2	2,0	1,6	1,3

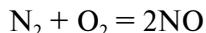
Оксиды азота во влажном воздухе образуют азотистую и азотную кислоты:



Эти кислоты растворяются в каплях атмосферной влаги. Кислые дождевые осадки загрязняют земную поверхность, негативно влияют на растительные и животные организмы. Количество оксидов азота в атмосфере растет быстрее содержания других примесей воздуха. Это связано с интенсивным развитием автотранспорта.

4.11.2. «Термические», «быстрые», «топливные» оксиды азота и условия их образования

Формальная кинетика окисления азота кислородом описывается уравнением



Энергия активации прямой реакции чрезвычайно велика:

$$E_{\text{пр}} = 565 \text{ кДж/моль.}$$

Как следствие, окисление азота атмосферного воздуха возможно только при высоких температурах (табл. 4.6).

Таблица 4.6

Зависимость концентрации азота от температуры

Т, К	300	700	800	1800	2500
C_{NO} , мг/м ³	0,00127	0,38	2,54	4700	31700

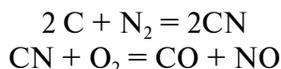
В промышленных печах кислород окисляет в первую очередь молекулы топлива, и лишь при избытке воздуха начинается активное окисление азота. Анализ показывает, что выход оксидов азота возрастает с увеличением коэффициента избытка воздуха до $\alpha = 1,2$.

В практике выработались следующие методы подавления образования термических оксидов азота:

- снижение общего уровня температур;
- снижение максимальных локальных температур;
- уменьшение общего избытка окислителя в допустимых пределах по условиям начала быстрого увеличения концентрации продуктов неполного горения, в частности оксидов углерода.

Необходимо устранить избыток кислорода, т. е. коэффициент α не может быть выше 1,2.

Для получения равновесной концентрации оксидов азота требуется период времени порядка 10^{-2} с. Однако время горения составляет 10^{-4} с. Тем не менее в зоне реакции обнаруживается высокая концентрация NO при температурах около 1000 °С. Это связано с протеканием реакций с участием радикалов:



Энергия активации этих реакций очень маленькая (2–40 кДж/моль). Быстрые оксиды азота образуются во фронте ламинарного пламени при температурах 700–800 °С. Никакими известными методами не удастся снизить концентрацию быстрых оксидов азота в продуктах горения.

Содержание азота в топливном мазуте составляет порядка 0,3–0,5 %. В углях содержание азота — 1,5–2,0 %. При горении топлива этот азот окисляется кислородом. Механизм образования топливных оксидов

азота изучен не полностью. Установлено, в частности, что выход топливных оксидов сильно зависит от концентрации кислорода O_2 в зоне горения.

$$C_{NO}^{топл} = 7 \cdot 10^{-5} \cdot C_{NO}^{max} \cdot (C_{O_2})^2 \cdot (T_{max1025})^{0.33}.$$

Топливные оксиды азота образуются при температурах 1000–1500 °С. Выход этих оксидов быстро возрастает с увеличением коэффициента избытка воздуха.

4.11.3. Методы снижения содержания оксидов азота в продуктах горения

Для уменьшения выхода термических оксидов азота снижают максимальную температуру в зоне горения. Используют рециркуляцию дымовых газов, двухстадийное сжигание топлива, а также впрыскивание воды в зону горения. Выход топливных оксидов азота сильно зависит от избытка воздуха, поэтому для снижения выхода таких оксидов используют двухстадийное сжигание.

Рециркуляция дымовых газов. Дымовые газы при температуре 300–400 °С отбираются перед воздухонагревателем и специальным насосом подаются в топочную камеру. Происходит снижение максимальной температуры в зоне горения, также снижается концентрация реагентов из-за разбавления продуктов горения.

Двухстадийное горение топлива. В первичную зону горения топлива подается воздуха меньше, чем необходимо теоретически: $\alpha_1 = 0,7–0,75$. Происходит снижение концентрации кислорода в ядре факела. Увеличивается длина факела и светимость. Остальное количество кислорода воздуха подается во вторичную зону горения.

При подаче пара в зону горения перестраивается поле температур. Максимальная температура перемещается к корню факела. Однако в целом уровень температуры в печи понижается.

Из всех названных методов наиболее эффективен метод рециркуляции дымовых газов. Если указанными методами не удастся снизить содержание оксида азота до ПДК, используют химические методы очистки. Например, восстановление оксида азота с помощью аммиака. Однако химическая очистка дымовых газов от оксидов азота примерно в 30 раз дороже метода рециркуляции дымовых газов и метода двухступенчатого горения топлива.

4.12. Продукты неполного сгорания топлива

Это одна из наиболее значительных групп токсичных веществ. К этой группе относят углеводороды, альдегиды, оксид углерода и др.

Оксид углерода имеет наибольшее значение. При концентрации оксида углерода порядка 0,01–0,02 % в воздухе отравление организма наступает через несколько часов. При концентрации $CO = 0,2\%$ обморок происходит через 30 мин. Оксид углерода взаимодействует с гемоглобином крови, об-

разуя карбоксигемоглобин. У жителей крупных городов содержание карбоксигемоглобина в крови достигает в среднем 1,5–2,0%. У курящих эта концентрация примерно в два раза больше. Карбоксигемоглобин в присутствии оксида углерода образуется очень интенсивно, так как сродство к СО у гемоглобина примерно в 10 раз выше, чем к кислороду. Содержание СО в воздухе городов решающим образом зависит от количества автомашин. Даже вынужденное увеличение ПДК до 5 мг/м³ в крупных городах часто превышает в 2–3 раза и более.

4.13. Канцерогенные вещества и условия их образования

Канцерогенные вещества попадают в атмосферу с продуктами горения, а также с газовыми выбросами коксохимических предприятий, нефтеперегонных заводов, асфальтовых заводов и др.

Хорошо изучен бензпирен (C₂₀H₁₂). Он образуется при горении и пиролизе угля. ПДК_{сс} для C₂₀H₁₂ = 10⁻⁶ мг/м³.

В продуктах горения топлив концентрация C₂₀H₁₂ превышает ПДК в десятки тысяч раз. Содержание бензпирена и оксида углерода в выхлопах автомобильного двигателя во многом зависит от режима работы (табл. 4.7).

Таблица 4.7

Зависимость содержания бензпирена и СО от режима работы двигателя

Режим работы	СО, об. %	C ₂₀ H ₁₂ , мг/м ³
Холостой ход	2,5–3,0	0,04
Разгон	2,0–5,0	0,10
Равномерное движение	0,5–1,0	0,04
Торможение	до 4,5	0,30

Приведённые концентрации бензпирена на много порядков величины больше предельно допустимых концентраций.

Канцерогенные вещества обнаруживаются в пищевых продуктах, подвергаемых сушке дымовыми газами: тепловая обработка травяной муки, сушка зерна, копчение рыбы и т. д. Для снижения содержания канцерогенных веществ нужно исключить выделение оксидов азота и снизить содержание сажи, т. к. образование бензпирена протекает при их участии.

Бензпирен и другие полициклические углеводороды — главная причина раковых заболеваний в Свердловской области. Основным источником поступления бензпирена в атмосферный воздух являются выхлопные газы автотранспорта.

5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ И ПОЧВЫ

5.1. Контроль и управление качеством воды

В отличие от атмосферного воздуха, вода строго локализована в пространстве. Поэтому загрязнение воды существеннее сказывается на здоровье человека. Задача инженера — не допустить загрязнения водных объектов в процессах водопользования и водопотребления.

Водопользование — использование воды без её изъятия из мест естественной локализации. Водопользование осуществляет в основном рыбное хозяйство, гидроэнергетика, водный транспорт.

Водопотребление — использование воды с изъятием её из мест естественной локализации и возвращением в водные объекты в загрязненном виде. Водопотребление осуществляют сельское хозяйство, промышленность, культурно-бытовое хозяйство.

Предельно допустимая нагрузка на водный объект (ПДН) зависит от способности водоёма к нейтрализации примесей.

Предельно допустимая экологическая нагрузка (ПДЭН) учитывает возможность разрушения экологических систем вредными веществами промышленных сбросов сточных вод.

Возможность сброса какого-либо вещества в водные объекты определяется уравнением

$$C_{\text{доп}}^{\text{max}} = C_{\text{норм}} - C_{\text{сущ}}$$

где $C_{\text{доп}}^{\text{max}}$ — максимально допустимая дополнительная нагрузка на водных объектах;

$C_{\text{норм}}$ — нормативная нагрузка на водные объекты;

$C_{\text{сущ}}$ — существенная нагрузка на водные объекты.

Состав и свойство водных объектов должны соответствовать нормативам в створе, расположенном на водостоках, т. е. в 1 км от ближайшего пункта водопотребления или водопользования. Для рек — это 1 км выше по течению, для озер эти требования должны выполняться по обе стороны от пункта водопотребления.

В условиях городов промышленные предприятия осуществляют сброс сточных вод непосредственно в городской черте. В этом случае предприятие должно или проводить полную очистку сточных вод от вредных примесей до ПДК перед сбросом, или создавать условия для полного разбавления сточных вод непосредственно в месте сброса.

Как и для воздуха, для воды также существует отдельное нормирование качества воды, однако принцип разделения здесь иной.

Выделяют две категории пользования водой:

- использование для целей и нужд населения;
- использование для рыбохозяйственных целей.

К каждой категории водопользования предъявляются свои требования. Например, концентрация такого хлорорганического ядохимиката, как гексахлоран, для воды 1-й категории должна быть не более ПДК = 0,02 мг/л. Для воды 2-й категории ПДК по гексахлорану равно нулю, так как этот ядохимикат имеет способность накапливаться в тканях водных организмов.

Каждому предприятию выделяется лимит как на использование воды, так и на сброс сточных вод. Предельно допустимый сброс (ПДС) задаётся для каждого вредного вещества промышленных стоков.

На промышленном предприятии химические лаборатории определяют концентрацию вредных веществ в сточных водах и рассчитывают количество растворённого кислорода, необходимого для окисления примесей.

ХПК (химическое потребление кислорода) — количество кислорода, необходимого для окисления неорганических примесей.

БХПК (биохимическое потребление кислорода) — количество кислорода, расходуемого на аэробное биохимическое окисление органических соединений.

Запрещается сбрасывать в водные объекты следующие виды сточных вод:

- воды, пригодные для систем оборотного водоснабжения;
- воды с ценными примесями, подлежащими утилизации на данном или другом предприятии;
- воды, содержащие сырьё, реагенты, полуфабрикаты и продукты в количествах, превышающих установленные нормативы;
- воды, которые можно использовать для орошения;
- воды, содержащие примеси, для которых не установлено ПДК.

5.2. Условия спуска сточных вод в водные объекты

Необходимо перед сбросом загрязнённой воды решить следующие задачи:

- 1) определить требуемую степень очистки сточных вод;
- 2) установить необходимую степень разбавления сточных вод;
- 3) спрогнозировать качество воды на заданную перспективу.

Основное уравнение для баланса примесей имеет вид

$$q \cdot C_{\text{ст}} + g \cdot Q \cdot C_{\text{фон}} = (q + g \cdot Q) \cdot C_{\text{пнв}},$$

где $q \cdot C_{\text{ст}}$ — количество примеси в стоках;

$(q + g \cdot Q) \cdot C_{\text{пнв}}$ — сумма примесей после сброса;

q, Q — расход воды в водостоке и расход сточных вод;

g — коэффициент смешения;

$C_{\text{ст}}, C_{\text{фон}}$ — концентрация данного вредного вещества в водостоке и сточных водах;

$C_{\text{пнв}}$ — концентрация вредного вещества перед расчетным пунктом водопользования (в общем случае в одном километре выше по течению).

Если $C_{\text{пнв}} < \text{ПДК}$, то меры по очистке сточных вод достаточны.

5.3. Классификация примесей воды. Очистка сточных вод

В сточных водах все примеси классифицируют по фазово-дисперсному состоянию (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Классификация примесей воды по фазово-дисперсному составу

Группа	Размер частиц, нм	Краткая характеристика примеси
Гетерогенные системы		
I. Взвеси	≥ 100	Суспензии и эмульсии, обуславливающие мутность воды, а также планктон
II. Коллоидные растворы	10–100	Коллоиды и высокомолекулярные соединения, обуславливающие цветность и окисляемость воды
Гомогенные системы		
III. Молекулярные растворы	1–10	Газы, растворенные в воде, органические вещества, придающие воде запахи и привкусы
IV. Ионные растворы	≤ 1	Соли, основания и кислоты, обуславливающие минерализованность, щелочность, кислотность, жесткость воды

При очистке воды от названных примесей используют механические, химические, физико-химические (преимущественные), биологические, термические методы.

Среди перечисленных методов преимущество у физико-химических методов, которые обеспечивают глубокую степень очистки, возможность полной автоматизации, рекуперации различных веществ.

На предприятии перед сбросом сточных вод определяют оптимальные условия очистки по экономическому минимуму. Для этого строят график

зависимости затрат на очистку от концентрации вредных веществ в сточных водах. Учитывают следующие виды затрат:

- затраты на ликвидацию ущерба от загрязнений;
- затраты на процесс очистки;
- суммарные затраты.

По минимуму на кривой суммарных затрат и находят оптимальную концентрацию примесей в сточных водах после заводских очистных сооружений.

Для снижения расхода воды, потребляемой промышленным предприятием, используют системы оборотного водоснабжения. Вода в этой системе должна быть безвредной для персонала, не должна способствовать коррозии и не создавать механических отложений.

5.4. Контроль загрязнения почвы

Почва — важнейший компонент любого биогеоценоза. Физико-химические процессы в почве обусловлены деятельностью почвенных организмов и деятельностью растений. Попадающие в почву чуждые вещества подвергаются сильному метаболизму. В почве всегда присутствуют остатки органики — субстрата для микроорганизмов, в том числе болезнетворных. Микроорганизмы вызывают процессы минерализации и гумификации органики. Почвообразовательная деятельность бактерий — это биологический фактор среды. Уплотнение почвы в населённых пунктах при одновременном поступлении загрязняющих веществ может вызвать анаэробные процессы разложения, связанные с образованием токсичных жидких и дурнопахнущих газообразных веществ. ПДК загрязняющих веществ в почве пока в самом начале разработки. В настоящее время ПДК установлены примерно для 30 вредных веществ, преимущественно ядохимикатов, применяемых для защиты растений от вредителей и болезней.

Почва непосредственно не влияет на здоровье человека. Её неблагоприятное влияние сказывается в тех случаях, когда вредные вещества попадают в сельскохозяйственные растения. Поэтому в практике используют другой показатель — допустимые остаточные количества пестицидов (ДОК) в пахотном слое почвы, пищевых и кормовых продуктах.

Санитарный контроль загрязнения почвы осуществляется в основном органами санэпидслужбы. Эта служба проводит предупредительный санитарный надзор (апробация очистных сооружений), а также текущий санитарный надзор по охране почв, своевременного сбора и удаления промышленных и бытовых отходов, вторичного сырья. Под контролем санитарной службы находится не только сбор, но и транспортировка отходов, согласование мест их захоронения и переработки.

В частности, санэпидслужбы проводят:

- санитарные физико-химические исследования (определение общего и органического азота, кислотности, биохимического потребления кислорода, окисляемости, сухого остатка, сульфатов, хлоридов и т. д.);

- санитарно-энтомологические исследования, включающие учёт численности синантропных мух во всех фазах их развития (взрослые, личинки, куколки) в помещениях, на открытом воздухе, в почвах, отходах. Энтомология — раздел зоологии, изучающий насекомых. Синантропные организмы (греч. *syn* — вместе, *anthropos* — человек) — животные, растения, микроорганизмы, связанные в разной степени с человеком (комнатная муха, домовая мышь и др.);

- санитарно-гельминтологические исследования в целях определения яиц гельминтов, паразитирующих в органах человека, в местах, часто посещаемых населением. Гельминты — глисты, черви, паразитирующие в различных органах и тканях человека, животных, растений;

- санитарно-бактериологические исследования. Прежде всего определяют присутствие бактерий кишечной группы. Специально анализируют присутствие представителей дизентерийной и тифозной групп, возбудителей некоторых других заболеваний.

Каждая группа исследований связана с установлением определённых показателей. Почва как биокосное тело одновременно состоит из живых и косных тел. Почва как ресурс относится к группе исчерпаемых относительно возобновимых природных ресурсов. Влияние плодородия почвы на продуктивность растений относится к абиотическим факторам. Способ очищения почвы от тяжёлых металлов выращиванием растений-поглотителей (горчицы, редьки, кукурузы и др.) называется фитоочищением. Наиболее эффективной, экологичной и современной технологией очистки почвы от загрязнения нефтью является бактериальный препарат «Путидойл».

6. УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЕЙ БИОСФЕРЫ

6.1. Мониторинг окружающей среды

Переход биосферы в ноосферу подразумевает управление как развитием общества, так и изменениями в окружающей среде. Необходимо наладить контроль параметров, отражающих изменения качества среды, научиться прогнозировать эти изменения. Мониторинг (лат. *монитор* — вперёдсмотрящий) — это система наблюдения за изменениями состояния окружающей среды, вызванными антропогенными и природными причинами, которая позволяет прогнозировать развитие этих изменений.

Уровни мониторинга:

- 1) глобальный биосферный мониторинг, проводящийся на основе международного сотрудничества;
- 2) национальный мониторинг, действующий в пределах одного государства;
- 3) региональный мониторинг, действующий в пределах отдельных районов, интенсивно осваиваемых народным хозяйством;
- 4) локальный мониторинг, учитывающий изменения среды в пределах промышленного центра или на отдельном предприятии.

Система наземного мониторинга включает три блока:

- биологический (санитарный);
- геосистемный (хозяйственный);
- биосферный (глобальный).

6.2. Санитарно-защитные зоны промышленных предприятий и производств

Промышленные технологические процессы сопровождаются, как правило, выделением различных вредных веществ. Поэтому непосредственно за территорией предприятия концентрации вредных веществ обычно превышают ПДК_{сс}. Эта зона превышения концентрации ПДК_{сс} и является

санитарно-защитной зоной предприятия. Размеры санитарно-защитной зоны зависят от вида производства, мощности предприятия и регламентируются Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий.

6.2.1. Выдержки из Санитарных норм проектирования промышленных предприятий

1. В проектах предприятий и отдельных производств следует предусматривать технологические процессы и производственное оборудование, при которых должны отсутствовать или быть минимальными:

— выделения в воздух помещений, в атмосферу и в сточные воды вредных или неприятно пахнущих веществ, а также выделения тепла и влаги в рабочие помещения;

— шум, вибрация, ультразвук, электромагнитные волны радиочастот, статическое электричество и ионизирующие излучения.

2. При разработке технологической части проектов предприятий следует предусматривать:

— замену вредных веществ в производстве безвредными или менее вредными, сухих способов переработки пылящих материалов — мокрыми;

— замену процессов и технологических операций, связанных с возникновением шума, вибраций и других вредных факторов, процессами или операциями, при которых отсутствует или уменьшается интенсивность этих факторов;

— замену пламенного нагрева электрическим, твёрдого и жидкого топлива газообразным:

— герметизацию и максимальное уплотнение стыков и соединений в технологическом оборудовании и трубопроводах для предотвращения выделения вредностей в процессе производства;

— укрытие механического транспорта, а также применение гидро- и пневмотранспорта при транспортировке пылящих материалов;

— рекуперацию вредных веществ и очистку от них технологических выбросов;

— использование процессов, при которых максимально сокращается количество сточных вод.

Примечание. Расчёт возможного загрязнения атмосферы и водоёмов вредными веществами, содержащимися в технологических выбросах, и акустические расчёты должны входить в состав технологической части проекта предприятия.

В проекте следует предусматривать комплекс мероприятий, при выполнении которых в период эксплуатации обеспечиваются принятые в расчётах условия выброса вредных веществ. Необходимость применения устройств для измерения и постоянной регистрации количества поступающих в ат-

мосферу и водоёмы вредных веществ и устройств для регулирования величины выброса за счёт интенсификации очистки, изменения технологического режима производства или других мер определяется специальными указаниями Госстроя РФ, согласованными со здравоохранительными органами.

3. Предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющимися источниками выделения в окружающую среду вредных и неприятно пахнущих веществ, а также источниками повышенных уровней шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений, следует отделять от жилой застройки санитарно-защитными зонами.

4. Размер санитарно-защитной зоны до границы жилой застройки следует устанавливать:

— для предприятий с технологическими процессами, являющимися источниками загрязнения атмосферного воздуха вредными и неприятно пахнущими веществами, — непосредственно от источников загрязнения атмосферы сосредоточенными выбросами (через трубы, шахты) или рассредоточенными выбросами (через фонари зданий и др.), а также от мест разгрузки сырья или открытых складов;

— для предприятий с технологическими процессами, являющимися источниками шума, вибрации, электромагнитных волн радиочастот и других вредных факторов, поступающих во внешнюю среду, — от зданий, сооружений и площадок, где установлено производственное оборудование (агрегаты, механизмы), создающие эти вредные факторы;

— для тепловых электрических станций, производственных и отопительных котельных — от дымовых труб.

5. Предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющимися источниками выделений в атмосферу вредных и неприятно пахнущих веществ, а также источниками внешнего шума выше установленных нормами уровней для жилой застройки, не следует размещать с наветренной стороны для ветров преобладающего направления по отношению к жилой застройке.

Размещение предприятий с технологическими процессами, не выделяющими в атмосферу производственных вредностей, с процессами, не создающими уровней внешнего шума и других вредных факторов, превышающих установленные нормами для жилой застройки и не требующих железнодорожных подъездных путей, допускается в пределах жилых районов.

Площадки для строительства предприятий должны выбираться с учётом аэроклиматической характеристики и рельефа местности, прямого солнечного облучения и естественного проветривания, а также с учётом условий рассеивания в атмосфере производственных выбросов и условий туманообразования.

6. Для предприятий, их отдельных зданий и сооружений с технологическими процессами, являющимися источниками производственных вредностей, в зависимости от мощности, условий осуществления технологического процесса, характера и количества выделяемых в окружающую среду вредных и неприятно пахнущих веществ, создаваемого шума, вибраций, электромагнитных волн радиочастот, ультразвука и других вредных факторов, а также с учётом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на окружающую среду и с учётом настоящих норм в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов, устанавливаются следующие размеры (м) санитарно-защитных зон для предприятий: класса I — 1000; II — 500; III — 300; IV — 100; V — 50.

Санитарная классификация предприятий, производств и объектов с технологическими процессами, являющимися источниками выделения в окружающую среду указанных выше производственных вредностей, и размеры санитарно-защитных зон для них устанавливаются на основании действующих СНиПов.

Примечание. При реконструкции предприятий, расположенных в черте населённых пунктов, размеры санитарно-защитных зон для них следует устанавливать по совместному решению Минздрава и Госстроя РФ.

7. Санитарно-защитная зона для предприятий и объектов может быть увеличена при необходимости и надлежащем технико-экономическом и гигиеническом обосновании, но не более чем в 3 раза по совместному решению Главного санитарно-эпидемиологического управления Минздрава и Госстроя РФ, например:

- в зависимости от эффективности предусмотренных или возможных для осуществления методов очистки выбросов в атмосферу;
- в случае отсутствия способов очистки выбросов;
- при необходимости размещения жилой застройки с подветренной стороны по отношению к предприятию в зоне возможного загрязнения атмосферы;
- в зависимости от розы ветров и других неблагоприятных местных условий (например, частые штили и туманы);
- если невозможно снизить поступающие в окружающую среду шум, вибрацию, электромагнитные волны радиочастот и другие вредные факторы до пределов, установленных нормами;
- при строительстве новых, ещё недостаточно изученных, вредных в санитарном отношении производств.

8. Размеры санитарно-защитных зон для отдельных групп или комплексов крупных предприятий I и II классов химической, нефтеперерабатывающей, металлургической, машиностроительной и других отраслей промышленности и тепловых электрических станций с выбросами, могущими создавать большие концентрации различных вредных веществ в атмосфере-

ном воздухе, создавать шум, вибрацию, электромагнитные волны радиочастот или другие вредные факторы и оказывать особо неблагоприятное влияние на здоровье и санитарно-гигиенические условия жизни населения, устанавливаются в каждом конкретном случае по совместному решению Главного санитарно-эпидемиологического управления Минздрава и Госстроя РФ.

9. Размер санитарно-защитной зоны для предприятий, зданий и сооружений, в которых производятся работы с применением радиоактивных веществ, устанавливается в соответствии с санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений, утверждёнными в установленном порядке.

10. Размеры санитарно-защитной зоны могут быть уменьшены:

— если в результате расчёта рассеивания в атмосфере вредных веществ, остающихся после очистки выбросов, совершенствования технологических процессов производства и других мероприятий, будет установлено, что содержание вредных веществ в атмосферном воздухе населённых пунктов не превышает указанных в действующих СНиПах и (или) ТУ;

— если в результате акустического расчёта будет определено, что уровни шума в пределах жилой застройки не превышают установленных в действующих СНиПах и (или) ТУ;

— если в пределах жилой застройки уровни вибрации, ультразвука, электромагнитных волн радиочастот статического электричества и ионизирующих излучений не будут превышать установленных в действующих СНиПах и (или) ТУ.

Примечания: 1) расчёты рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в технологических выбросах, а также акустические расчёты следует производить в соответствии с нормативными документами, утверждёнными или согласованными в установленном порядке;

2) определение размера санитарно-защитной зоны по расчёту рассеивания в атмосфере вредных веществ надлежит производить с учётом суммарного загрязнения наружного воздуха как технологическими и вентиляционными выбросами, так и существующими (фоновыми) загрязнениями;

3) существующие (фоновые) загрязнения атмосферного воздуха в районах предполагаемого строительства или реконструкции предприятия устанавливаются местными органами санитарно-эпидемиологической службы и гидрометеорологической службы и представляются проектным организациям для учёта при определении санитарно-защитных зон для предприятий.

11. Санитарно-защитная зона или какая-либо её часть не могут рассматриваться как резервная территория предприятий и использоваться для расширения промышленной площадки.

12. Возможность использования земель, отведённых под санитарно-защитные зоны для сельскохозяйственного производства (выращивания

сельскохозяйственных культур, пастбищ для скота и сенокоса), следует определять с учётом характера и количества вредных веществ, содержащихся в производственных выбросах и попадающих в санитарно-защитные зоны, по согласованию с местными органами администрации и Минсельхозом РФ и при необходимости — с органами санитарно-эпидемиологической службы.

13. Территория санитарно-защитной зоны должна быть благоустроена и озеленена по проекту, разрабатываемому одновременно с проектом строительства или реконструкции предприятия. Проект благоустройства и выбор пород зелёных насаждений следует составлять в соответствии с требованиями главы СНиПа по проектированию генеральных планов промышленных предприятий.

При проектировании благоустройства санитарно-защитной зоны необходимо сохранять существующие зелёные насаждения. Со стороны селитебной территории надлежит предусматривать полосу древесно-кустарниковых насаждений шириной не менее 50 м, а при ширине зоны до 100 м — не менее 20 м.

14. В санитарно-защитной зоне допускается размещать:

— предприятия, их отдельные здания и сооружения с производствами меньшего класса вредности, чем производство, для которого установлена санитарно-защитная зона, при условии, что выделяемые вредности — аналогичного характера;

— пожарные депо, бани, прачечные, гаражи, склады (кроме общественных и специализированных продовольственных), здания управлений, конструкторских бюро, для учебных занятий, магазины, предприятия общественного питания, поликлиники, научно-исследовательские лаборатории, связанные с обслуживанием данного и прилегающих предприятий;

— помещения для дежурного аварийного персонала и охраны предприятий по установленному списочному составу, стоянки для общественного и индивидуального транспорта, местные и транзитные коммуникации, ЛЭП, электростанции, нефте- и газопроводы, артезианские скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения, сооружения для подготовки технической воды, водопроводные и канализационные насосные станции, сооружения оборотного водоснабжения, подземные резервуары, питомники растений для озеленения предприятия и санитарно-защитной зоны.

Примечания: 1) размещение объектов, указанных в п. 13, следует предусматривать с соблюдением требований, которые установлены для этих объектов в нормативных документах;

2) на территории санитарно-защитной зоны не допускается размещать предприятия, производственные здания и сооружения в тех случаях, когда производственные вредности, выделяемые одним из предприятий, мо-

гут оказывать вредное воздействие на здоровье трудящихся или привести к порче материалов, оборудования и готовой продукции другого предприятия, а также когда это приводит к концентрации вредности в зоне жилой застройки выше допустимой, установленной в настоящих нормах;

3) размещение спортивных сооружений, парков, детских учреждений, школ, лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений общего пользования на территории санитарно-защитной зоны не допускается.

При организации новых производств и технологических процессов, не имеющих аналогов и не включенных в классификацию, размер санитарно-защитной зоны должен устанавливаться в каждом конкретном случае по согласованию с Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Минздрава и Госстроем РФ.

Санитарно-защитные зоны для складских зданий и сооружений следует устанавливать в соответствии с действующими нормативными документами по проектированию складских зданий и сооружений различного назначения, утвержденными или согласованными с Госстроем РФ.

6.2.2. Размеры санитарно-защитных зон

Предприятия по добыче руд и нерудных ископаемых

Класс I

(Санитарно-защитная зона размером 1000 м)

1. Предприятия по добыче нефти при выбросе сероводорода от 0,5 до 1,0 т/сут, а также с большим содержанием летучих углеводородов.
2. Предприятия по добыче свинцовых руд, ртути, мышьяка, марганца.
3. Предприятия по добыче природного газа.

Класс II

(Санитарно-защитная зона размером 500 м)

1. Предприятия по добыче фосфоритов, апатитов, колчеданов без химической обработки.
2. Предприятия по добыче горючих сланцев.
3. Предприятия по добыче каменного, бурого и других углей.
4. Предприятия по добыче железных и полиметаллических руд (за исключением свинцовых, ртути, мышьяка и марганца и горных пород VII–XI категорий открытой разработкой).

Класс III

(Санитарно-защитная зона размером 300 м)

1. Предприятия по добыче нефти при выбросе сероводорода до 0,5 т/сут с малым содержанием летучих углеводородов.
2. Предприятия по добыче горных пород VI–VII категорий: доломитов, магнезитов, асбеста, гудронов, асфальта открытой разработкой.
3. Предприятия по добыче металлоидов открытым способом.

4. Производство брикетов из мелкого торфа и угля.
5. Гидрошахты и обогатительные фабрики с мокрым процессом обогащения.

Класс IV

(Санитарно-защитная зона размером 100 м)

1. Предприятия по добыче каменной поваренной соли.
2. Предприятия по добыче торфа фрезерным способом.
3. Предприятия по добыче руд металлов и металлоидов шахтным способом, за исключением свинцовых руд, ртути, мышьяка и марганца.

Производства строительной промышленности

Класс I

(Санитарно-защитная зона размером 1000 м)

1. Производство портландцемента, шлакопортландцемента и пуццоланового цемента более 150 000 т/год.
2. Производство магнезита, доломита и шамота с обжигом в шахтных, вращающихся и других печах.

Класс II

(Санитарно-защитная зона размером 500 м)

1. Производство гипса (алебастра).
2. Производство асбеста.
3. Производство извести (известковые заводы с шахтными и вращающимися печами).
4. Производство портландцемента, шлакопортландцемента и т. д. до 150 тыс. т/год.
5. Производство асфальтобетона на нестационарных заводах.

Класс III

(Санитарно-защитная зона размером 300 м)

1. Производство искусственных заполнителей (керамзита и др.).
2. Производство стеклянной ваты и шлаковой шерсти.
3. Производство местных цементов (глинитцемента, романцемента, гипсошлакового и др.) до 5000 т/год.
4. Производство толя и рубероида.
5. Производство асфальтобетона на стационарных заводах.

Класс IV

(Санитарно-защитная зона размером 100 м)

1. Производство искусственных камней и бетонных изделий.
2. Элеваторы цементов и других пылящих строительных материалов.
3. Производство строительных материалов из отходов ТЭЦ.
4. Производство асбестоцементных изделий.
5. Производство полимерных строительных материалов.
6. Производство фарфоровых и фаянсовых изделий.

7. Производство красного и силикатного кирпича.
8. Производство керамических и огнеупорных изделий и мергелей.
9. Камнелитейные производства.
10. Производство стекла.

Класс V

(Санитарно-защитная зона размером 50 м)

1. Предприятия по добыче камня невзрывным способом и предприятия по обработке естественных камней.
2. Производство гипсовых изделий.
3. Производство камышита, солоμίта, дифферента, фибролита и т. д.
4. Производство глиняных изделий.

*Металлургические, машиностроительные,
металлообработывающие предприятия и производства*

Класс I

(Санитарно-защитная зона размером 1000 м)

1. Предприятия по вторичной переработке цветных металлов (меди, свинца, цинка и др.) более 3000 т/год.
2. Производство по выжигу кокса.
3. Производство по выплавке чугуна при общем объёме доменных печей более 1500 м³.
4. Комбинаты черной металлургии с полным металлургическим циклом мощностью более 1 млн т/год чугуна и стали.
5. Производство стали мартеновским и конверторным способами с цехами по переработке отходов (размол томасшлака и т. п.) при выпуске основной продукции от 1 млн т/год и более.
6. Производство по выплавке цветных металлов непосредственно из руд и концентратов (в том числе свинца, олова, меди, никеля).
7. Производство алюминия способом электролиза расплавленных солей алюминия (глинозёма).
8. Производство по выплавке спецчугунов; производство ферросплавов.
9. Предприятия по агломерированию руд черных и цветных металлов и пиритных огарков.
10. Производство глинозёма (оксида алюминия).
11. Производство чугуна фасонного литья более 100000 т/год.

Класс II

(Санитарно-защитная зона размером 500 м)

1. Производство магнезии (всеми способами, кроме хлоридного).
2. Производство цветных металлов более 2000 т/год.
3. Предприятия по вторичной переработке цветных металлов (меди, свинца, цинка и др.) от 2000 до 3000 т/год.

4. Производство по выплавке чугуна при общем объёме доменных печей от 500 до 1500 м³.

5. Комбинаты чёрной металлургии с полным металлургическим циклом мощностью 1 млн т/год чугуна и стали.

6. Производство стали мартеновским, электроплавильным и конверторным способами с цехами по переработке отходов (размол томасшлака и т. п.) при выпуске основной продукции до 1 млн т/год.

7. Производство свинцовых аккумуляторов.

8. Производство по размолу томасшлака.

9. Производство сурьмы пирометаллургическим способом.

10. Производство чугунного фасонного литья более 20000–100000 т/год.

11. Производство цинка, меди, никеля, кобальта способом электролиза водных растворов.

Класс III

(Санитарно-защитная зона размером 300 м)

1. Производство по обогащению металлов без горячей обработки.

2. Производство кабеля освинцованного или с резиновой изоляцией.

3. Производство чугунного фасонного литья от 10 000 до 20 000 т/год.

4. Предприятия по вторичной переработке цветных металлов (меди, свинца, цинка и др.) до 1000 т/год.

5. Производство цветных металлов от 100 до 2000 т/год.

6. Производство ртути и приборов с ртутью (ртутных выпрямителей, термометров, ламп и т. д.).

7. Производство по выплавке чугуна при общем объёме доменных печей менее 500 м³.

8. Производство фасонного цветного литья под давлением мощностью 10 000 т в год (9500 т литья под давлением из алюминиевых сплавов и 500 т литья из цинковых сплавов).

9. Производство металлических электродов (с использованием марганца).

Класс IV

(Санитарно-защитная зона размером 100 м)

1. Производство машин и приборов электротехнической промышленности (динамомашин, конденсаторов, трансформаторов, прожекторов и т. д.).

2. Производство кабеля голого.

3. Производство котлов.

4. Производство металлических электродов.

5. Предприятия металлообрабатывающей промышленности с чугунным, стальным (в количестве до 10000 т/год) и цветным (до 100 т/год) литьём.

6. Производство сурьмы электролитическим способом.

7. Шрифтолитейные заводы (при возможных выбросах свинца в атмосферу).

Класс V

(Санитарно-защитная зона размером 50 м)

1. Предприятия металлообрабатывающей промышленности с термической обработкой без литейных цехов.
2. Производство щелочных аккумуляторов.
3. Шрифтолитейные заводы.
4. Производство приборов для электрической промышленности (электроламп, фонарей и т. д.) при отсутствии литейных цехов и без применения ртути.
5. Производство твёрдых сплавов и тугоплавких металлов при отсутствии цехов химической обработки руд.
6. Типографии.

Тепловые электростанции и котельные

Санитарно-защитные зоны для тепловых электростанций и котельных следует определять по расчёту рассеивания в атмосфере содержащихся в выбросах вредных веществ на основании нормативных документов, утверждённых в установленном порядке.

Для санитарно-технических сооружений и установок коммунального назначения санитарно-защитные зоны следует устанавливать в зависимости от их санитарной классификации и мощности.

Санитарно-технические сооружения и установки коммунального назначения

Класс I

(Санитарно-защитная зона размером 1000 м)

1. Контролируемые неусовершенствованные свалки для нечистот и жидких хозяйственных отходов органического происхождения и твёрдых гниющих отходов.
2. Поля захоронения и поля ассенизации.

Класс II

(Санитарно-защитная зона размером 500 м)

1. Скотомогильники с захоронением в ямах.
2. Утильзаводы для ликвидации трупов животных и конфискатов.
3. Мусоросжигательные и мусороперерабатывающие заводы центральные.
4. Усовершенствованные свалки для твёрдых отходов.
5. Участки компостирования твёрдых отходов и нечистот населённого пункта центральные.

Класс III

(Санитарно-защитная зона размером 300 м)

1. Кладбища.
2. Мусоросжигательные и мусоросортировочные заводы районного назначения.

3. Центральные базы по сбору утильсырья.
4. Скотомогильники с биологическими камерами.
5. Сливные станции.
6. Участки для парников, теплиц с использованием мусора.
7. Компостирование мусора без навоза и фекалий.

Класс IV

(Санитарно-защитная зона размером 100 м)

1. Базы районного назначения для сбора утильсырья.
2. Механизированные транспортные парки по очистке городов.
3. Склады временного хранения утильсырья без его переработки.
4. Предприятия по обслуживанию автомобилей (грузовые автомобили, а также автобусы городского транспорта).

Класс V

(Санитарно-защитная зона размером 50 м)

Предприятия по обслуживанию автомобилей (легковые автомобили, кроме принадлежащих гражданам, и автобусы, кроме автобусов городского транспорта).

6.2.3. Определение границ санитарно-защитной зоны для промышленных предприятий или объектов

1. Размеры санитарно-защитных зон l_0 (м), установленные Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий, как и возможные отступления от этих размеров в проектах, должны подтверждаться расчётом в соответствии с нормативными требованиями.

2. Полученный по расчёту размер санитарно-защитной зоны l должен уточняться как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения в зависимости от розы ветров района расположения предприятия или объектов по формуле

$$l = L_0 \cdot (P/P_0),$$

где L_0 — расчётное расстояние (м) от источника загрязнения до границы санитарно-защитной зоны без учёта поправки на розу ветров, до которого концентрации вредных веществ больше ПДК;

P — среднегодовая повторяемость направлений ветров рассматриваемого румба, %;

P_0 — повторяемость направлений ветров одного румба при круговой розе ветров (например, при восьмирумбовой розе ветров $P_0 = 100/8 = 12,5\%$).

3. Если в соответствии с принятыми в проекте техническими решениями и расчётами рассеивания в атмосфере вредных веществ размер санитарно-защитной зоны для предприятия получается больше установленного в Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий, то необходимо пересмотреть проект предприятия и обеспечить снижение выбросов в атмосферу или увеличить высоту выброса, чтобы обеспечить требования норм по чистоте воздушного бассейна в зоне жилой застройки.

Если отсутствуют технические возможности обеспечить требуемый размер санитарно-защитной зоны, установленный в Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий, то l определяется расчётом и принимается в соответствии с требованиями санитарных норм.

4. Размер санитарно-защитных зон должен приниматься на основе расчёта загрязнения воздуха от первой очереди строительства предприятия (если очерёдность установлена).

Кроме санитарно-защитных зон первой очереди строительства, в проекте необходимо устанавливать предварительный размер санитарно-защитных зон от источников вредных выбросов при возможном перспективном развитии проектируемого и соседних предприятий до границы района новой капитальной застройки. Существующая застройка, расположенная за пределами санитарно-защитной зоны первой очереди строительства, не должна включаться в план расселения.

6.3. Экологический паспорт предприятия

Одним из инструментов государственного регулирования воздействия производства на окружающую среду является система паспортизации объектов, служащих источниками загрязнения. Эта система стала рычагом стабилизации и последующего улучшения экологического состояния окружающей среды на территории России.

Экологическая паспортизация промышленных предприятий началась на основании Постановления Совета Министров РСФСР от 16 марта 1990 г. № 93. Она проводится в соответствии с ГОСТ 17.0.0.04–90 «Паспорт промышленного предприятия. Основные положения», утверждённым 30 января 1990 г., и соответствующими методическими рекомендациями Госкомэкологии РФ. Экологический паспорт промышленного предприятия — нормативно-технический документ, включающий данные по использованию предприятием природных и вторичных ресурсов и определению влияния производства на природную среду.

Содержание экологического паспорта. Экологический паспорт предприятия включает в себя нижеследующие разделы.

1. Общие сведения о предприятии и его реквизиты.
2. Краткая природно-климатическая характеристика района расположения предприятия.
3. Описание технологии производства и сведения о продукции.
4. Балансовая схема материальных потоков.
5. Сведения об использовании земли.
6. Характеристика сырья, материальных и энергоресурсов.
7. Анализ выбросов в атмосферу.
8. Характеристика водопотребления и водоотведения.
9. Данные об отходах.

10. Сведения о рекультивации нарушенных земель.
11. Сведения о транспорте предприятия.
12. Характеристика экологической деятельности предприятия.

В экологическом паспорте отражаются сведения о влиянии на окружающую среду применяемых на предприятии технологий, приводятся количественные и качественные характеристики используемых ресурсов: сырья, топлива, энергии (т. е. того, что предприятие потребляет), количественные характеристики выпускаемой продукции, количественные и качественные характеристики выбросов (сбросов, отходов) загрязняющих веществ от предприятия. Эта информация содержится как в описательной, так и в табличных частях, причём табличные данные преобладают. Паспорт состоит из 19 приложений, каждое из которых характеризует определённое направление природоохранной деятельности.

После составления паспорта его утверждает главный инженер. Затем проводится его согласование в местных органах Минприроды России. Ежегодно паспорт уточняется и пересогласовывается. Для составления экологического паспорта используется технологическая документация, показатели работы очистных установок, данные анализа воздушных и водных сред. Этих данных обычно оказывается недостаточно, поэтому работа по составлению экологического паспорта требует детального рассмотрения всего комплекса природоохранных вопросов. Часто эту работу предприятие не может выполнить собственными силами и привлекает специализированные организации.

Как и общегражданский, экологический паспорт содержит общие сведения о предприятии, но эти сведения имеют экологическую направленность. Указывается:

- взаимное расположение данного предприятия с граничащими объектами, карта-схема с нанесёнными на неё источниками загрязнения атмосферы и поверхностных вод, местами забора воды (водозаборами), складирования отходов;
- границы санитарно-защитной зоны (площадь от территории предприятия до ближайшей застройки), жилых массивов, лесов, сельскохозяйственных угодий, транспортных магистралей, зон отдыха, рекреаций (территорий заповедников, музеев, памятников архитектуры), постов наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха предприятием и сбросом сточных вод в водные объекты, стационарных постов природоохранных органов России;
- краткая природно-климатическая характеристика района расположения предприятия: метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере.

Эти сведения необходимы для установления нормативов возможных выбросов вредных веществ в атмосферу, так называемых предельно допустимых выбросов (ПДВ). Дело в том, что предприятие может выбрасывать очень незначительное количество вредных веществ, но в данном районе такие же небольшие количества этих же вредных веществ могут выбрасывать другой, третий объекты. Тогда нагрузка на природную среду может оказаться существенной. Поэтому территориальные органы Госкомприроды, обладая данными о выбросах всех предприятий данной местности, имея экспериментальные данные о наличии в воздушном бассейне загрязняющих веществ и о движении воздушных потоков, устанавливают каждому предприятию норму выброса в атмосферу того или иного загрязняющего вещества. Такие расчёты выполняются с использованием специальных стандартных программ, утверждённых Минприроды РФ.

В паспорте приводится характеристика источников водоснабжения и приёмников сточных вод, местоположение водного объекта, минимальный среднемесячный расход воды в реке, показатели воды выше и ниже выпуска или забора воды. Эти данные затем используются для разработки проекта предельно-допустимого сброса (ПДС).

Как было указано выше, качество окружающей среды прямо связано с технологическим процессом, поэтому в экологическом паспорте приводятся краткая характеристика производства, данные об объёме выпускаемой продукции, технологические схемы с указанием вида исходного сырья и промежуточных продуктов.

Сведения об использовании земельных ресурсов включают характеристику использования земли под здания и сооружения, склады, дороги, хранилища и свалки твёрдых отходов, накопители сточных вод, санитарно-защитные зоны.

В экологическом паспорте приводятся данные о составе и расходе сырья, вспомогательных материалов и энергоресурсов по видам продукции. Данные по расходу материала должны быть увязаны с балансовой схемой материальных потоков. Расход энергоресурсов даётся с расшифровкой: расход электроэнергии, газа, мазута, угля и других видов топлива.

Обширной является характеристика выбросов в атмосферу. Для их оценки предварительно проводится инвентаризация всех источников выделения и загрязнения атмосферы, как организованных, так и неорганизованных. Источник загрязнения атмосферы — это объект, от которого загрязняющее вещество поступает в атмосферу. Источник выделения — это объект, в котором образуются загрязняющие вещества (технологическая установка, склад сырья или продукции). Загрязняющие вещества от источника выделения могут поступать в атмосферу либо через специальные газоотводные устройства (дымовая труба, вентиляционная шахта) — организованные источники загрязнения, либо непосредственно в атмосферу — в этом случае источник

выделения становится неорганизованным (ёмкости для хранения топлива, площадки складирования отходов). Если источник выделения оснащён газоочистительной установкой (ГОУ), то приводятся подробные сведения о её работе.

В экологическом паспорте даётся развёрнутая характеристика водопотребления, водоотведения и очистки сточных вод. Эти данные используются для учёта объёмов воды (забранной из природных источников, полученной от других водопользователей), использованной на предприятии. К ним прилагается балансовая схема водопотребления и водоотведения с указанием часовых расходов воды на каждом производстве, в том числе потери.

Значение экологического паспорта. Данные экологического паспорта увязаны с другими видами отчётности, в частности в нём приводятся сведения статистической отчётности по всем загрязняющим веществам:

- их наименование;
- количество;
- направляются ли они на очистку или выбрасываются в окружающую среду;
- объём уловленных и обезвреженных веществ;
- количество загрязняющих соединений, возвращённых в производство или используемых для получения товарного продукта;
- значения разрешённого выброса или сброса и сравнение его с количествами выбрасываемых загрязняющих веществ.

В экологическом паспорте находит отражение характеристика отходов, образующихся на предприятии:

- их количество;
- состав;
- свойства;
- места их складирования;
- методы утилизации и обезвреживания.

Каждое предприятие имеет свой транспорт, в экологическом паспорте отражается его влияние на окружающую среду.

В заключительной части должен присутствовать расчёт платы за выбросы, сбросы, размещение отходов загрязняющих веществ отдельно в пределах установленных лимитов допустимых выбросов и превышающих их.

В 1990 г., когда был утверждён стандарт, предприятия активно включились в работу по составлению экологического паспорта. Полезной эта работа оказалась уже в том плане, что в результате была проведена инвентаризация всей природоохранной деятельности предприятия. Информация, содержащаяся в экологическом паспорте, использовалась для решения следующих природоохранных задач:

- 1) оценки влияния выбросов (сбросов, отходов) загрязняющих веществ и выпускаемой продукции на окружающую среду и здоровье населения и определения платы за природопользование;

- 2) установления предприятию предельно допустимых норм выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую среду;
- 3) планирования предприятием природоохранных мероприятий и оценки их эффективности;
- 4) экспертизы проектов реконструкции предприятия;
- 5) контроля за соблюдением предприятием законодательства в области охраны природной среды;
- 6) повышения эффективности использования природных и материальных ресурсов, энергии и вторичных ресурсов.

В ходе работы по составлению экологического паспорта сотрудники природоохранных служб предприятий повысили свою квалификацию. Органы власти и комитеты по охране природы получили обширную информацию об источниках загрязнений. Эта информация была представлена в виде, удобном для проведения сравнительного анализа природоохранной деятельности предприятий, и легла в основу формирования экологической политики на местном уровне, в регионах, государстве в целом.

К сожалению, экологический паспорт не стал основным документом предприятия, характеризующим его взаимодействие с природой. Он не позволяет определить причины негативного воздействия на окружающую среду, не позволяет соотнести технологические параметры используемых технологий и выпускаемой продукции с аналогами в мировой практике. Экологический паспорт не имеет своего чётко обозначенного пользователя. Не определено его место в системе социально-экономических отношений как внутри предприятия, так и во взаимодействии с другими субъектами хозяйственной деятельности и органами власти.

Статус экологического паспорта не закреплён в системе нормативно-правовых актов, регулирующих экологическое нормирование, экологическую экспертизу, экологический контроль и аудит. Большая часть информации, содержащейся в экологическом паспорте, дублируется и конкретизируется в других документах. Однако в системе контроля экологичности производства, при проведении экологического аудита усовершенствованные экологические паспорта будут полезны для руководства предприятия.

6.4. Экономическое регулирование природопользования

Природопользование осуществляется путём изъятия сырья из природы и внесения в биосферу загрязняющих веществ. Регуляторами природопользования служат лимиты. Лимитирование — это система эколого-экономических ограничений по территориям, срокам и объёмам предельных показателей использования природных ресурсов, выбросов и сбросов в окружающую природную среду загрязняющих веществ и размещения отходов.

Основной экономической принцип, который введён в нашей стране, — загрязнитель платит. Для расчёта размеров платежей местные власти устанавливают региональные нормативы платы за сбросы, выбросы и размещение твёрдых отходов как в пределах установленных лимитов, так и за их превышение.

Лимитами для выбросов и сбросов загрязняющих веществ служат нормативы качества природной среды. Эти нормативы носят названия:

ПДВ — предельно допустимые выбросы в атмосферу;

ПДС — предельно допустимые сбросы сточных вод в водные объекты или на рельеф местности;

ПДК — предельно допустимые концентрации;

ПДУ — предельно допустимые уровни воздействия шума, вибрации, магнитных полей;

ПДН — предельно допустимые нагрузки на природную среду (количество посетителей на экскурсию в заповеднике, нагрузка скота на единицу пастбищных угодий).

Нормативы утверждаются Государственным комитетом РФ по охране природной среды. Виды, лимиты хозяйственной деятельности, экологические требования при использовании природных ресурсов фиксируются в лицензиях (разрешениях) на природопользование, выдаваемых органами управления.

Лимиты определяются исходя из экологической обстановки в регионе и необходимости поэтапного достижения нормативов предельно допустимых выбросов (сбросов) загрязняющих веществ и размещения отходов.

Лимиты могут рассчитываться как среднерегиональный норматив или индивидуально для каждого предприятия по приведённой массе загрязняющих веществ. Перечень загрязняющих веществ, учитываемых при определении нормативов платы, устанавливается местными органами власти.

Платежи предприятий за загрязнение окружающей среды устанавливаются отдельно за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, за сбросы сточных вод в водные объекты, за размещение отходов. Существует три уровня платежей:

1) за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ и размещение отходов в пределах установленных предприятию допустимых выбросов (лимитов), при воздействии которых на природную среду концентрация вредных веществ за пределами санитарно-защитной зоны предприятия не превышает санитарных норм;

2) за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ и размещение отходов, превышающие эти лимиты, но не выше временно допустимых сбросов (выбросов), согласованных с природоохранными органами, платежи возрастают в 5 раз по сравнению с исходным уровнем платежей;

3) за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ сверх временно согласованных лимитов, а также за выбросы (сбросы) и размещение отходов, не со-

гласованные с природоохранными органами власти, платежи увеличиваются в 25 раз по сравнению с исходными.

Так, например, плата за загрязнение атмосферного воздуха при выбросе вредных веществ в пределах установленных нормативов определяется исходя из массы загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу. Масса загрязняющих веществ определяется расчётным или экспертным путём по действующим правилам. Размер платежей определяется по каждому загрязняющему ингредиенту с последующим суммированием полученных результатов по следующей формуле:

$$П = \sum Нп (i) \times M_i \times K_3,$$

Здесь $П$ — размер платежа;

$Нп (i)$ — норматив платы за одну тонну i -го ингредиента, рассчитываемый по формуле

$$Нп (i) = (1/ПДК_{cci}) \times Н,$$

где $Н$ — ставка платы за одну условную тонну в пределах норматива (устанавливается ежегодно областным законом о бюджете областного экологического фонда либо другим нормативным правовым актом);

$1/ПДК_{cci}$ — коэффициент относительной опасности i -го ингредиента;

$ПДК_{cci}$ — ПДК среднесуточное i -го ингредиента;

M_i — масса i -го ингредиента;

K_3 — коэффициент экологической ситуации или экологической значимости (устанавливается областным законом о бюджете областного экологического фонда либо другим нормативно-правовым актом).

Экономическая ответственность природопользователей — элемент экономического механизма природопользования и охраны природной среды. Экономическая ответственность является элементом хозрасчёта юридических лиц и признаком их самостоятельности в хозяйственно-оперативном отношении.

Экономическая ответственность характерна для юридических лиц и выступает в двух видах ответственности — административной и гражданско-правовой. Штрафные санкции за экологические правонарушения и ущерб определяются в стоимостной денежной форме и влияют на хозрасчётные показатели производственной деятельности юридических лиц.

Экономическая ответственность не базируется на правомерной деятельности и не противопоставляется юридической ответственности. Так, загрязнение среды в процессе производства в пределах установленных нормативов (лимитов) при современном развитии техники и технологии является неизбежным, а потому правомерным явлением. Все природопользователи платят за изымаемые из природы ресурсы и за загрязнение биосферы. Плата за загрязнение в данном случае не может рассматриваться как экономическая ответственность, и её бесспорность не свидетельствует о наличии ответственности без вины.

Экономическая ответственность возникает при сверхнормативном загрязнении окружающей природной среды. При превышении установленных лимитов (ПДВ, ПДС) плата за загрязнение увеличивается в 5 раз, а при выбросах (сбросах) выше временно согласованных (ВСВ, ВСС), а также за не согласованные с природоохранными органами загрязнения окружающей среды установлена 25-кратная плата.

Для предприятия любой формы собственности не имеет значения, в результате применения какой отрасли права (гражданского, административного и др.) определены к взысканию денежные суммы. Но существенную роль играют хозяйственные категории, с которыми они связываются. Так, платежи за нормативное загрязнение среды, за пользование природными ресурсами относятся на себестоимость продукции. Штрафы, суммы убытков, платежи за сверхнормативное загрязнение как экономические санкции осуществляются за счёт прибыли, остающейся у предприятия.

Основным источником финансирования капитального строительства в природоохранной сфере являются средства предприятий и организаций всех форм собственности, местных бюджетов и экологических фондов.

Экологические фонды — это денежные или материальные средства, предназначенные для строительства природоохранных объектов или сооружений, необходимых для снижения негативного воздействия промышленных или сельскохозяйственных предприятий на окружающую природную среду. Система экологических фондов создана на основе Положения «О Федеральном экологическом фонде Российской Федерации и экологических фондах на территории Российской Федерации», утверждённого Правительством РФ в июне 1992 г.

На счета экологических фондов поступают средства в виде платы:

- за загрязнение природной среды как в пределах нормативов, установленных природопользователям, так и сверх нормативов за размещение отходов;
- средства, получаемые по искам о возмещении вреда, взысканные судами и арбитражными судами;
- штрафы за экологические правонарушения;
- средства от реализации конфискованных орудий незаконной охоты и рыболовства;
- добровольные отчисления предприятий и взносы граждан, в том числе иностранных;
- средства в виде дивидендов, процентов по вкладам;
- доходы от издательской деятельности фондов.

Нормативы распределения средств экологических фондов различных уровней установлены законом:

- 60% средств направляется на реализацию природоохранных мероприятий местного (городского, районного) значения;

- 30 % — на природоохранные мероприятия республиканского, краевого, областного значения;
- 10 % — на мероприятия федерального и межрегионального значения.

Методика оценки вреда, причинённого окружающей среде в результате экологических правонарушений. Методика разработана на основе Закона «Об охране окружающей природной среды» и других нормативных правовых актов Российской Федерации. Методика устанавливает порядок оценки вреда, наносимого негативным воздействием на окружающую среду в результате экологических правонарушений, в том числе аварий на предприятиях. Действие методики не распространяется на случаи причинения вреда окружающей среде в результате стихийного бедствия (любого природного явления, включая наводнения, перемещение льдов, землетрясения, оползни и ураганы, которое вызывает или может вызвать загрязнение окружающей среды).

Авария — отклонение в производственном цикле от обычно допустимых эксплуатационных условий деятельности, которое вызывает или может быть причиной негативного воздействия на окружающую среду. Под аварией понимается также любое действие или бездействие физических или юридических лиц, в результате которого имели место несанкционированные выброс, сброс в окружающую среду загрязняющих веществ, размещение отходов.

Вред окружающей среде — это негативное изменение качественного состояния окружающей среды, биологического разнообразия, биопродуктивности природных объектов, а также последствия этих изменений. Понятие *вред* включает в себя ущерб и убытки.

Ущерб — это выражение в денежной форме результатов вредного воздействия на окружающую среду. Убытки — материальные потери и финансовые издержки природопользователей, возникающие в связи с произошедшей аварией; порча имущества и продукции природопользователей; упущенная выгода от изменения состояния окружающей среды и природных ресурсов и т. д.

Затраты на проведение работ по оценке факторов вредного воздействия на окружающую среду, величины ущерба и убытков, оформлению соответствующих документов включаются в состав убытков и компенсируются виновной стороной. Величина компенсации вреда, наносимого негативным воздействием на окружающую среду, определяется как сумма ущербов, причинённых различным природным богатствам.

Расследование факта и причин аварии, оценка вредного воздействия на окружающую среду и расчёт величины ущерба производится Государственным комитетом по охране окружающей среды субъекта Федерации (Министерство природных ресурсов и экологии Свердловской области). При необходимости эта работа может проводиться комиссией, создаваемой

органами исполнительной власти и органами местного самоуправления. В состав комиссии могут включаться специалисты по охране природных ресурсов.

Оценка масштабов последствий экологического правонарушения и расчёты компенсации за ущерб, причинённый в результате аварии, а также стоимостная оценка ущерба производятся с использованием отраслевых нормативно-методических документов. Могут быть использованы также материалы кадастровой оценки природных ресурсов, экологические паспорта, прямые методы счёта. Регламентация форм и способов возмещения вреда при трансграничном (межрегиональном) воздействии на окружающую среду осуществляется в соответствии с экологическими требованиями законодательства Российской Федерации.

Исчисление размера вреда осуществляется на основании действующей нормативно-технической документации, кадастровой оценки природных ресурсов, а также такс для исчисления размера взыскания за ущерб фауне и флоре. При возможности используются прямые методы счёта. При этом документально подтверждаются данные об ущербе. При недостаточном нормативно-методическом обеспечении используются экспертные оценки компетентных специалистов. Оценка размеров вреда от проявления социально-экологических и экономических последствий аварии осуществляется на основе специальных обследований, аналитических расчётов и прогнозных экспертных оценок возможных последствий.

Убытки, связанные с ликвидацией последствий аварии, понесённые виновной стороной, не учитываются при определении сумм иска. При расчёте величины вреда учитываются продолжительность негативного воздействия на окружающую среду, соответствующие коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости.

Величина вреда, причинённого негативным воздействием на окружающую среду в зонах чрезвычайных экологических ситуаций и зонах экологического бедствия, на особо охраняемых природных территориях, а также на территориях, включённых в международные конвенции, увеличивается в 2 раза.

Ущерб от загрязнения атмосферного воздуха при аварийном выбросе вредных веществ определяется исходя из массы загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу. Размер вреда определяется по следующей формуле:

$$П = \sum N_{п(i)} \times M_i \times K_3 \times 25,$$

где П — размер ущерба.

Числовой коэффициент 25 показывает, что ущерб возник от запредельного загрязнения, от выбросов в природу вредных веществ в количествах, превышающих временно согласованные выбросы. Это третий уровень платежей природопользователей за загрязнения окружающей среды.

Ущерб от загрязнения или засорения водного объекта определяется суммированием ущерба от изменения качества воды и размера потерь, связанных со снижением его биопродуктивности. Размер ущерба от загрязнения водных объектов определяется по каждому ингредиенту с дальнейшим суммированием полученных результатов по следующей формуле:

$$П = \sum Нп_{(i)} \times M_i \times K_3 \times 25.$$

Здесь $П$ — размер ущерба;

$Нп_{(i)}$ — норматив платы за одну тонну i -го ингредиента, рассчитываемый по формуле

$$Нп_{(i)} = (1/ПДКрх_i) \times Н,$$

где $(1/ПДКрх_i)$ — коэффициент относительной опасности i -го ингредиента;

$ПДКрх_i$ — ПДК i -го ингредиента, установленный для рыбохозяйственного водоёма;

$Н$ — ставка платы за одну условную тонну в пределах норматива (устанавливается ежегодно областным законом о бюджете областного экологического фонда либо другим нормативно-правовым актом);

M_i — масса i -го ингредиента;

K_3 — коэффициент экологической ситуации или экологической значимости (устанавливается областным законом о бюджете областного экологического фонда либо другим нормативно-правовым актом).

Размер потерь, связанных со снижением биопродуктивности водного объекта, определяется на основе непосредственного обследования биологических ресурсов, экспертной оценки стоимости снижения биологической продуктивности с учётом нормативно-методических документов. Размер взыскания за вред, причинённый гражданами, юридическими и физическими лицами незаконным выловом, добычей или уничтожением биологических ресурсов, определяется инструкциями, методиками и таксами.

Размер вреда от загрязнения земель определяется на основе утверждённых указаний в соответствии с порядком определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами и экспертной оценки стоимости потерь, связанных с деградацией земель в результате вредного воздействия.

6.5. Оценка воздействия на окружающую среду

При проектировании объектов, реконструкции или ликвидации производств необходимо провести оценку возможного их воздействия на окружающую среду. Методика оценки такого воздействия разработана Научным комитетом по проблемам окружающей среды в 1969 году (г. Скопье, Югославия). Цели Комитета:

- расширить знания о воздействии человека на окружающую среду;
- выявить, как изменения в природе, вызванные этим воздействием, влияют на здоровье и благосостояние людей.

Работа Комитета «Оценка воздействия на окружающую среду: принципы и процедуры», опубликованная в 1975 году, получила широкое признание в качестве важного методологического документа. Оценка воздействия на окружающую среду проводится во многих странах, в России положения этой работы составляют одну из статей закона об охране окружающей среды.

Термин оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) означает деятельность, направленную на выявление и прогнозирование ожидаемого влияния на среду обитания, на здоровье и благосостояние людей со стороны различных мероприятий и проектов, а также последующую интерпретацию и передачу полученной информации. Основное содержание этого процесса — учёт экологических интересов при принятии того или иного проекта. ОВОС должна разрабатываться совместно с техническими, экономическими и социально-политическими оценками.

Осмысление процесса воздействия на окружающую среду различно в разных странах. В бедных странах потребность в экономическом развитии может быть настолько сильной, что с антропогенной деградацией природы могут просто не считаться, в слаборазвитых странах наблюдается «загрязнение нищетою», а в экономически развитых странах ухудшение качества среды характеризуется как «загрязнение изобилием» — вышедшими из пользования предметами быта, устаревшими автомобилями, использованной тарой и др.

Оценка воздействия проводится с учётом выгод от реализации проекта и затрат на его реализацию. Используя природные ресурсы, необходимо избегать деградации природы. Процесс ОВОС — часть подобного планирования с позиции сохранения полноценного природного окружения.

Воздействия на природу классифицируются по времени и по масштабу. Практика показала, что влияние крупных региональных проектов (металлургические предприятия, электростанции, водохранилища, автомагистрали и др.) нужно рассматривать в трёх временных интервалах:

- 1) период строительства, когда окружающая среда нарушается тяжёлой землеройной техникой, временными сооружениями и дорогами;
- 2) после завершения строительства, когда окружающая среда несомненно изменится (затопление, изменение русла, сбросы и выбросы и т. д.);
- 3) спустя несколько десятилетий:
 - возникнут обрабатывающие предприятия;
 - через 40–50 лет первоначальные сооружения обветшают, внося более серьёзные изменения в природу.

Пространственные масштабы воздействия:

- территория непосредственного воздействия (внутри завода, обработанные ядохимикатами поля и пр.);
- территория непосредственного соседства (река ниже плотины, местность около высокой дымовой трубы и т. д.);

– более обширные области (в пределах континента или планеты Земля).

Пример. Предполагавшийся поворот северных рек на европейской территории СССР был оценён на Западе. Был сделан вывод, что последствием таких действий станет изменение климата в Европе.

В России ОВОС проводится обязательно для следующих видов и объектов хозяйственной деятельности: тепловых и атомных электростанций, предприятий чёрной и цветной металлургии, химической промышленности, микробиологических производств, крупных предприятий строительных материалов, аэропортов, аэродромов, метрополитенов, портов, сооружений по очистке промышленных и коммунальных сточных вод, крупных животноводческих комплексов. Для других объектов необходим вывод о допустимости воздействия на окружающую среду.

Согласно положению, в ОВОС участвуют представители разных групп, каждая из которых играет свою роль:

- инициатор/инвестор обеспечивает финансирование всех исследований и работ по оценке воздействия на окружающую среду;
- инвестор/заказчик организует проведение ОВОС и представляет на общественных слушаниях широкий обзор предложений о возможной реализации намеченной деятельности на конкретной территории;
- разработчик проводит ОВОС, рассматривает и учитывает экологические условия и требования для проведения экологической экспертизы. Полученные сведения составляют пакет документов, необходимых для анализа и принятия решения. Эта документация называется обосновывающей, т. е. заявлением о воздействии на окружающую среду.

В обосновывающей документации должны быть рассмотрены:

- цели реализации предлагаемого проекта;
- разумные варианты (альтернативы) намеченной деятельности;
- характеристика вариантов в контексте существующей экологической ситуации на конкретной территории;
- возможные последствия намечаемой деятельности.

Обосновывающая документация затем направляется на государственную экспертизу, которую проводят Минприроды России или его территориальные органы. Проекты при необходимости проходят также общественную экспертизу.

Процедура ОВОС. Выбор целей. Формирование целей проекта является центральной и ответственной частью процедуры ОВОС. Цели обуславливают методы природоохранной политики, а также содержание программ и проектов. Если цель гарантирует, что соображения охраны природной среды будут в полном объёме учитываться в процессе планирования и в результатах деятельности, то именно процедура ОВОС обеспечивает достижение гармонии производства и окружающей природной среды.

Выбор вариантов. Следующий этап — синтез вариантов. Это творческий неформальный процесс, обобщающий предыдущий опыт и интуицию разработчиков. На этапе подбора вариантов специалисты выполняют роль генераторов проектов (идей, решений) и измерителя их характеристик. Решаемые задачи можно разделить на два класса: с достаточным и недостаточным информационным потенциалом. В зависимости от глубины разрешимости поставленной задачи можно рекомендовать следующее:

- 1) для задач, имеющих аналоги, необходимо обобщить мнения специалистов, хорошо знающих проблему;
- 2) для задач, не имеющих аналогов, рекомендуется использовать методику мозгового штурма.

Для проблем первого класса имеется необходимый объём знаний и опыт по их решению (например, задача выбора метода очистки сточных вод). Обобщение мнения группы специалистов определяется усреднением их индивидуальных суждений.

Для проблем второго класса (возможности использования принципиально новых технологий и др.) разработчики уже не могут рассматриваться как достаточно точные измерители. Мнение одного специалиста может оказаться правильным, хотя оно сильно отличается от мнения всех остальных экспертов.

Опрос и обработка результатов. Группы экспертов следует формировать как из специалистов по данной проблеме, так и специалистов смешанных областей знаний. Необходимо выявить мнение: например, участникам группы предлагают сформулировать перспективные направления улучшения качества воды на основе выбора технологии очистки. Нужно заслушать и зафиксировать мнения по данной проблеме. Вид опроса определяет разновидность метода экспертной оценки.

Основные виды опроса:

- анкетирование;
- интервьюирование;
- метод Дэлфи;
- мозговой штурм;
- дискуссия.

Выбор метода опроса зависит от полноты информации, располагаемого времени, приемлемых затрат.

1. Анкетирование — письменный опрос. Применимость при проведении ОВОС ограничена.

2. Интервьюирование — устный опрос. Необходима подготовка специалиста, проводящего опрос, и разработка последовательности вопросов, которые отвечают структуре проблемы.

3. Метод Дэлфи — многотуровая процедура анкетирования с обработкой и сообщением результатов каждого тура участникам, работающим ин-

когнито по отношению друг к другу. В первом туре предлагаются вопросы, на которые следует дать ответ без аргументирования. Во втором туре участники аргументируют или изменяют свою оценку с объяснением причин корректировки. Последующие туры проводятся по аналогичной процедуре. Обычно после третьего тура оценки стабилизируются, что и служит критерием прекращения дальнейшего опроса.

4. Мозговой штурм целесообразно использовать на этапе выявления и конкретизации проблемы и определения вариантов решения проблем. Это групповое обсуждение в целях получения новых идей. Его особенность — активный поиск принципиально новых решений в трудных, тупиковых ситуациях, когда другие способы решения непригодны. Для поддержания активности и творческой фантазии участников категорически запрещается критика их высказываний. Метод мозговой атаки целесообразно применять, когда нет опыта решения подобных проблем (например, как сделать экологические задачи в России приоритетными в условиях сложного экономического положения).

5. Дискуссия может применяться как открытое коллективное обсуждение рассматриваемой проблемы. Её задача — анализ всех факторов, положительных и отрицательных последствий, выявление позиций и интересов специалистов. В ходе дискуссии разрешается критика. Дискуссия используется при решении конкретных научно-технических проблем.

Рассмотренные виды опроса дополняют друг друга и в определённой степени взаимозаменяемы.

Оценивание. После нахождения вариантов приступают к следующей стадии — оцениванию. Для этого используются критерии, т. е. величины, при помощи которых можно оценить, достигнуты ли поставленные цели. Такая оценка позволяет сравнивать между собой воздействие на окружающую среду, например, имеющихся и новых технологий, а значит, делать выводы о необходимости изменений. Поскольку ОВОС проводится с учётом многих социально-экономических факторов, эффективность решения следует оценивать при помощи комплекса критериев, каждый из которых характеризует степень соответствия одной из целей.

Для количественной оценки степени достижения каждой цели можно использовать следующие методы:

- непосредственное измерение;
- критерии-заместители;
- субъективные шкалы.

В первом случае просто определяют, например, концентрацию вредных примесей в атмосфере. К сожалению, не все цели поддаются непосредственному измерению.

Иногда используют критерии-заместители. Например, качество среды можно определить, используя такой критерий, как количество дней, потерянных сотрудниками предприятия вследствие нетрудоспособности.

Если количественная оценка затруднена, применяют метод субъективных шкал. Значению «0» придают наихудшую оценку, а «100» — наилучшую. В последнем случае обсуждаемый проект соответствует полной гармонии с природой.

Если имеются экспериментальные данные по воздействию предприятий на природную среду, сравнение проектов или производств не вызывает трудностей (например, в случае, если есть сведения по количеству вредных веществ, попадающих в атмосферный воздух при разных технологиях). Долгосрочное воздействие проекта на окружающую среду не всегда можно оценить инструментально. Здесь необходимо обобщение мнений специалистов.

Субъективные суждения используют в ряде случаев для нахождения правила выбора — компромисса между оценками по разным критериям. В качестве наиболее известного средства сравнения вариантов применяется метод «стоимость — эффективность». Известны три основных подхода к синтезу оценок стоимости и эффективности:

- 1) фиксированной эффективности при минимально возможной стоимости (выбирается самый дешёвый вариант, обладающий заданной эффективностью);
- 2) фиксированной стоимости и максимально возможной эффективностью (случай бюджетных ограничений);
- 3) отношения этих двух критериев.

Если при ОВОС установлено, что проект оказывает существенное воздействие на окружающую среду, то следует разработать новый проект. После анализа результатов ОВОС лицо, принимающее решение, может прийти к выводу о том, что проект следует принять или что он не удовлетворителен с точки зрения последствий для окружающей среды. В последнем случае проект отклоняется, дорабатывается и возвращается для повторной ОВОС. Выбор осложняют политические и прочие факторы. Следует так заострить проблему, чтобы добиться объективного сравнения вариантов.

Обычно эксперты при разработке рекомендаций намечают систему предпочтений. Различные компоненты должны быть очень чётко отделены друг от друга, чтобы лицо, принимающее решение, могло изменить относительное расположение этих предпочтений с учётом и других соображений (например, таких как заинтересованность соседних стран при решении вопроса в пользу очистки от загрязнений воды или воздуха).

Заявление об ОВОС. Часть Заявления об ОВОС посвящается социально-экономическим аспектам: инфраструктуре, занятости населения, демографии, жилищному фонду. Анализируются реальные и разумные альтернативы развития намеченной деятельности в районах возможных площадок.

Описываются источники, объекты и виды воздействия, привносы в окружающую среду загрязняющих веществ, изъятия земельных ресурсов,

степень опасности намеченной деятельности. Заявление об ОВОС должно перечислить основные объекты воздействия: персонал предприятия, рабочую и санитарно-защитную зону, попадающее в зону воздействия население, условия его жизнедеятельности, включая занятость, демографические сдвиги, этнические особенности. Эти показатели могут требоваться гражданами для обсуждения и рассмотрения. Отсутствие ясных ответов по данным вопросам должно служить препятствием дальнейшего продвижения проекта. Негативные ответы должны стать предметом всестороннего внимания.

Заявление об ОВОС имеет цель создать предмет обсуждения для выявления и фиксации всех возможных экологических и связанных с ними последствий реализации намеченной деятельности. Поэтому Заявление об ОВОС направляется государственным органам власти, профессиональным сообществам, экологически настроенной общественности, населению региона предполагаемой реализации намеченной деятельности. В органах местного самоуправления, администрации должен быть допуск к информации по предмету обсуждения.

Недопустимо принимать важные решения кулуарно, без обсуждения с населением. Общественность воздействует через депутатов представительных, законодательных органов, органы местного самоуправления, выступления в печати, по радио, телевидению, путём митингов, демонстраций и иных публичных мероприятий. Население вправе воздействовать через избранных ими губернаторов, мэров, глав администраций, через обращения на приёмах, письма, жалобы, другие цивилизованные формы выражения своего мнения.

Общественные слушания. Помимо рассмотрения в госорганах должны состояться общественные слушания по Заявлению об ОВОС. Отвечает и финансирует их проведение заказчик. Он должен известить население о месте и времени проведения общественных слушаний. Лучше на этом этапе встретиться с гражданами, учесть различные мнения. Здесь многое зависит от степени открытости гражданского общества, от активности, независимости средств массовой информации.

Масштаб извещения и охват граждан зависит от величины проекта. Это могут быть жители посёлка, нескольких сёл, города, порой и республики. Необходимо подготовить слушателей путём изложения показателей состояния окружающей среды, понимания альтернатив, взвешивания «за» и «против», усиления экологического образования и воспитания на этом этапе. Необходим анализ степени риска, возможных аварийных ситуаций.

Надо иметь в виду, что умолчание или — ещё хуже — сокрытие элементов риска влечёт в этот период, а чаще позднее, неоправданные эмоции, измышления с негативными последствиями. Необходимо организовать слушания в привычных для населения местах, где можно вместить всех же-

лающих принять участие в обсуждении. Необходимо фиксировать все замечания. Проведение голосования нежелательно, так как оно не способно объективно оценить ситуацию, необходимо время для учёта специалистами различных факторов. Представители заказчика должны сделать всё, чтобы снять необоснованные возражения. Если есть необходимость, слушания можно приостановить для дополнительных исследований и аргументации.

Практика показала, что большое значение имеет выбор председательствующего и секретаря. Это должен быть независимый человек, знакомый с экологией, умеющий реагировать на неожиданности в ходе обсуждения, пользующийся авторитетом у собравшихся. Слушание должно найти максимальное отражение в средствах массовой информации.

Итоги ОВОС. В случае доработки слушания возобновляются с учётом исправлений и дополнений. Приостановления могут быть многократными, важно обеспечить один и тот же контингент участников. В результате обсуждения заказчик, подрядчик и все заинтересованные стороны формируют для себя понимание возможности реализации намеченной деятельности на выбранной площадке с учётом мнения населения, исходя из экологических и иных последствий её осуществления на представленных и фиксированных условиях.

Решения важно выработать совместно с органами местной власти, общественностью. Доработанные условия на реализацию намеченной программы должны передаваться всем заинтересованным лицам для последующего контроля.

Технико-экономическое обоснование (ТЭО) или проект строительства должны содержать сведения о выявленных экологически значимых позициях, прогноз изменения окружающей среды, выводы, сделанные на основе научных исследований, изысканий и общественных слушаний заявлений об ОВОС, экологические последствия воздействия на среду, здоровье населения, не снятые проектными решениями обязательства заказчика по реализации проектной документации в соответствии с требованиями экологической безопасности (выполнение этих обязательств должно гарантироваться на весь период «жизненного цикла» продукции предприятия).

Самое главное, материалы ОВОС должны содержать описание:

- общественных слушаний;
- характеристику мероприятий по предотвращению отрицательных последствий намеченной деятельности на данной площадке;
- меры по организации мониторинга строительства будущего объекта.

6.6. Правовое регулирование природопользования

6.6.1. Основы правового механизма природопользования

Российское экологическое законодательство включает несколько уровней. Основу составляют положения Конституции Российской Федерации:

- ст. 9 — об использовании и охране природных ресурсов;
- ст. 36 — о праве владения землёй;
- ст. 42 — о праве каждого на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о её состоянии, на возмещение ущерба из-за экологических правонарушений;
- ст. 58 — об обязанности каждого сохранять природу;
- ст. 71 — об отнесении к ведению Российской Федерации федеральной политики в области экологического развития;
- ст. 72 — об объектах совместного ведения РФ и субъектов РФ и другие статьи.

Конституция определяет субъекты принятия экологического законодательства. К ведению Российской Федерации, согласно ст. 71 Конституции, относятся области права:

- регулирование и защита экологических прав человека и гражданина;
- федеральная государственная собственность (прежде всего на природные ресурсы) и управление ею;
- метеорологическая служба, стандарты, в том числе в области охраны окружающей среды;
- гражданское и гражданско-процессуальное законодательство как основные рычаги защиты природных ресурсов и их владельцев;
- производство наркотических и ядовитых веществ и порядок их использования.

В соответствии со ст. 72 Конституции к совместному ведению России и её субъектов относятся:

- защита экологических прав и свобод граждан, экологическая безопасность;
- разграничение государственной собственности на природные ресурсы.

Базовым документом в области экологии является Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды», принятый 19 декабря 1991 года. Он включает разделы:

- Общие положения;
- Право граждан на здоровую и благоприятную среду;
- Экономический механизм охраны среды;
- Нормирование качества окружающей среды;
- Экологические требования при строительстве и функционировании предприятий и других объектов;
- Чрезвычайные экологические ситуации;
- Экологический контроль;
- Разрешение споров и ответственность в области охраны окружающей среды и др.

В последующем закон неоднократно пересматривался, однако основные его положения остаются неизменными. Согласно указанному закону, все

юридические и физические лица обязаны руководствоваться следующими принципами:

- приоритетом охраны жизни и здоровья человека;
- таким сочетанием экологических и экономических интересов общества, которое обеспечивает гарантию прав на благоприятную для жизни окружающую среду;
- рациональным использованием природных ресурсов;
- соблюдением требований природоохранного законодательства, неотвратимостью наступления ответственности за его нарушение;
- гласностью и связями с общественностью при решении экологических задач.

Для правового регламентирования потребления отдельных природных ресурсов приняты:

кодексы: водный, земельный, лесной;

законы: о недрах, об охране атмосферного воздуха, о животном мире.

Охране от загрязнения, истощения, разрушения подлежат:

- естественные экологические системы, озоновый слой атмосферы;
- земля, её недра, подземные и поверхностные воды, воздух, растительный и животный мир, природные ландшафты, заказники, памятники природы, редкие виды растений и животных и места их обитания.

В природно-ресурсном законодательстве ведущее место принадлежит земельному праву. Земля может находиться в частной, государственной, муниципальной и иной собственности.

По назначению земли подразделяются на категории:

- земли сельскохозяйственного назначения;
- земли населённых пунктов;
- земли промышленности, транспорта, связи, обороны;
- земля природоохранного, заповедного, оздоровительного, рекреационного (восстановительного) и историко-культурного фондов;
- земли лесного фонда;
- земли водного фонда;
- земли запаса.

Отнесение земель к той или иной категории определяется законодательством Российской Федерации. Каждой категории соответствует свой правовой статус и режим. Так, например, в пределах населённых пунктов застройка ведётся в соответствии с генеральными планами.

Охрана земель проводится их собственниками. Государство контролирует соблюдение физическими и юридическими лицами земельного законодательства. Контроль осуществляется администрацией субъектов Федерации и органов местного самоуправления. Контроль ведётся с помощью мониторинга земель и государственного земельного кадастра.

Экологические законы на уровне субъектов Федерации конкретизируют требования по охране окружающей среды применительно к местным усло-

виям, а в ряде случаев — непосредственно к крупным предприятиям-природопользователям — потенциальным загрязнителям биосферы.

6.6.2. Экологические права граждан

В Декларации Стокгольмской конференции ООН по охране окружающей среды (1972) записано, что «человек имеет основное право на свободу, равенство и благоприятные условия жизни в окружающей среде, качество которой позволяет вести достойную и процветающую жизнь. Человек несёт ответственность за охрану и умножение окружающей среды на благо нынешнего и будущих поколений». Подобным образом ориентированы решения Всемирной конференции в Рио-де-Жанейро о необходимости обеспечения устойчивого экономического и экологического развития.

Праву граждан на благоприятную среду принадлежит ведущее место. Это личное право граждан, подобно неприкосновенности личности, неприкосновенности жилища, охране личной жизни. Природная среда — важнейший фактор состояния личности, а земля — пространственное место расположения жилища. Политические права и свободы связаны с экологическими и служат средством их обеспечения, защиты, гарантирования.

Негативные явления, препятствующие реализации экологического права человека:

- последствия научно-технического прогресса с его интенсификацией производства, воздействующего на природную среду;
- недостатки управления охраной природы, неразвитость экологического сознания многих граждан, их слабая экологическая информированность.

Право природопользования граждан закреплено в правовых актах и реализуется достаточно широко. Общее природопользование: население может свободно бывать в лесах, собирать ягоды и грибы, не повреждая деревья и кустарники, не трогая муравейников и птичьих гнёзд. Также свободно используются для отдыха и спорта водные объекты.

Лучшей гарантией экологических прав граждан является их участие в решении экологических вопросов, осведомлённость о состоянии и перспективах изменения окружающей среды. Общегосударственная служба наблюдения и контроля за уровнем загрязнения окружающей среды собирает и обрабатывает информацию о состоянии атмосферного воздуха. Если в результате неблагоприятного сочетания метеорологических факторов и вредных воздействий промышленных выбросов возникает угроза здоровью населения, об этом немедленно сообщается заинтересованным организациям, учреждениям, местным органам власти. Гласность — обязательная предпосылка реализации права граждан на благоприятную для жизни окружающую среду. Госкомэкология, Минприроды, Минздрав обязаны систематически публиковать сведения о состоянии окружающей среды.

Граждане имеют право участвовать в проведении экологических экспертиз различных проектов. Общественные природоохранные организации имеют право публиковать свои программы, организовывать экологические проверки, участвовать в их проведении, ставить вопрос о закрытии вредных производств.

Государство обязано обеспечивать экологические права граждан. Государство координирует природоохранную работу предприятий и организаций независимо от их ведомственной принадлежности. Органы государственной власти и местного самоуправления несут полную ответственность за экологическую обстановку в соответствующих регионах.

Государственным органам охраны природы, комитетам по экологии и их органам на местах предоставлено право:

- налагать запреты на строительные и другие работы, проводимые с нарушением природоохранного законодательства;
- предъявлять предприятиям и отдельным гражданам иски о взыскании средств в возмещении ущерба, причинённого загрязнением или нерациональным использованием природных ресурсов;
- рассматривать дела об административной ответственности за правонарушения в области охраны природы;
- вести работы по предотвращению нарушений экологического законодательства.

6.6.3. Ответственность за экологические правонарушения

За противоправные деяния, нарушающие природоохранное законодательство, должностные лица и граждане несут дисциплинарную, гражданско-правовую, административную или уголовную ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Дисциплинарная ответственность. Поскольку большинство вторжений человека в окружающую природную среду обусловлено его производственной деятельностью, дисциплинарная ответственность в экологической области может иметь широкое распространение. Дисциплинарная ответственность — это форма воздействия на нарушителей трудовой дисциплины путём наложения на них дисциплинарных взысканий: замечания, выговора, строгого выговора, перевода на нижеоплачиваемую работу, смещения на низшую должность (на определённый срок), увольнения. Дисциплинарная ответственность носит превентивный характер, имеет свойства быстроты и оперативности наложения, простоты исполнения, легко доходит до сознания и воздействует на волю участников общественных отношений.

Гражданско-правовая (гражданская) ответственность. Это один из видов юридической ответственности. Заключается в применении к правонарушителю установленных законом или договором мер воздействия, влекущих экономически невыгодные последствия имущественного характера.

На правонарушителя накладываются обязанности возместить потерпевшей стороне имущественный вред в натуре (реальное возмещение) или в денежной форме: штрафы, пени для компенсации понесённых убытков. Суммы возмещения вреда должны, как правило, взыскиваться за счёт его причинителя, а в конечном итоге за счёт виновного лица. Эти деньги должны расходоваться на ликвидацию вредных последствий экологических правонарушений. Споры, связанные с загрязнениями окружающей среды, рассматриваются судами и арбитражными судами (арбитражный суд рассматривает споры, которые вытекают из договорных и гражданско-правовых отношений при осуществлении научно-технических связей). По оценке институтов Академии наук, экологический ущерб от загрязнений природы в Российской Федерации превышает триллионы рублей в год, фактическое возмещение его физическими лицами неудовлетворительное.

Материальная ответственность эффективна в условиях рыночной экономики. Бремя ответственности должны нести не предприятия в целом, а конкретные виновные лица.

Административная ответственность. Наступает в случае административного правонарушения (проступка) — противоправного виновного действия или бездействия, ведущего к нарушению государственного или общественного порядка, к посягательству на общественную, частную или иную собственность, права и свободы граждан, на установленный порядок управления. Административное наказание применяется уполномоченными государственными органами или уполномоченными лицами. Меры административного взыскания: предупреждение, штраф, административный арест, возмездное изъятие или конфискация предмета, явившегося орудием совершения или объектом правонарушения, исправительные работы, лишение специальных прав.

Административная ответственность классифицируется по видам природных ресурсов:

1) охрана атмосферного воздуха. Выбросы вредных веществ с превышением установленных нормативов, ввод предприятий без соблюдения требований по охране атмосферного воздуха, выпуск транспортных средств с повышенным количеством выбросов вредных веществ, неправомерное сжигание отходов, невыполнение предписаний органов, контролирующих охрану атмосферного воздуха, и др.;

2) защита лесов. Нарушение правил использования лесного фонда, незаконная порубка и повреждение деревьев, уничтожение подростов в лесах, самовольный сбор дикорастущих плодов, орехов и ягод на участках, где это запрещено, нарушение сроков сбора, повреждение леса вредными выбросами, нарушение правил пожарной безопасности, уничтожение ограничительных знаков в лесах и др.;

3) пользование недрами. Нарушение требований по охране недр и гидроминеральных ресурсов, нарушение правил геологических изысканий недр и др.;

4) охрана вод. Нарушение правил охраны водных ресурсов, неправильная регистрация в судовых журналах работ с вредными веществами, нарушение правил эксплуатации водохозяйственных сооружений и устройств и т. д.;

5) сельское хозяйство. Административные взыскания налагаются за бесхозное использование земель, за порчу земли, нарушение внутрихозяйственного землеустройства, уничтожение межевых знаков и др.;

6) охота и рыболовство, китобойный промысел и др.

Уголовная ответственность. Это один из видов юридической ответственности, правовое последствие совершения преступления. Заключается в применении к виновному государственного принуждения в виде уголовного наказания. Мера наказания определяется приговором суда. Установлена уголовная ответственность Кодексом Российской Федерации, вступившим в действие 1 января 1997 года, и применяется только судом при совершении преступления. Используется при совершении общественно опасных экологических деяний в случае, когда другие, более мягкие меры наказания недостаточны, безрезультативны и для перевоспитания нарушителей требуются более строгие, уголовные санкции.

В уголовном порядке налагается наказание:

- за серьёзное загрязнение водоёмов, рек, морей, атмосферного воздуха;
- умышленное уничтожение лесных массивов (поджог и пр.);
- нарушение ветеринарных правил, повлёкшее распространение эпизоотий;
- незаконную охоту, незаконный рыбный промысел, незаконный промысел бобров, котиков и других морских животных;
- нарушение правил разработки и сдачи золота;
- нарушение законодательства о шельфе.

Пример. Воронежский завод синтетического каучука выбрасывал в воздух дурно пахнущие токсические олигомеры, отрицательно влияющие на здоровье людей; сточные воды предприятия содержали повышенные концентрации вредных веществ. За нарушение экологического законодательства в административном порядке штрафовались: директор завода (2 раза), главный инженер (5 раз), заместитель главного инженера, заместитель директора по строительству, начальники цехов; 19 работников предприятия лишались премий. Поскольку экологическая ситуация не менялась, заводу был предъявлен иск за незаконный сброс сточных вод и загрязнение водоёмов. С завода взыскали ущерб, однако и после этого опасные сбросы продолжались. Прокуратура обратилась в суд с регрессивным иском к виновным

лицам. Было дано предписание о немедленной остановке одного из наиболее вредных цехов, предостережение об уголовной ответственности. Только после судебного решения немедленно были изысканы средства для строительства цеха по производству катализаторов, из санитарно-защитной зоны эвакуированы жилой фонд и детские учреждения.

6.7. Экологический менеджмент

Термин *менеджмент* (англ.) переводится как управление. В условиях свободной конкуренции выживали и оказывались успешными фирмы, создававшие схемы управления, отвечающие потребностям рыночной экономики. Общий менеджмент постепенно перерос в более узкие области управления отдельными сторонами деятельности предприятий, в частности сформировался и комплекс управленческих подходов в вопросах регулирования воздействия предприятия на природную среду.

В послевоенные десятилетия прошлого века в связи с ускоренным ростом промышленности осложнилась экологическая обстановка. Экологическая ситуация на планете и в отдельных регионах во многом определяется промышленным производством и хозяйственной деятельностью в целом. Общая картина здесь продолжает ухудшаться, что ведёт к развитию экологического кризиса в мире. Основная причина подобного положения заключается в низкой эффективности используемых механизмов экологического контроля и управления на промышленном производстве, преимущественно основанных на жёстких принудительных методах. Необходимы новые подходы к решению экологических проблем промышленного производства.

Основным из таких путей общепризнан экологический менеджмент. В Повестке дня на XXI век, принятой в Рио-де-Жанейро в 1992 году, подчёркивается, что «экологический менеджмент следует отнести к ключевой доминанте устойчивого развития и одновременно к высшим приоритетам промышленной деятельности и предпринимательства». В самом общем виде и экологическое управление, и экологический менеджмент можно определить как комплексную разностороннюю деятельность, направленную на реализацию экологических целей проектов и программ.

6.7.1. Британский стандарт в области систем экологического менеджмента BS 7750

Европейское сообщество стремится создать жёсткую систему экологического законодательства и контроля исполнения его требований. Одним из лидеров апробации новых рыночных инструментов экологического менеджмента является Великобритания. Эта страна одна из первых испытала в послевоенные годы негативные последствия масштабных неконтролируемых выбросов в атмосферу дымовых газов — продуктов горения промышленного топлива. Интенсивный рост промышленного производства

в городах Великобритании во второй половине XX столетия сопровождался серьёзным загрязнением атмосферного воздуха.

Смог стал причиной массовых заболеваний органов дыхания жителей промышленно развитых территорий. Нередко эти заболевания заканчивались летальным исходом. Поэтому Великобритания была вынуждена заняться решением экологических проблем. В 1992 году Британский Институт Стандартизации подготовил и выпустил Стандарт в области систем экологического менеджмента BS 7750 (Specification for Environmental Management Systems). Стандарт BS 7750 полностью вписывается в требования стандарта качества BS 5750 (и ISO 9000).

Стандарт не предписывает и не определяет требований к природоохранной деятельности предприятия. Он содержит рекомендации, полезные для создания эффективной системы экологического менеджмента, для развития инициативного экологического аудирования. Реализация этих рекомендаций должна сказаться на улучшении экологических характеристик деятельности организации в целом. На начальном этапе предполагалось, что британские предприятия на добровольной основе будут приводить характеристики своей деятельности в соответствие с принципами BS 7750. Позднее к Великобритании присоединились и другие государства, а сам стандарт BS 7750, детально разработанный и сопровождаемый объёмными учебными пособиями, послужил основой для подготовки международных стандартов.

Стандарт BS 7750 предполагает следующие стадии разработки и внедрения системы экологического менеджмента:

1) предварительный обзор ситуации. Определяются все экологические нормативные требования, предъявляемые к деятельности предприятия, и устанавливается, какие элементы экологического менеджмента уже практически используются на данном объекте;

2) разработка заявления об экологической политике, охватывающего все аспекты деятельности и продукцию предприятия. Заявление должно быть принято к исполнению всеми подразделениями и ответственными лицами предприятия;

3) определение структуры распределения обязанностей и ответственности в системе экологического менеджмента;

4) оценка степени воздействия предприятия на окружающую среду. Составляется перечень установленных нормативов, характеристик выбросов в атмосферу, сбросов в водные объекты, размещения отходов, а также описание аспектов воздействия на окружающую среду предприятий-поставщиков;

5) разработка экологических целей и задач предприятия;

6) определение стадий производства и видов деятельности на предприятии, которые могут оказать воздействие на окружающую среду, и разработка системы контроля их функционирования;

7) разработка программы экологического менеджмента, назначение ответственного за её выполнение старшего менеджера. Программа должна учитывать не только нынешние, но и все прошлые виды деятельности предприятия, а также вероятное воздействие на окружающую среду жизненного цикла новых видов продукции;

8) разработка и выпуск детального руководства, которое позволяло бы аудитору системы экологического менеджмента определить, что система функционирует и учитывает все значимые аспекты воздействия предприятия на окружающую среду;

9) установление системы регистрации всех экологически значимых событий, видов деятельности и т. п. (например, записи случаев нарушения требований экологической политики, описания предпринятых для улучшения ситуации мер, отчётов по итогам инспекции и текущего контроля).

Таким образом, структура экологического менеджмента по стандарту BS 7750 включает описание процедуры аудирования. При аудировании определяется, согласуется ли функционирование системы экологического менеджмента с запланированными целями. Система экологического менеджмента должна отвечать требованиям экологической политики предприятия.

Стандарт BS 7750 был принят Финляндией, Нидерландами и Швецией. Франция, Ирландия и Испания разработали свои стандарты экологического менеджмента. Австрия предпочла ждать опубликования международных требований к системам экологического менеджмента.

6.7.2. Схема экологического менеджмента и аудирования EMAS

В марте 1992 года в Европейском сообществе были выпущены «Требования к экоаудированию». Цель этого документа — создать стимулы для использования приёмов экологического аудирования для оценки деятельности предприятий, причём оценки, включающей не только проверку выполнения требований природоохранного законодательства, но и задач собственной экологической политики предприятия. Предпочтение отдаётся превентивным мерам и принципам распределения ответственности в охране окружающей среды.

В 1993 году было завершено создание Схемы экологического менеджмента и аудирования (*Eco-management and audit scheme* или EMAS). Предприятия получили возможность быть сертифицированными в соответствии с EMAS с 1995 года.

Система экологического менеджмента представляет собой *modus operandi* (алгоритм, образ действия) для промышленности, необходимый для достижения целей экологической политики и поэтапного решения конкретных

экологических задач. Существует чёткая параллель между требованиями к организации системы «всеобщего менеджмента качества» TQM (Total Quality Management) и системы экологического менеджмента EMAS. Отметим, что ядром философии менеджмента в развитых странах считается всеобъемлющая система качества (TQM), которая основана на эффективном получении качественной продукции и услуг (через весь жизненный цикл — от сырья через производство к жизни самой продукции и окончательному размещению отходов).

Цель разработки EMAS состояла в оценке и улучшении экологических характеристик деятельности промышленных предприятий и в создании условий для предоставления населению экологической информации. Предполагалось, что внедрение систем экологического менеджмента будет способствовать постоянному улучшению экологических характеристик деятельности предприятий путём:

- разработки и реализации экологической политики и экологических программ;
- периодической объективной и систематизированной оценки параметров экологической деятельности всех подразделений предприятия;
- предоставления населению экологической информации о предприятии.

Регистрация (сертификация) организаций в соответствии с требованиями EMAS является добровольной, система создана исключительно для промышленных предприятий. По мнению экспертов Центра природоохранных технологий (Великобритания), выгоды от внедрения системы экологического менеджмента (а соответственно и стимулы) состоят в том, что:

- менеджмент нацеливается на ключевые виды деятельности — всё начинается с оценки деятельности, приоритизации проблем;
- облегчается решение проблем, достигаются большая ответственность, чёткое распределение обязанностей, системный подход;
- возникает потенциальная возможность уменьшения затрат путём рационализации потребления воды, энергии, сырья, уменьшения образования отходов;
- гарантируется соответствие меняющимся требованиям природоохранного законодательства;
- минимизируется риск привлечения к судебной ответственности;
- учитываются интересы всех сторон (осуществляется информирование и распределение обязанностей между сотрудниками и внешними участниками — общественностью);
- улучшаются позиции предприятия на рынке за счёт лучших экологических показателей;
- достигается реальное улучшение экологических показателей, то есть

происходит уменьшение воздействия реализованных процессов, услуг и продукции на состояние окружающей среды.

Цикл системы экологического менеджмента в соответствии с требованиями EMAS включает пять основных компонентов:

- разработку экологической политики и выпуск документа (заявления), описывающего приверженность организации достижению конкретных экологически значимых целей путём решения определённых задач;
- оценку существующей ситуации, то есть установление начальных характеристик деятельности, по отношению к которым будет оцениваться эффективность функционирования системы экологического менеджмента;
- формулирование конкретных задач (то есть установление тех характеристик деятельности, которые подлежат улучшению), отвечающих целям экологической политики предприятия;
- разработку экологической программы, детализирующей пути и стадии решения поставленных задач;
- проведение экологического аудирования с тем, чтобы периодически проверять, решаются ли поставленные организацией задачи и ведёт ли функционирование системы экологического менеджмента к улучшению экологических показателей деятельности предприятия.

Многие требования описанных стандартов EMAS и BS 7750 близки. Считается, что британский стандарт BS 7750 послужил моделью для разработки европейского рекомендательного документа EMAS. На сегодня существуют серьёзные учебники и руководства, детально описывающие каждый шаг разработки и внедрения систем экологического менеджмента и аудирования в соответствии с требованиями EMAS. Однако надо помнить, что EMAS — документ европейский и по-европейски исключительный. Многие эксперты считают, что будущее принадлежит всемирной системе и стандартам, подготовленным международным институтом ISO. Аббревиатура ISO — это начальные буквы словосочетания *International Standardization Organization* — Международная организация по стандартизации.

6.7.3. Стандарты системы экологического менеджмента серии ISO-14000

Появление серии ISO-14000 международных стандартов систем экологического менеджмента на предприятиях и в компаниях называют одной из наиболее значительных международных природоохранных инициатив. Система стандартов ISO-14000 ориентирована не на количественные параметры (объём выбросов, концентрации вредных веществ и т. п.) и не на технологии (требование использовать или не использовать определённые технологии, требование использовать «наилучшую доступную технологию»). Основным предметом ISO-14000 является система экологического менеджмента. Типичные положения этих стандартов состоят в том, что в орга-

низации должны быть введены и соблюдаться определённые процедуры, должны быть подготовлены определённые документы, должны быть назначены ответственные за определённые области экологически значимой деятельности. Основным документом серии ISO-14001 не содержат никаких «абсолютных» требований к воздействию организации на окружающую среду, за исключением того, что организация в специальном документе должна объявить о своём стремлении соответствовать национальным экологическим стандартам.

Такой характер стандартов обусловлен, с одной стороны, тем, что ISO-14000 как международные стандарты не должны вторгаться в сферу действий национальных нормативов. С другой стороны, предшественником ISO являются «организационные» подходы к качеству продукции (например, концепция «Всеобщего менеджмента качества» — Total Quality Management), согласно которым ключом к достижению качества является выстраивание надлежащей организационной структуры и распределение ответственности за качество продукции и услуг.

Решение о разработке ISO-14000 явилось результатом Уругвайского раунда переговоров по Всемирному торговому соглашению и встречи на высшем уровне по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году. Стандарты ISO-14000 разрабатываются техническим комитетом 207 (ТС 207) Международной организации по стандартизации (ISO) с учётом уже зарекомендовавших себя международных стандартов по системам менеджмента качества продукции (ISO-9000), в соответствии с которыми в настоящий момент сертифицировано более 100 тыс. предприятий и компаний по всему миру.

Предполагается, что система стандартов экологического менеджмента будет обеспечивать уменьшение неблагоприятных воздействий на окружающую среду на трёх уровнях:

- организационном — через улучшение экологического поведения корпораций;
- национальном — через создание существенного дополнения к национальной нормативной базе и компонента государственной экологической политики;
- международном — через улучшение условий международной торговли.

Документы, входящие в систему стандартов ISO-14000, можно условно разделить на три основные группы:

- принципы создания и использования систем экологического менеджмента (ЭМС);
- инструменты экологического контроля и оценки;
- стандарты, ориентированные на продукцию.

В трёх названных областях разработаны и разрабатываются нижеследующие документы.

Стандарты	1. Принципы экологического менеджмента
ISO-14001	Системы экологического менеджмента (ЭМС) (спецификации и руководство по использованию)
ISO-14004	ЭМС (общее руководство по принципам, системам и методам)
ISO-14014	Руководство по определению «начального уровня» экологической эффективности предприятия. Должно использоваться перед созданием формальной системы экологического менеджмента
	2. Инструменты экологического контроля и оценки
ISO-14010	Руководство по экологическому аудиту. Общие принципы экологического аудита
ISO-14011/1	Руководство по экологическому аудиту. Процедуры аудита. Аудит систем экологического менеджмента
ISO-14012	Руководство по экологическому аудиту. Критерии квалификации экологических аудиторов
ISO-14031	Руководство по оценке экологических показателей деятельности предприятий
	3. Стандарты, ориентированные на продукцию
ISO-14020	Принципы экологической маркировки продукции
ISO-14040	Методология оценки «жизненного цикла продукции» (оценки экологического воздействия, связанного с продукцией, на всех стадиях её жизненного цикла)
ISO-14050	Глоссарий (толковый словарь специфических слов и выражений)

Ключевым положением серии ISO-14000 является понятие системы экологического менеджмента в организации (предприятии или компании). Поэтому центральным документом стандарта считается ISO-14001 — Спецификации и руководство по использованию систем экологического менеджмента. В отличие от остальных документов, все его требования являются аудируемыми. Предполагается, что соответствие или не соответствие ему конкретной организации может быть установлено с высокой степенью определённости. Именно соответствие стандарту ISO-14001 и является предметом формальной сертификации системы экологического менеджмента организации.

Все остальные документы рассматриваются как вспомогательные. Например, ISO-14004 содержит более развёрнутое руководство по созданию системы экологического менеджмента. Серия документов 14010 определяет принципы аудита ЭМС. Серия 14040 определяет методологию оценки

«жизненного цикла», которая может использоваться при оценке экологических воздействий, связанных с продукцией организации (такая оценка требуется стандартом ISO-14001).

Как отмечалось выше, стандарт ISO-14001 устанавливает требования к системе экологического менеджмента, которые позволяют любому предприятию сформулировать экологическую политику и цели в соответствии с требованиями природоохранного законодательства своей страны. В стандарте приведены основные термины и определения, а также изложены рекомендации в области экологической политики, планирования, целей и задач, программы и системы экологического менеджмента. В соответствии с приведёнными рекомендациями любое предприятие может создать систему экологического менеджмента, развивать функции экологического менеджмента и обеспечивать подтверждение соответствия системы экологического менеджмента требованиям стандартов.

Стандарт ISO-14001 имеет нижеследующую структуру.

1. Возможности стандарта
2. Ссылки на нормативные документы
3. Определения
4. Требования к системе экологического менеджмента
 - 4.1. Общие требования
 - 4.2. Экологическая политика
 - 4.3. Планирование
 - 4.3.1. Экологические аспекты
 - 4.3.2. Экологические и другие требования
 - 4.3.3. Цели и задачи
 - 4.3.4. Программа (программы) экологического менеджмента
 - 4.4. Внедрение в действие
 - 4.4.1. Структура и ответственность
 - 4.4.2. Подготовка, осознание и компетенция
 - 4.4.3. Коммуникации
 - 4.4.4. Документация в системе экологического менеджмента
 - 4.4.5. Контроль документации
 - 4.4.6. Оперативный контроль
 - 4.4.7. Подготовленность к чрезвычайным ситуациям и ответственность за действия в условиях чрезвычайных ситуаций
 - 4.5. Проверяющие и корректирующие действия
 - 4.5.1. Мониторинг и измерения
 - 4.5.2. Действия в случае несоблюдения требований, корректирующие и предупредительные действия
 - 4.5.3. Отчётность
 - 4.5.4. Аудит системы экологического менеджмента
 - 4.6. Периодический пересмотр системы менеджмента

ПРИЛОЖЕНИЯ

А. Указания к использованию стандарта

В. Связи между ISO-14001 и ISO-9001

С. Библиография

Официально стандарты ISO-14000 являются добровольными. Они не заменяют законодательных требований, а обеспечивают систему определения того, каким образом компания влияет на окружающую среду и как выполняются требования природоохранного законодательства. Организация может использовать стандарты ISO-14000 для внутренних нужд, например как модель ЭМС или формат внутреннего аудита системы экологического менеджмента. Предполагается, что создание такой системы даёт организации эффективный инструмент, с помощью которого она может управлять всей совокупностью своих воздействий на окружающую среду и приводить свою деятельность в соответствие с разнообразными требованиями.

Стандарты могут использоваться и для внешних нужд, чтобы продемонстрировать клиентам и общественности соответствие системы экологического менеджмента современным требованиям. Наконец, организация может получить формальную сертификацию от третьей (независимой) стороны. Как можно предполагать по опыту стандартов ISO-9000, именно стремление получить формальную регистрацию и документально обосновать заявление о выпуске «экологически чистой» продукции, видимо, будет движущей силой внедрения систем экологического менеджмента, соответствующих стандарту.

Несмотря на добровольность стандарта, по словам председателя ISO/TC 207, большинство крупных компаний, включая транснациональные компании, будут сертифицированы в соответствии с ISO-14000, то есть получат свидетельство «третьей стороны» о том, что те или иные аспекты их деятельности соответствуют этим стандартам. Предприятия могут захотеть получить сертификацию по ISO-14000 в первую очередь потому, что такая сертификация (или регистрация по терминологии ISO) будет являться одним из непереносимых условий маркетинга продукции на международных рынках (например, недавно ЕЭС объявило о своём намерении допускать на рынок стран Содружества только ISO сертифицированные компании).

Среди других причин, по которым предприятию может понадобиться сертификация или внедрение ЭМС, можно назвать следующие:

- улучшение имиджа фирмы в области выполнения природоохранных требований (в том числе природоохранного законодательства);
- экономия энергии и ресурсов, в том числе направляемых на природоохранные мероприятия, за счёт более эффективного управления ими;
- увеличение оценочной стоимости основных фондов предприятия;
- желание завоевать рынки «зелёных» продуктов;

- улучшение системы управления предприятием;
- интерес в привлечении высококвалифицированной рабочей силы.

По замыслу ISO, система сертификации должна создаваться на национальном уровне. Судя по опыту таких стран, как Канада, ведущую роль в процессе создания национальной инфраструктуры сертификации играют национальные агентства по стандартизации, такие как Госстандарт, а также торгово-промышленные палаты, союзы предпринимателей и т. д. Ожидается, что стандартный процесс регистрации будет занимать от 12 до 18 месяцев, примерно столько же времени, сколько занимает внедрение на предприятии системы экологического менеджмента.

Поскольку требования ISO-14000 во многом пересекаются с ISO-9000, возможна облегчённая сертификация предприятий, которые уже имеют документ соответствия ISO-9000. В дальнейшем предполагается возможность «двойной» сертификации для уменьшения общей стоимости внедрения стандартов. Как показывает опыт работы одной из консультационных фирм, сертификация в рамках ISO-9000 — это 70 % работы по сертификации в рамках ISO-14000.

Как видно, ISO-14000 предъявляет требования скорее к самой системе экологического менеджмента. Обязательным является постепенное, поэтапное, но не прекращающееся улучшение функционирования этой системы. Причём предприятие может быть сертифицировано в соответствии с ISO-14000, даже если его технологические системы и организационные мероприятия не обеспечивают собственно уменьшения воздействия на окружающую среду.

По мнению ряда экологов-юристов США и специалистов в области промышленной экологии Великобритании, принципы EMAS более прогрессивны и создают более надёжную основу для достижения основной цели введения стандартов в области экологического менеджмента — уменьшение воздействия производственного сектора на окружающую среду. Разработчики схемы экологического менеджмента и аудирования полагают, что сертификация предприятия по ISO-14000 может рассматриваться как промежуточный шаг к согласованию его деятельности с требованиями EMAS.

6.7.4. Экологический менеджмент и экологическое управление

В российской литературе (в том числе и в переводах документов ISO-14000) термин *экологический менеджмент* заменён *управлением качеством окружающей среды*, а в некоторых случаях — *экологическим управлением*. Вместе с тем для этих понятий на основе анализа существующих нормативных документов, учебно-методической литературы, практики деятельности можно выделить ряд существенных различий, определяемых субъектами экологического управления и экологического менеджмента, мотивацией деятельности, ролью ответственных лиц, отношением к результатам деятельности и др. (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Различие в понятиях

Экологическое управление	Экологический менеджмент
Осуществляется органами государственной власти и экономическими субъектами	Осуществляется исключительно экономическими субъектами
Внешне мотивированная деятельность, определяемая требованиями природоохранного законодательства	Внутренне мотивированная деятельность, определяемая в первую очередь принципами экоэффективности и экосправедливости
Обязательная в своей основе деятельность	Деятельность инициативная и добровольная в своей основе
Деятельность, осуществляемая в рамках должностных обязанностей и инструкций	Деятельность, зависящая от личной заинтересованности менеджера в конечных результатах и определяемая его квалификацией, опытом и искусством
Преобладание процесса управления над результатом. Игнорирование отрицательных результатов	Преобладание результатов менеджмента над процессами их достижения. Активное использование отрицательных результатов
Изначальная формализованность, консервативность и ограниченность	Изначальная активность, необходимость поиска новых возможностей и путей, творческие аспекты
Относительная лёгкость имитации и фальсификации эффективной деятельности	Практическая невозможность имитации и фальсификации эффективной деятельности

Исходя из наиболее существенных различий в понятиях *экологическое управление* и *экологический менеджмент*, можно предложить нижеследующие определения.

Экологическое управление — это деятельность государственных органов и экономических субъектов, главным образом направленная на соблюдение обязательных требований природоохранного законодательства.

Экологический менеджмент — это инициативная деятельность экономических субъектов, направленная на достижение их собственных экологических целей, проектов и программ.

Основные цели и соответствующие критерии их достижения в экологическом менеджменте связаны с процессами постоянного улучшения. Последовательное из года в год улучшение должно достигаться во всех экологи-

гически значимых аспектах деятельности экономических субъектов, где это практически достижимо. Подобное улучшение в целом невозможно имитировать и фальсифицировать. Это создаёт необходимую основу для оценки экологической состоятельности экономических субъектов.

Таким образом, эффективный экологический менеджмент обеспечивает предприятию кредит доверия в отношениях со всеми заинтересованными в его деятельности сторонами. В этом заключается основное преимущество экологического менеджмента в сравнении с традиционным формальным экологическим управлением.

Функции экологического управления и экологического менеджмента:

- обоснование экологической политики и обязательств;
- планирование экологической деятельности;
- организация внутренней и внешней экологической деятельности;
- управление персоналом;
- управление воздействием на природную среду и использованием ресурсов;
- внутренний экологический мониторинг и экологический контроль;
- анализ и оценка результатов экологической деятельности;
- пересмотр и совершенствование системы экологического управления и экологического менеджмента.

Функции экологического управления и экологического менеджмента в целом совпадают. Для менеджмента характерно существенное углубление и расширение ряда функций, которые в традиционном управлении реализуются формально (например, обоснование экологической политики, организация внешней экологической деятельности, пересмотр и совершенствование системы экологического управления и экологического менеджмента). Функция анализа и оценки результатов экологической деятельности определяет задачи аудирования системы экологического менеджмента, отсутствующие в традиционном управлении.

Система экологического менеджмента (EMS) представляет собой часть общей системы менеджмента предприятия. Она включает организационную структуру, планирование деятельности, распределение ответственности, практическую работу, а также процедуры, процессы и ресурсы для разработки, внедрения, оценки достигнутых результатов и совершенствования экологической политики.

По характеру взаимосвязей с внешним окружением (например, работа со всеми заинтересованными в экологических аспектах деятельности предприятия лицами и сторонами) EMS является открытой системой. Традиционная система экологического управления, напротив, представляет собой преимущественно закрытую систему. В основе функционирования EMS лежит спираль, повторяющийся цикл, направленный на последовательное совершенствование системы экологического менеджмента в целом. Для

EMS характерна ярко выраженная обратная связь, практически отсутствующая в формально экологическом управлении. Циклическое выявление приоритетных задач и их последовательное решение приводит к постоянному улучшению экологических показателей работы предприятия. Всегда существует возможность снижения уровня воздействия на природную среду.

Экологическая политика отражается в заявлении организации о своих намерениях и принципах, связанных с её общей экологической эффективностью. Заявление служит основанием для экологической деятельности и установления целевых и плановых экологических показателей.

Одним из важнейших рычагов экологического управления предприятиями стал экологический аудит. Экологический аудит — это систематически проводимый и документированный процесс проверки в целях определения соответствия конкретных экологических мероприятий, условий, систем управления или информации о них критериям аудита, а также передачи результатов этого процесса заказчику. Критерии аудита могут быть основаны на местных, национальных или международных экологических нормах, государственных законах или нормативах, разрешениях или допущениях, условиях систем управления, корпоративных стандартах или методических указаниях международных организаций. Экологический аудит относится к лицензируемым видам деятельности в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 1994 года № 1418 «О лицензировании отдельных видов деятельности».

Экологический аудит на предприятии используется как для выявления экологических проблем, так и для проверки эффективности внедрённых мероприятий по улучшению экологической ситуации. Таким образом, экологический аудит дважды привлекается при решении экологических проблем предприятия: первичный аудит является исходным звеном, а завершающий аудит — заключительным звеном системы экологического менеджмента на промышленном предприятии.

Этапы экологического аудита:

- 1) инициирование аудита (объём аудита, предварительный анализ документов);
- 2) подготовка аудита (план аудита, распределение обязанностей в аудиторской группе, рабочие документы);
- 3) проведение аудита (первое задание, сбор аудиторских данных, результаты аудита, заключительное заседание);
- 4) аудиторское заключение и сохранение документов (подготовка аудиторского заключения, содержание аудиторского заключения, рассылка заключения).

Независимому аудиту желательно подвергать и саму систему экологического менеджмента предприятия. Аудит системы управления окружающей

средой — систематический документально оформленный процесс проверки объективно получаемых и оцениваемых аудиторских данных для определения соответствия системы управления окружающей средой, принятой в данной организации, критериям аудита такой системы.

С внедрением экологического менеджмента связывают наиболее значимые достижения в решении экологических проблем за последние годы. Особое внимание уделяется возможностям экологического менеджмента уже на первых этапах своего развития получать быстрые результаты без дополнительных затрат или с незначительными дополнительными затратами. Во всём мире экологический менеджмент (серия международных стандартов ISO-14000 в целом) воспринимается в тесной связи с обеспечением качества продукции (серия стандартов ISO 9000), производственной безопасности и благоприятных условий труда (серия стандартов ISO 8000).

Признаки экологического менеджмента, определяющие его отличие от традиционных форм производственного экологического управления:

- обоснование и осознанное принятие руководством предприятия экологической политики (публично декларируемых основных принципов, приоритетов и направлений экологической деятельности);

- наличие конкретных экологических целей и задач, направленных на развитие процессов последовательного улучшения экологической ситуации;

- обязательное установление показателей и критериев оценки достигаемых результатов;

- эффективное планирование и организация экологической деятельности в соответствии с поставленными целями и задачами, взаимосвязь основной производственной и экологической деятельности;

- вовлечение всего персонала в экологическую деятельность;

- независимые анализ и оценка достигнутых результатов деятельности;

- систематический пересмотр и совершенствование экологической политики, целей и задач, планирования и организации деятельности в соответствии с достигнутыми результатами;

- экологическая «прозрачность», развитие отношений и конструктивный диалог со всеми заинтересованными в экологических аспектах деятельности лицами и поставщиками, общественностью, населением;

- подготовка и распространение инициативной экологической отчетности.

В качестве основных приоритетных целей производственного экологического управления и менеджмента наиболее часто рассматриваются цели, связанные с минимизацией отрицательного воздействия промышленного производства на окружающую среду. Это целенаправленные, мотивированные, последовательные из года в год изменения валовых и удельных по-

казателей сбросов и выбросов загрязняющих веществ, отходов, используемых ресурсов, экологических показателей готовой продукции, достигаемые на основе использования совокупности разнообразных организационных, технологических и технических методов и средств.

Экологический менеджмент предусматривает анализ причин негативного воздействия на природную среду не только конкретного предприятия, но и предприятий-поставщиков. Так, например, отрицательное воздействие автотранспорта в значительной степени обуславливается качеством и экологичностью используемого топлива. Несмотря на то, что определяющим в загрязнении окружающей среды свинцом является вклад нестационарных источников, минимизация отрицательного воздействия промышленного производства могла бы сыграть ключевую роль в решении проблемы. Например, отказ предприятий от использования этилированного бензина в своих автопарках, а заводов автомобильной промышленности — от выпуска транспортных средств, его потребляющих, привёл бы по принципу каскада и к уменьшению вклада нестационарных источников.

С экологическим менеджментом связаны активизация и объединение уже имеющихся возможностей для решения приоритетных экологических проблем. Определяющее значение имеет доступность экологического менеджмента для большинства существующих предприятий, связанная в первую очередь с широким использованием разнообразных малозатратных и беззатратных методов и средств решения экологических проблем. Практикой экологического менеджмента доказана возможность снижения отрицательного воздействия на природную среду на 20–40 % для любого действующего предприятия на основе использования только малозатратных и беззатратных подходов, методов и действий. Эти подходы и методы чрезвычайно просты, понятны и доступны для любого предприятия.

Экологический менеджмент во многом определяет возможность достижения быстрых результатов в решении экологических проблем, очевидных для персонала предприятий, населения, общественности, инвесторов, акционеров, местной власти. Получение быстрых, очевидных результатов в решении экологических проблем в первую очередь связывается с наведением экологического порядка на производстве (порядок на промышленной площадке в целом, в санитарно-защитной зоне, в рабочих зонах и офисах, в складском хозяйстве, в размещении и удалении отходов и т. п.).

С экологическим менеджментом непосредственно взаимосвязаны прогрессивные изменения методов и форм деятельности государственного экологического контроля. Эти изменения определяются переходом в основном многочисленных частных объектов (ресурсов, источников воздействия на окружающую среду, отходов и т. п.) и параметров к контролю уровня достаточности и эффективности систем производственного экологического управления и менеджмента в целом. Если первую форму государственного

экологического контроля реализовать практически невозможно, то вторая в значительной степени соответствует имеющимся на сегодня реальным возможностям.

Экологический менеджмент предполагает обязательное вовлечение в осознанную целенаправленную разностороннюю экологическую деятельность не только отдельных специалистов, но и руководителей, лиц, принимающих решения, производственного персонала в целом, а также всех заинтересованных в экологической деятельности предприятия сторон. Решение подобной задачи возможно на основе принципиально иной мотивации деятельности в системе экологического менеджмента. Здесь создаются условия для проявления неограниченного творческого потенциала предпринимательства в разнообразной экологической деятельности предприятия.

С экологическим менеджментом связывают создание более благоприятных условий и дополнительных возможностей для инвестирования в экономику, экспорта товаров и услуг, увеличения стоимости акций экологически состоятельных предприятий на фондовых биржах. Более экологически состоятельные, экологически культурные, экологически чистые, осуществляющие эффективную деятельность в области экологического менеджмента предприятия уже используют явные экономические преимущества и дополнительные перспективы для своего развития.

6.8. Экологическая экспертиза

Экологическая экспертиза призвана решать проблемы управления охраной природы, сочетания отраслевого и территориальных принципов. Экологической экспертизе должны подвергаться все проекты хозяйственной и иной деятельности, которые могут оказывать вредное воздействие на окружающую среду. Эти проекты должны содержать материалы по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС), которая проводится заказчиком проекта.

Задачи экологической экспертизы:

- определение уровня экологической опасности намечаемой деятельности;
- проверка соответствия проектируемой деятельности требованиям природоохранного законодательства;
- определение степени обоснованности предусмотренных проектом мер по охране природы.

Экспертиза проводится органами Госкомэкологии на основе принципов законности, научной обоснованности, комплексности, гласности и с участием общественности. В ней не должны участвовать лица, заинтересованные каким-либо образом в её исходе. Для оценки процедуры экспертизы и законности составления проекта полезно участие квалифицированных

юристов. Следует обязательно включать в состав комиссии экономистов. Экологическую экспертизу должны проходить также по инициативе органов местного самоуправления и ранее принятые программы.

Главный принцип: реализация проекта, подлежащего экологической экспертизе, без положительного заключения государственной экологической экспертизы запрещается и не подлежит финансированию.

Выносимый на экспертную оценку проект отражает, как правило, задачи природопользования — эксплуатацию природных ресурсов в интересах предпринимателя, народного хозяйства. Экспертная комиссия, включающая в основном экологов, учитывает мнения лиц, проживающих на данной территории. Это территориальный фактор, отражающий стремление к экологическому благополучию. Решение экологических споров во многом зависит от объективности и научности подходов.

Независимая вневедомственная экологическая экспертиза создаётся при комитетах охраны природы, на коллегиях которых и рассматриваются заключения экологических экспертных комиссий.

Основные полномочия граждан и общественных объединений при проведении государственной экологической экспертизы определены Законом по охране окружающей природной среды (1991) и федеральным Законом об экологической экспертизе (1995). В них указаны принципы проведения государственной экологической экспертизы, отражено участие общественных организаций, учёт общественного мнения и др.

В частности, граждане и общественные объединения имеют право:

- выдвигать предложения о государственной и общественной экспертизе проектов, затрагивающих экологические интересы населения;
- направлять в органы охраны окружающей среды предложения по экологическим аспектам проектов и действующих предприятий;
- получать информацию о результатах проведения экологической экспертизы;
- обжаловать выводы комиссии в суде или в арбитражном суде;
- в случае необходимости требовать проведения государственной экологической экспертизы;
- рекомендовать своих представителей для работы в комиссии.

К проведению экологической экспертизы имеют отношение и более общие права граждан:

- требовать полной информации о состоянии окружающей среды и мерах по её охране;
- ставить вопрос о привлечении к ответственности виновных должностных лиц;
- предъявлять в суде и в арбитражном суде иски о возмещении вреда здоровью и имуществу граждан, причинённого экологическими правонарушениями;

— требовать в административном или судебном порядке отмены решения о размещении, строительстве, эксплуатации экологически вредных производств.

Согласно Закону РФ о государственной тайне (1993), к материалам, не подлежащим засекречиванию, относятся сведения:

- о чрезвычайных происшествиях и катастрофах, угрожающих безопасности и здоровью граждан, и их последствиях, а также о стихийных бедствиях, их официальных прогнозах и последствиях;
- о состоянии экологии, здравоохранения и санитарии;
- о фактах нарушения прав и свобод человека и гражданина;
- о фактах нарушения законодательства органами государственной власти и должностными лицами.

6.8.1. Процедура государственной экологической экспертизы

Правительство Российской Федерации осуществляет меры по обеспечению законов, а также прав граждан и юридических лиц в области экологической экспертизы. Закон об экологической экспертизе (1995) определяет официально уполномоченные органы в области экологической экспертизы — Комитет по охране окружающей среды и его территориальные органы. Эти организации имеют исключительное право на проведение государственной экологической экспертизы. Не следует смешивать государственную экологическую экспертизу с иными смежными мероприятиями экологической направленности, не обладающими правовыми статусами: экологическими исследованиями, научными оценками, экологическими прогнозами и т. п., имеющими нередко те же цели, но не обеспеченными соответствующими нормами права.

Специальные государственные органы в области экологической экспертизы уполномочены:

- получать бесплатно от государственных органов, независимо от их принадлежности, информацию, необходимую для выполнения задач экологической экспертизы, иметь доступ к находящейся в их распоряжении базе данных о состоянии окружающей среды и возможных последствиях негативного воздействия на неё хозяйственной и иной деятельности;
- направлять в банковские организации представления о прекращении (приостановлении) финансирования объектов экологической экспертизы, не получивших положительного заключения государственной экологической экспертизы;
- предварительно информировать органы государственной власти и местного самоуправления о проведении заседаний экспертной комиссии по объектам, реализуемым на территории соответствующих органов;
- организовывать информационное обеспечение государственной экологической экспертизы (данные об экспертируемых объектах и их негативном влиянии на окружающую среду);

— предоставлять для ознакомления общественным объединениям нормативно-технические документы, необходимые для проведения экологической экспертизы;

— направлять органам государственной власти, местного самоуправления, общественным организациям, заинтересованным гражданам информацию о результатах государственной экологической экспертизы;

— знакомить средства массовой информации по их запросам с заключением государственной экологической экспертизы.

Территориальные органы Комитета по охране природы обязаны своевременно информировать органы прокуратуры о нарушении законодательства РФ и законодательства субъектов Федерации, готовить и направлять другим правоохранительным органам соответствующие материалы по вопросам привлечения к ответственности лиц, виновных в совершении нарушений законодательства РФ об экологической экспертизе.

Заказчик документации, подлежащей экологической экспертизе, обязан:

1) оплатить проведение государственной экологической экспертизы;

2) передать проверяющей организации необходимые материалы, сведения, расчёты, в том числе на экспертизу дополнительно к первичной информации должны быть представлены следующие документы:

— материалы оценки воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности;

— положительные заключения и документы согласования органов федерального надзора и контроля и органов местного самоуправления;

— материалы обсуждений с гражданами и общественными объединениями, организованными органами местного самоуправления;

3) осуществлять намеченную деятельность исключительно в соответствии с документацией, получившей положительное заключение государственной экологической экспертизы.

К ведению субъекта Российской Федерации относится:

— делегирование экспертов для участия в качестве наблюдателей в заседаниях экспертной комиссии;

— информирование населения о намечаемых и проводимых экологических экспертизах и их результатах.

Органы местного самоуправления могут:

— делегировать своих экспертов в качестве наблюдателей на заседания экспертных комиссий государственной экологической экспертизы;

— реализовывать свои полномочия в вопросах экологической экспертизы на основании опросов, референдумов, заявлений общественных политических движений;

— информировать органы прокуратуры, территориальные специально уполномоченные органы в области охраны окружающей природной среды,

органы государственной власти субъектов Федерации о начале реализации объекта экологической экспертизы без положительного заключения государственной экологической экспертизы.

Повторное проведение государственной экологической экспертизы осуществляется на основании решения суда или арбитражного суда.

Заключение государственной экологической экспертизы есть документ, содержащий обоснованные выводы о допустимости воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности и о возможности реализации объектов экспертизы, одобренной квалифицированным большинством списочного состава экспертной комиссии.

Утверждение заключения экспертной комиссии специально уполномоченным государственным органом в области государственной экспертизы означает подтверждение последним соответствия порядка проведения экспертизы требованиям законов Российской Федерации и законов её субъектов.

6.8.2. Общественная экологическая экспертиза

Общественная экологическая экспертиза организуется и проводится по инициативе граждан и их объединений, а также по инициативе органов местного самоуправления. Общественная экологическая экспертиза может проводиться объединениями, которые зарегистрированы в установленном законодательством порядке. Общественная экологическая экспертиза может проводиться независимо от государственной экологической экспертизы.

Общественные объединения, проводящие экологическую экспертизу, имеют право:

- получать от заказчика документацию, подлежащую экологической экспертизе, предусмотренную законом;
- знакомиться с нормативно-технической документацией, регламентирующей проведение государственной экологической экспертизы;
- участвовать в качестве наблюдателей в заседаниях государственных экспертных комиссий.

Условия проведения общественной экологической экспертизы:

- подаётся заявление в органы местного самоуправления о проведении экологической экспертизы в установленном порядке;
- оформляется государственная регистрация заявления о проведении государственной экологической экспертизы;
- порядок и сроки общественной экологической экспертизы устанавливаются органами местного самоуправления;
- население извещается общественными объединениями, организующими экологическую экспертизу, о начале и результатах проверки.

Заключение общественной экспертизы направляется в Комитет по охране природы, а также его органам, заказчикам, органам местного само-

управления, органам, принимающим решение о реализации заключений экологической экспертизы. Выводы этого документа, в отличие от заключения государственной экспертизы, носят рекомендательный характер. Заключение общественной экспертизы в первичном изложении не обязывает нарушителей экологических норм и правил исправить ситуацию.

Однако, согласно Закону об охране окружающей среды, заключение общественной экологической экспертизы становится юридически обязательным после утверждения результатов экспертизы органами государственной экологической экспертизы. Если заключению общественной экологической экспертизы придаётся юридический статус, на экспертную общественную комиссию и её руководителя распространяется ответственность за правильность экспертного заключения в соответствии с трудовым, гражданским, административным либо уголовным законодательством.

Цели, основные приёмы, принципы государственной и общественной экспертизы совпадают. Общественная экспертиза имеет цель привлечь внимание государственных органов к конкретному объекту, представляющему экологическую опасность. Основаниями для проведения общественной экологической экспертизы могут быть решения органов самоуправления, органов общественного объединения согласно их компетенции, определённой в уставе, а также решение собрания научных коллективов или групп граждан, проживающих в потенциально опасном регионе.

Важно обеспечить правильную процедуру экспертизы и подбор членов и председателя комиссии общественной экспертизы. Здесь требования адекватны требованиям к государственной экспертизе, однако тщательность их выполнения имеет повышенное значение в связи с отсутствием обязательности заключения. Качественный состав экспертов по их научной квалификации и компетентности должен быть не ниже состава экспертов государственной экологической экспертизы, иначе их доводы, даже более мотивированные, не будут должным образом восприняты.

Получение мотивированного заключения важно, но это лишь часть дела. Главное — довести мотивированное заключение до сведения органов и должностных лиц, принимающих решение. Заключение общественной экологической экспертизы нужно сделать альтернативным, равноправным с решением государственной экологической экспертизы и мнением официальных организаций. Целесообразно разослать заключение заинтересованным лицам, опубликовать его в средствах массовой информации, провести широкое его обсуждение.

В зарубежных странах распространена практика объединения граждан для решения экологических проблем, приглашения юриста для консультаций или выступления в суде, сбора средств исключительно для этих локальных и ограниченных во времени нужд.

Участие общественности в государственной экспертизе. Общественности принадлежит весомая роль в выполнении требований об обязательности проведения государственной экологической экспертизы в целях предотвращения загрязнения среды.

Общественность вправе требовать ответа на вопросы:

- все ли объекты подвергнуты экспертизе;
- есть ли случаи финансирования строительства объектов без экологической экспертизы;
- какова ответственность председателя и членов комиссии за заведомо необоснованные заключения и др.

Экологическая экспертиза — важнейшая на сегодня форма и стадия предупреждения и пресечения деградации природы, которую общественности надо держать под строгим контролем. Важно отметить, что при существующем уровне политической и правовой культуры большинства граждан подключение их к деятельности государственной экологической экспертизы является эффективной формой воздействия на принимаемые экологические решения. Это, по-видимому, объясняется:

- недостаточным развитием института ОВОС;
- слабостью контроля для полного отражения общественного мнения в пояснительных записках и иных материалах технико-экономического обоснования и проекта;
- относительно неполным уровнем информации, гласности, выражения и защиты собственного мнения (всё это формируется десятилетиями).

Органы местного самоуправления получают от соответствующих госорганов необходимую информацию об объектах экологической экспертизы и о результатах проведения государственной и общественной экологической экспертизы. Природоохранные органы, местное самоуправление должны быть заинтересованы в привлечении граждан к работе государственной экологической инспекции. Это нужно для предупреждения ошибок проекта и будущих конфликтов, для повышения рейтинга проекта. На этом этапе возможных конфликтов можно избежать, не доводя дело до обжалования решений в суде.

В ряде субъектов Российской Федерации разработаны и приняты нормативные акты по вопросам государственной экологической экспертизы, предусматривающие конкретные формы привлечения к ней общественности.

6.8.3. Правовые гарантии экологической экспертизы

Приведём некоторые правовые гарантии обеспечения требований к экологической экспертизе, способствующие защите экологических прав.

Закон об охране окружающей среды

1. Государство гарантирует гражданам возможность реализации предоставленных им прав в области охраны окружающей среды.

2. Государственные органы и их должностные лица обязаны оказывать всемерное содействие общественным объединениям и гражданам в реализации их экологических прав и обязанностей, принимать необходимые меры по выполнению их предложений и требований в организации природоохранной деятельности.

3. Должностные лица и граждане, препятствующие выполнению общественными объединениями и гражданами их экологических прав и обязанностей, вытекающих из Конституции РФ и отдельных законов, привлекаются к ответственности.

4. Должностные лица, граждане, организации, виновные в невыполнении обязанности по проведению государственной экологической экспертизы, а также в предоставлении заведомо ложной искажённой информации, в отказе предоставления достоверной информации, подвергаются штрафу, налагаемому в административном порядке:

- граждане — до десятикратного размера минимальной заработной платы;
- должностные лица — до двадцатикратного размера минимальной заработной платы;
- юридические лица — до 500 тыс. рублей.

Закон Российской Федерации об экологической экспертизе (23 января 1995 года). Законом предусматривается большое количество новелл, обеспечивающих организацию и проведение экологической экспертизы, защиту прав граждан.

Правонарушениями заказчика и заинтересованных лиц считаются:

- фальсификация материалов, сведений и данных, представляемых на экологическую экспертизу, а также сведений о результатах её проведения;
- принуждение эксперта к подготовке заведомо ложного заключения;
- уклонение от представления государственным органам экспертизы и общественным объединениям, организациям и лицам, проводящим экологическую экспертизу, необходимых материалов, сведений, данных;
- создание препятствий организации и проведению экологической экспертизы;
- осуществление хозяйственной или иной деятельности, не соответствующей документации, которая получила положительное заключение государственной экологической экспертизы.

Нарушениями руководителей государственных органов экспертизы и экспертных комиссии признаются:

- необоснованность материалов по учёту выводов общественной экологической экспертизы и поступивших от органов местного самоуправления, общественных объединений, граждан аргументированных предложений по экологическим аспектам хозяйственной и иной экспертируемой деятельности;

— нарушение установленного порядка расходования перечисленных заказчиком средств на проведение государственной экологической экспертизы.

Руководители и члены экспертной комиссии несут ответственность за фальсификацию выводов заключения экологической экспертизы, за сокрытие от органов государственной экологической экспертизы или от общественных объединений, организующих проведение экологической экспертизы, сведений, отражающих заинтересованность в результатах экспертизы. Так, экспертом не может быть представитель заказчика или разработчика, гражданин, состоящий в трудовых или договорных отношениях с ними, представитель юридического лица, состоящего с заказчиком и разработчиком объекта экологической экспертизы в договорных отношениях.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николайкин Н. И. Экология / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. М. : Дрофа, 2009. 624 с.
2. Вальдберг А. Ю. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : уч. пос. / А. Ю. Вальдберг, Н. Е. Николайкина. М. : Дрофа, 2008. 239 с.
3. Вронский В. А. Экология и окружающая среда / В. А. Вронский. М.; Ростов н/Д : МарТ, 2008. 432 с.
4. Маринченко А. В. Экология / А. В. Маринченко. М. : Дашков и К°, 2008. 328 с.
5. Экология : уч. пос. / М. Н. Корсак [и др.]; под ред. С. В. Белова. 2-е изд. М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. 240 с.
6. Колесников С. И. Экология / С. И. Колесников. М. : Дашков и К° : Наука-Пресс, 2007. 384 с.
7. Страхова Н. А. Экология и природопользование : уч. пос. / Н. А. Страхова, Е. В. Омельченко. Ростов н/Д : Феникс, 2007. 252 с.
8. Дерягина С. Е. Экологический менеджмент на предприятии / С. Е. Дерягина, О. В. Астафьева, М. Н. Струкова. Екатеринбург : УрО РАН, 2007. 120 с.
9. Миркин Б. Н. Устойчивое развитие : уч. пос. / Б. Н. Миркин, Л. Г. Наумова. М. : Логос, 2006. 312 с.
10. Бродский А. К. Общая экология / А. К. Бродский. М. : Академия, 2006. 256 с.
11. Экологическая экспертиза : уч. пос. / В. К. Данченко [и др.]; под ред. В. М. Питулько. 3-е изд. М. : Академия, 2006. 480 с.
12. Коробкин В. И. Экология : учебник для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. Ростов н/Д : Феникс, 2005. 576 с.
13. Миркин Б. М. Основы общей экологии / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова. М. : Университетская книга, 2005. 240 с.
14. Справочник инженера по охране окружающей среды / под ред. В. П. Перхуткина. М. : Инфра-Инженерия, 2005. 864 с.

15. Мазур И. И. Инженерная экология. Общий курс : уч. пос. / И. И. Мазур, О. И. Молдованов, В. Н. Шишов; под ред. И. И. Мазура : в 2-х т. М. : Высшая школа, 1996.

Т. 1: Теоретические основы инженерной экологии. 637 с.

Т. 2: Справочное пособие. 655 с.

16. Уткин Э. А. Курс менеджмента : учебник для вузов / Э. А. Уткин. М. : Зерцало, 1998. 448 с.

17. Вронский В. А. Прикладная экология : уч. пос. / В. А. Вронский. Ростов н/Д : Феникс, 1996. 512 с.

18. Ерофеев Б. В. Экологическое право : учебник для вузов / Б. В. Ерофеев. М. : Новый Юрист, 1998. 688 с.

19. Харлампович Г. Д. Экологическая политика : Пособие для обучающихся / Г. Д. Харлампович. Екатеринбург : Центр экологического обучения и информации : Уральский государственный технический университет, 1996. 42 с.

20. Экологическая энциклопедия : в 6 т. Т. 1. А–Г / ред. совет : Н. П. Лавров (пред.) [и др.]; авт.-сост. К. С. Лосев. М. : Энциклопедия, 2012. 407 с.

21. Экологическая энциклопедия : в 6 т. Т. 2. Г–И / редкол. : В. И. Данилов-Данильян (гл. ред.) [и др.]. М. : Энциклопедия, 2010. 448 с.

22. Экологическая энциклопедия : в 6 т. Т. 3. И–М / редкол. : В. И. Данилов-Данильян (гл. ред.) [и др.]. М. : Энциклопедия, 2010. 448 с.

23. Экологическая энциклопедия : в 6 т. Т. 4. М–П / редкол. : В. И. Данилов-Данильян (гл. ред.) [и др.]. М. : Энциклопедия, 2011. 448 с.

24. Экологическая энциклопедия : в 6 т. Т. 5. П–С / редкол. : В. И. Данилов-Данильян (гл. ред.) [и др.]. М. : Энциклопедия, 2011. 448 с.

25. Экологическая энциклопедия : в 6 т. Т. 6. С–Я / редкол. : В. И. Данилов-Данильян (гл. ред.) [и др.]. М. : Энциклопедия, 2013. 652 с.

26. Экология : учебник для студентов вузов, обучающихся по техническим специальностям / В. Н. Большаков [и др.]; под ред. Г. В. Тягунова, Ю. Г. Ярошенко. М. : КНОРУС, 2012. 304 с.

27. Шилов И. А. Экология : учебник для студентов вузов / И. А. Шилов. 7-е изд. М. : Юрайт, 2012. 512 с.

28. Кальнер В. Д. Экологическая парадигма глазами инженера / В. Д. Кальнер. М. : Калвис, 2009. 400 с.

29. Вронский В. А. Экология и окружающая среда : слов.-справ. / В. А. Вронский. М.; Ростов на/Д : Март, 2008. 432 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПРЕДМЕТ ЭКОЛОГИИ	3
1.1. Предмет и задачи экологии	3
1.2. Задачи промышленной экологии.....	4
1.3. Экология и инженерная охрана природы.....	7
1.4. Концепция устойчивого развития	10
1.5. Охрана живой природы	13
2. БИОСФЕРА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ	17
2.1. Биосфера и этапы её эволюции.....	17
2.2. Роль биосферы в образовании месторождений топлив и сырьевых материалов силикатной промышленности	20
2.3. Учение В. И. Вернадского о биосфере	21
2.4. Переход биосферы в ноосферу.....	23
2.5. Учение Вернадского об автотрофности человечества.....	24
2.6. Цианобактерии — индикаторы экологического благополучия	25
2.7. Жизнь как термодинамический процесс	26
3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА	28
3.1. Экологические факторы и их действие.....	28
3.2. Лимитирующие факторы среды	30
3.3. Экологическая ниша	31
3.4. Адаптация живых организмов к экологическим факторам	32
3.5. Популяция, её структура и динамика	33
3.6. Взаимодействие живых организмов.....	35
3.7. Экологическая система. Биогеоценоз.....	39
3.8. Гомеостаз и сукцессия экологической системы.....	40
3.9. Круговорот веществ в природе	42
3.10. Помехи в биогеоценозах	44

4. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОИЗВОДСТВА НА АТМОСФЕРУ	47
4.1. Воздействие промышленного производства на окружающую среду.....	47
4.2. Классификация загрязнений атмосферного воздуха. Основные примеси воздуха	49
4.3. Контроль и управление качеством атмосферного воздуха.....	51
4.4. Установление предельно допустимых концентраций	53
4.5. Эффект суммации и его учет	55
4.6. Парниковый эффект.....	57
4.7. Озоновый слой и его изменение	58
4.8. Основные загрязнители атмосферного воздуха	59
4.9. Загрязнение атмосферного воздуха твёрдыми частицами и их воздействие на живые организмы.....	60
4.10. Загрязнение воздуха оксидами серы	60
4.11. Оксиды азота	62
4.11.1. Образование оксидов азота при горении	62
4.11.2. «Термические», «быстрые», «топливные» оксиды азота и условия их образования	63
4.11.3. Методы снижения содержания оксидов азота в продуктах горения	64
4.12. Продукты неполного сгорания топлива.....	64
4.13. Канцерогенные вещества и условия их образования	65
5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ И ПОЧВЫ.....	66
5.1. Контроль и управление качеством воды.....	66
5.2. Условия спуска сточных вод в водные объекты	67
5.3. Классификация примесей воды. Очистка сточных вод	68
5.4. Контроль загрязнения почвы	69
6. УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЕЙ БИОСФЕРЫ.....	71
6.1. Мониторинг окружающей среды	71
6.2. Санитарно-защитные зоны промышленных предприятий и производств	71
6.2.1. Выдержки из Санитарных норм проектирования промышленных предприятий.....	72
6.2.2. Размеры санитарно-защитных зон.....	77
6.2.3. Определение границ санитарно-защитной зоны для промышленных предприятий или объектов	82
6.3. Экологический паспорт предприятия	83
6.4. Экономическое регулирование природопользования	87
6.5. Оценка воздействия на окружающую среду	93
6.6. Правовое регулирование природопользования.....	100

6.6.1. Основы правового механизма природопользования	100
6.6.2. Экологические права граждан	103
6.6.3. Ответственность за экологические правонарушения	104
6.7. Экологический менеджмент	107
6.7.1. Британский стандарт в области систем экологического менеджмента BS 7750	107
6.7.2. Схема экологического менеджмента и аудирования EMAS..	109
6.7.3. Стандарты системы экологического менеджмента серии ISO-14000.....	111
6.7.4. Экологический менеджмент и экологическое управление ...	116
6.8. Экологическая экспертиза	122
6.8.1. Процедура государственной экологической экспертизы	124
6.8.2. Общественная экологическая экспертиза.....	126
6.8.3. Правовые гарантии экологической экспертизы	128
 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	 131

Учебное издание

Дерябин Владимир Андреевич
Фарафонтова Елена Павловна

ЭКОЛОГИЯ

Редактор *Л. Ю. Козяйчева*
Верстка *Е. В. Ровнушкиной*

Подписано в печать 04.12.2015. Формат 70×100 1/16.
Бумага писчая. Плоская печать. Усл. печ. л. 11,0.
Уч.-изд. л. 9,0. Тираж 100 экз. Заказ № 6.

Издательство Уральского университета
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5
Тел.: 8 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ
620075, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4
Тел.: 8 (343) 350-56-64, 350-90-13
Факс: 8 (343) 358-93-06
E-mail: press-urfu@mail.ru

