

А.И. Фирсов, А.Ф. Борисов, П.В. Макаров

Экология и строительное производство

Учебное пособие

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального
образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

А.И. Фирсов, А.Ф. Борисов, П.В. Макаров

Экология и строительное производство

3-е издание переработанное и дополненное

Утверждено редакционно - издательским советом
университета в качестве учебного пособия

Нижний Новгород
ННГАСУ
2012

ББК 38.93

Ф 62

Б 82

Фирсов А.И., Экология и строительное производство: учебное пособие для студентов вузов /А.И. Фирсов, А.Ф. Борисов, П.В. Макаров; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т; Н. Новгород: ННГАСУ, 2012, – 122 с.

ISBN 5-87941-387-X

Изложены основные свойства, структура биосферы, роль живых организмов, глобальные экологические проблемы, способы снижения негативного воздействия на окружающую среду предприятий строительной промышленности. Кратко рассмотрены социально - экономические и правовые аспекты природоохранной деятельности.

Учебное пособие предназначено для студентов общетехнических специальностей, преподавателей строительных вузов, аспирантов, специалистов экологических служб предприятий.

ББК 38.93

ISBN 5-87941-387-X

© Фирсов А. И., 2012

© Борисов А. Ф., 2012

© Макаров П. В., 2012

© ННГАСУ, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА. СТРУКТУРА БИОСФЕРЫ И ФУНКЦИИ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА.....	7
1.1. Задачи науки экология и её особенности.....	7
1.2. Понятие биосферы, её структура, свойства	11
1.3. Живое вещество и его роль в биосфере	19
1.4. Круговорот веществ в биосфере	21
2. СТРУКТУРА, ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ, СВОЙСТВА ПОПУЛЯЦИЙ	27
2.1. Основные характеристики экосистем.....	27
2.2. Динамика сообществ, популяций	28
2.3. Основные виды взаимодействия в экосистемах	31
2.4. Экологические характеристики популяций.....	37
3. ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМЫ	43
3.1. Влияние абиотических, биотических факторов на биоценозы.....	43
3.2. Особенности воздействия экологических факторов	45
3.3. Роль антропогенных факторов	47
4. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК НА БИОСФЕРУ.....	52
4.1. Парниковый эффект. Разрушение озонового слоя	52
4.2. Влияние кислотных дождей на строительные конструкции	56
4.3. Эффективные способы очистки газовых выбросов строительных предприятий.....	60
4.4. Экологические значения санитарно-защитных зон предприятий.....	75
4.5. Защита водных объектов от истощения, загрязнения.....	79
4.6. Снижение негативного воздействия на литосферу	84
4.7. Экологические проблемы энергоснабжения	89
4.8. Демографическая ситуация как глобальная экологическая проблема	92
4.9. Обеспечение биоразнообразия, значение особо охраняемых природных территорий.....	94
4.10. Использование экозащитной техники, технологий.....	99
5. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА, ЭКОНОМИКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	102
5.1. Экологические правонарушения и виды ответственности.....	102
5.2. Экономические аспекты природопользования	104

5.3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ, ЭКСПЕРТИЗА	106
5.4. НОРМАТИВЫ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, СТАНДАРТЫ	108
5.5. НАЗНАЧЕНИЕ, СПОСОБЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	111
5.6. ОСНОВЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	114
5.7. ГЛОБАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В БИОСФЕРЕ	116
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	120
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	121

Введение

Современные экологические проблемы, несмотря на совместные усилия мирового сообщества, остаются весьма актуальными. Основная причина неудовлетворительного состояния, например, атмосферы – поступление значительных количеств вредных газообразных веществ, аэрозолей от металлургических, нефтеперерабатывающих, химических предприятий. Осуществляемые сбросы в водные объекты недостаточно очищенных сточных вод негативно влияют на жизнедеятельность гидробионтов, ухудшают качественные характеристики пресной воды. Твёрдые промышленные отходы при отсутствии эффективных способов утилизации занимают большие территории и приводят к деградации почвенного слоя. При выпадении осадков они способствуют загрязнению поверхностных и подземных вод.

Строительная промышленность, в первую очередь производство строительных материалов наряду с названными выше отраслями вносит определённую долю загрязнений в биосферу. Значительную часть их можно исключить при совершенствовании производственных процессов, рациональном расходовании природных материалов, применении современных способов защиты окружающей среды. Соблюдение важнейших экологических требований невозможно при отсутствии надлежащих знаний квалифицированным специалистом – строителем биосферных процессов, причин, приводящих к их нарушению. Они могут быть получены и закреплены только при обучении в вузе.

По сравнению с предыдущими изданиями в данном учебном пособии акцентируется внимание на вопросах, включённых в учебные программы по подготовке бакалавров строительных специальностей. Основные положения по структуре, свойствам биосферы, живого вещества и др. подробно рассмотрены в большом количестве монографий, учебных пособий, статей. Глубокое изучение их в полном объёме студентами

первых курсов вызывает определённые затруднения. С целью оптимизации затрат учебного времени, усвоения современных экологических знаний подготовлена обновлённая редакция учебного пособия.

Пособие предназначено для студентов общетехнических специальностей, может быть полезным для преподавателей, аспирантов строительных вузов, специалистов управления, экологических служб предприятий, государственного экологического контроля.

1. Экология как наука. Структура биосферы и функции живого вещества

1.1. Задачи науки экология и её особенности

Интенсивное развитие хозяйственной деятельности, рост промышленного производства привели к значительным антропогенным нагрузкам на окружающую среду, возникновению глобальных экологических проблем. Решение последних невозможно без специальных экологических знаний, сформировавшихся в виде отдельной, быстро развивающейся науки экология.

Начальные экологические знания отражены в книге Ч. Дарвина «Происхождение видов путём естественного отбора или сохранения благородных рас в борьбе за жизнь», изданной 24 ноября 1859 г. Термин «экология» (греч. экос - дом, логос - учение, т. е. учение о доме, месте обитания) введён в 1866 г. немецким учёным Эрнстом Геккелем: «Под экологией мы понимаем сумму знаний, относящихся к экономике природы: изучение всей совокупности взаимоотношений животных с окружающей его средой как органической, так и неорганической, и, прежде всего, – его дружественных или враждебных отношений с теми животными и растениями, с которыми они прямо или косвенно вступают в контакт. Одним словом экология – это изучение всех сложных взаимоотношений, которые Дарвин назвал условиями, порождающими борьбу за существование».

В современном понимании экология – наука, изучающая формирование, взаимодействие биологических систем всех уровней с окружающей средой. Она изучает условия существования живых организмов, взаимосвязи между ними и окружающей средой, в которой они обитают, рассматривает структуру, функции экосистем, механизм, обеспечивающий их гомеостаз, т.е. устойчивое состояние, способность к самоподдержанию и саморегулированию. Кратко можно сказать, что

экология – наука, изучающая, взаимодействие живых организмов с окружающей средой.

При развитии науки «Экология», рассмотрении современных экологических задач сложились её отдельные, самостоятельные направления (рис. 1.1.).

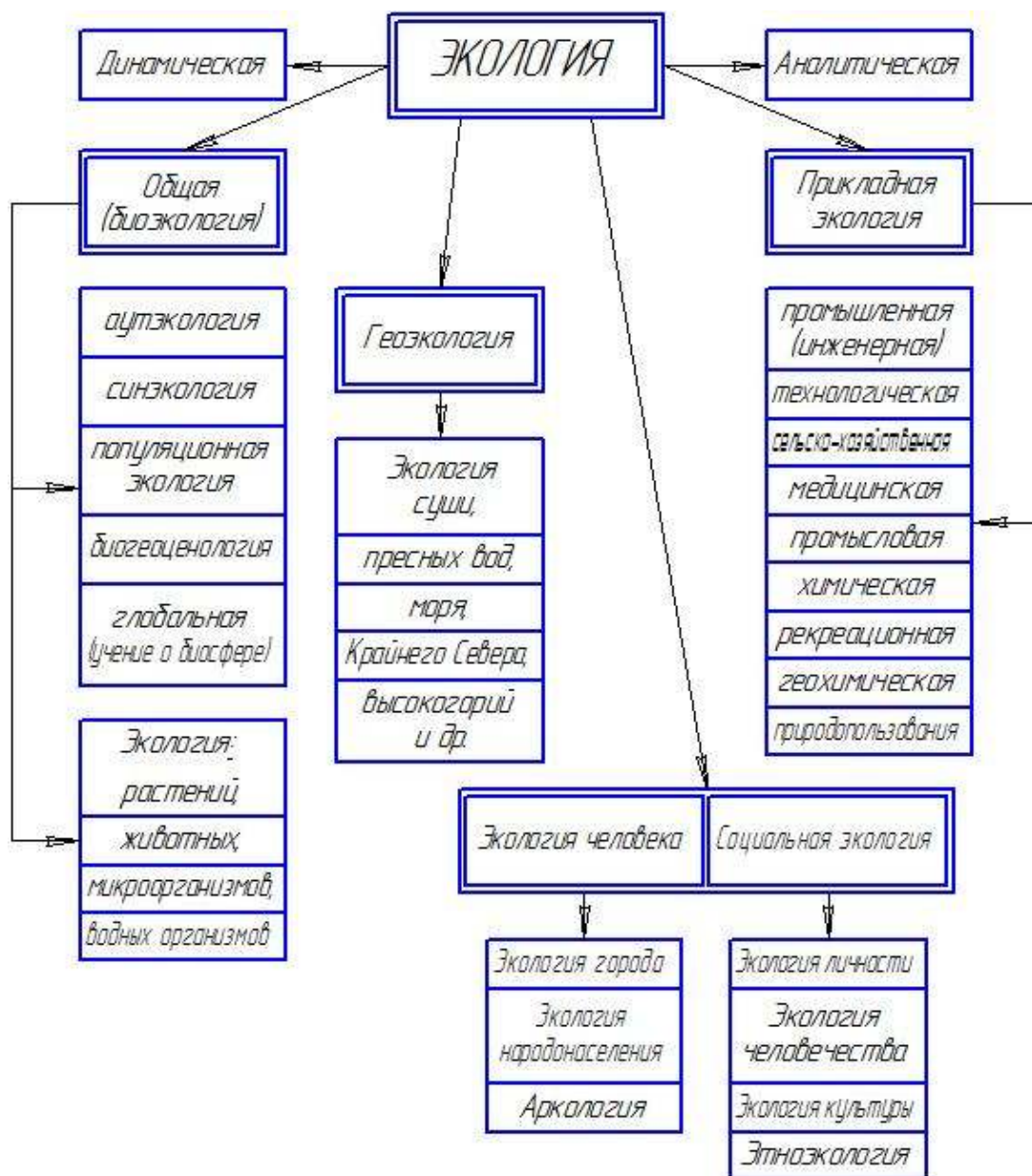


Рис. 1.1. Основные направления современной экологии

Общая экология (биоэкология) изучает наиболее общие закономерности взаимоотношений организмов между собой и с окружающей средой.

Геоэкология исследует экосистемы высоких (глобальных) иерархических уровней до биосферы включительно (ландшафты,

подземные горизонты, почвы, донные отложения, атмосферно-климатические процессы и т. п.).

Экология человека (антропоэкология, часть социальной экологии) изучает взаимодействие человека с окружающим миром, динамичной средой обитания.

Социальная экология изучает закономерности взаимодействия общества (социума) с окружающей средой и направления по её охране. Подобные исследования находятся на стыке с такими науками, как социология, изучающая закономерности развития и функционирования общества, философия и др.

Прикладная экология направлена на применение законов естественного существования в хозяйственной деятельности.

Общая экология имеет собственные самостоятельные разделы, в т. ч. аутэкологию, синэкологию, популяционную экологию, биогеоценологию, а также экологию растений, животных, микроорганизмов, водных организмов.

Аутэкология (греч. аут – особь) изучает взаимоотношения определённого биологического вида (особи, организма) с условиями среды обитания.

Специальным разделом аутэкологии является *популяционная экология* (демэкология, греч. демос – народ). Она изучает структуру, динамику популяций, отношения между организмами, относящимися к определённому виду и обитающими на одной территории.

Синэкология (греч. син – сообщество, синоним – биоценология), рассматривает сообщества растений, животных и микроорганизмов (биоценозы), отдельные виды популяций, взаимоотношения между ними и с неорганической средой обитания, а также их пищевые (трофические) цепи.

Биоценология, изучающая экосистемы суши, называется *биогеоценологией*.

Факториальная экология рассматривает приспособленность видов к условиям среды обитания.

Одной приоритетной задачей всех отдельных направлений экологии как науки является разработка общей теории устойчивости экологических систем.

В целом наука «Экология» отличается рядом особенностей:

- имеет комплексный характер, энциклопедичность, интеграцию с точными естественными науками (физика, химия, математика, география, геология и др.);
- социальной направленностью; основная задача – обеспечение высокого качества окружающей среды – необходимого условия для здоровья населения;
- базируется в ряде случаев на словесном описании, комментарии явлений, трудности, в ряде случаев использовать математический аппарат, в т. ч. системный анализ.

Интенсивное использование природных ресурсов, активное вмешательство человека в окружающую среду привело к возникновению *глобальных экологических проблем*, подлежащих решению усилиями всех государств. Важнейшие из них:

1. Высокий уровень загрязнения окружающей среды и, как следствие, формирование «парникового» эффекта, выпадение кислотных осадков, образование озоновых дыр.
2. Интенсивное расходование традиционных энергетических ресурсов (каменный уголь, нефть, природный газ и др. В соответствии с прогнозами запасы первого будут израсходованы в течение 200 – 400 лет, нефти – за 50 – 70 лет). Это обстоятельство выдвигает в качестве первостепенной задачу поиска и реализации эффективных заменителей.
3. Катастрофическое снижение биоразнообразия Земли.
4. Проблема народонаселения и обеспечения его продовольствием.

Наряду с зарубежными учёными в развитие науки «Экология» большой вклад внесли российские учёные: В.В.Докучаев, Н.И. Вавилов, К.А. Тимирязев, В.И. Вернадский, Н.Ф. Реймерс, В.И. Данилов-Данильян и др. О значительной роли, например, работ В.В.Докучаева американский учёный – эколог Ю. Одум сказал, что его труды следует рассматривать как одни из важнейших в экологии. На базе его учения о почвоведении возникли в синтезе с другими науками такие экологические дисциплины, как почвенная микробиология, почвенная зоология и др. Научные труды В.И.Вернадского о биосфере известны во всем мире и являются определяющими при рассмотрении современных экологических проблем.

1.2. Понятие биосферы, её структура, свойства

Биосфера (греч. биос – жизнь, сфера – шар) – нижняя часть атмосферы, вся гидросфера, верхний слой литосферы, населённая живыми организмами. Иногда используют её синоним – *экосфера*, т.е. это глобальная экосистема, находящаяся под воздействием живого вещества.

Термин «биосфера» впервые ввёл Жан Батист Ламарк в 1803 г., понимая при этом совокупность всех живых организмов планеты. В 1875 г. Э. Зюсс (австрийский учёный-геолог) расширил понятие, включив в него неживую материю.

Возникла биосфера примерно 3,5 – 4,0 млрд лет назад. Биосферный слой составляет в среднем около 20 км, в том числе примерно 6 км над уровнем и 15 км ниже уровня моря. В глобальных масштабах – тончайший слой планеты, в котором сосредоточена жизнь, т. е. справедливы названия: *плёнка жизни, биогеоценотический покров*, представляет собой специфически организованное единство всего живого и минеральных элементов. Общая масса составляет 0,05% от массы планеты, объём – не более 0,4 %, масса живых организмов при общем количестве видов около 3 млн; она составляет – 0,01 - 0,02% от косного вещества. Ежегодная продукция живого вещества – около 200 млрд т сухого веса органики, при

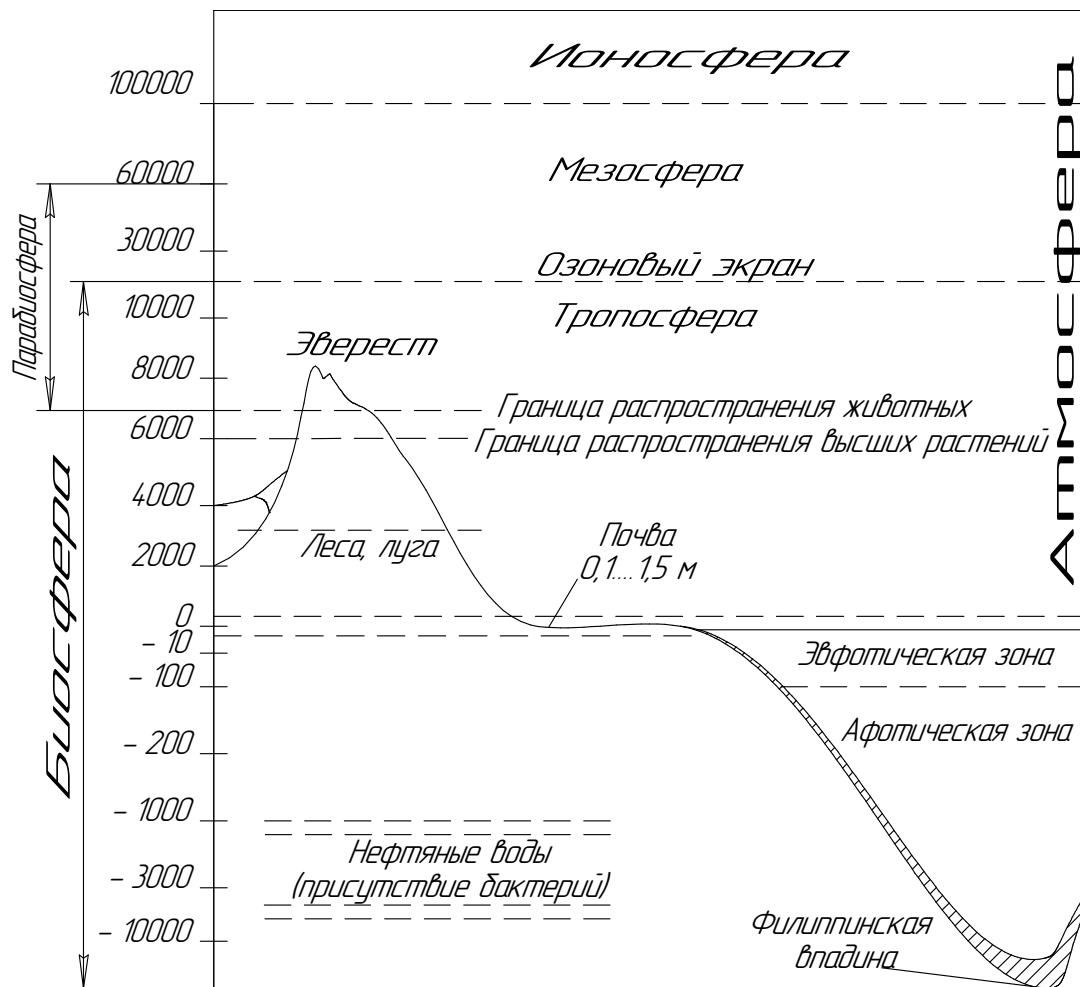


Рис. 1.2. Основные элементы биосферы Земли

её фотосинтезе расходуется 70 млрд т воды, 170 млрд т углекислого газа. В биогенной круговорот в течение года вовлекается 6 млрд т азота, 2 млрд т фосфора, а также железо, сера, магний, кальций и др. элементы. Для обеспечения производства товарной продукции, необходимой для жизнедеятельности человека, ежегодно добывается не менее 100 млрд т полезных ископаемых.

Биосфера формировалась под воздействием ряда важнейших факторов, в том числе:

- 1) наличие земного притяжения (гравитационного поля Земли);
- 2) проникновение космических лучей;
- 3) образование необходимого количества кислорода, диоксида углерода в атмосфере;
- 4) воздействие коротких электромагнитных волн, ультрафиолетового излучения;

5) формирование приемлемого уровня температур для функционирования живых организмов.

В структуру биосферы, согласно фундаментальных трудов В.И. Вернадского, входят:

- *живое вещество*, т. е. биомасса живых организмов или биоценоза, который характеризуется высоким разнообразием, улавливает и преобразует лучистую энергию Солнца; *живое вещество – основной движущий фактор развития процессов в биосфере*, формирует биохимическую энергию вещества, участвует в малом (биогеохимическом) круговороте веществ;

- *биогенное вещество* – продукты жизнедеятельности живых организмов. К ним относятся каменный уголь, нефть, природный газ, битумы, торф, известняки и т. п.;

- *биокосное вещество* – продукты распада и переработки горных, осадочных пород живыми организмами (почва, ил, природная вода, часть осадочных карбонатов и др.);

- *косное вещество* – горные породы, минералы, космическая пыль, метеориты, т.е. их существование, наличие на планете Земля не является продуктом жизнедеятельности организмов.

Местом обитания живых организмов служат четыре среды: *наземно-воздушная, водная, почвенная и организменная*. *Первичной (исходной) средой обитания организмов была водная среда*.

Важнейшим компонентом наземно-воздушной системы является атмосфера – воздушная оболочка, состоящая из смеси различных газов, водяных паров, пыли, аэрозолей. Она обеспечивает защиту Земли от жесткого ультрафиолетового излучения, рентгеновских гамма-лучей космического пространства. В случае её отсутствия поверхность планеты нагревалась бы днем до $+100^{\circ}\text{C}$, а ночью – охлаждалась бы до -100°C . По аналогии с Луной она подвергалась бы воздействию метеоритов, которые в настоящее время сгорают в ее плотных слоях.

Состав атмосферы не постоянен по высоте, температуре, давлению (рис. 1.3); в усредненном виде представлен смесью газов: около 78% от общего объема составляет азот, 21% приходится на кислород, в пределах 1% присутствует гелий, аргон, криптон и др. Кислород – важнейший компонент, необходимый для функционирования биосферы, общее количество не менее $1,5 \cdot 10^{15}$ т. Он постоянно потребляется, выделяется в процессе жизнедеятельности фауны, флоры, вследствие окислительных процессов, переходит при этом из свободного состояния в связанное. В то же время его количество сохраняется практически неизменным благодаря наличию растений, лесов, фитопланктона в водах Мирового океана. Кислород химически очень активен, способен образовывать соединения со всеми элементами кроме инертных газов, бесцветный в газообразном состоянии, в жидком, твердом имеет светло-голубую окраску.

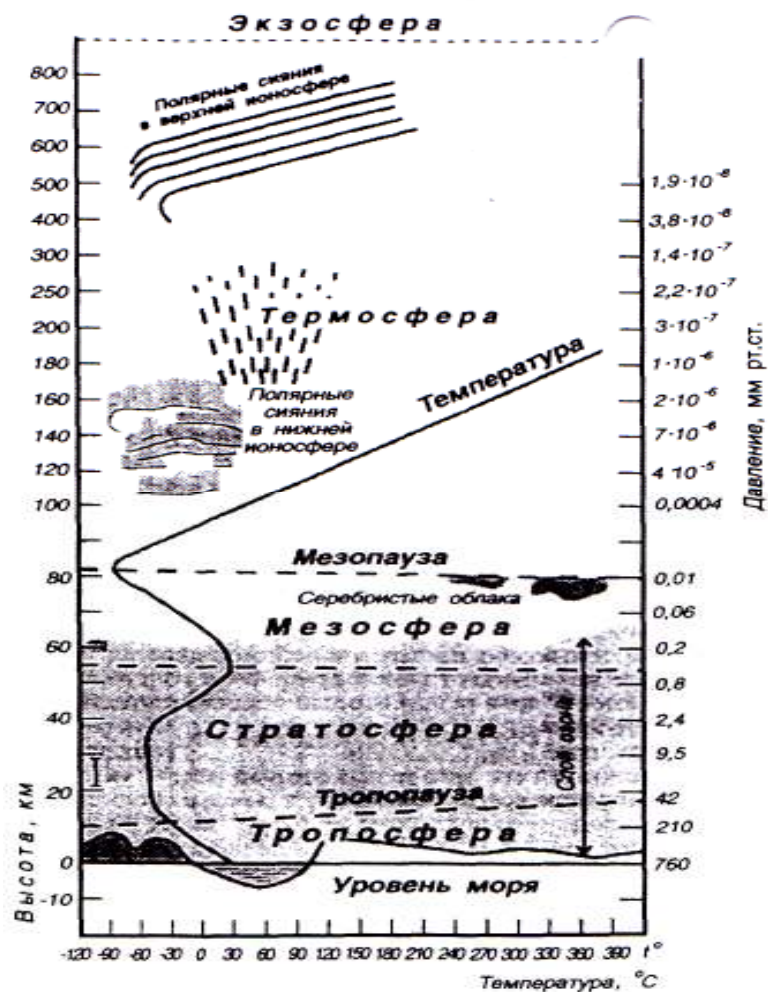


Рис. 1.3. Строение атмосферы

Атмосферу условно подразделяют на несколько слоёв (рис. 1.3), из которых наиболее изученными являются тропо-, страто- и мезосферы. Первая – приземная часть, наиболее плотная, населена живыми организмами, из-за разности температур по высоте характеризуется наличием вертикальных (восходящих, нисходящих) потоков воздуха, способствующих активному перемешиванию поступающих вредных газообразных веществ, пыли, аэрозолей из приземных слоев на значительную высоту.

Потребность человека в чистом воздухе, т.е. пригодном для дыхания, составляет от 5 до 10 л/мин или 12-15 кг в сутки, зависит от тяжести выполняемых работ, состояния организма. Проблема качества атмосферного воздуха существенно обострилась во второй половине XX века, т. е. в период научно-технической революции, сопровождавшейся высокими темпами роста промышленного производства, выработкой на тепловых станциях значительных количеств электроэнергии, урбанизацией населения, интенсивным развитием автотранспортных средств.

Водная система обитания живых организмов (гидросфера) представлена наземными источниками в виде пресноводных рек, озёр, искусственных водохранилищ, подземных запасов таких вод, которые

Т а б л и ц а 1 . 1

Распределение воды в гидросфере

Элементы гидросферы	Объём, тыс км ³	% от общего объёма
Мировой океан	1370323	93,96
Подземные воды, всего	60000	4,12
в том числе зона активного водообмена	4000	0,27
Ледники	24000	1,65
Озёра	280	0,019
Почвенная влага	85	0,006
Атмосферная влага	14	0,001
Речные воды	1,2	0,0001
Общий объём гидросферы	1454703,2	100

иногда имеют большую концентрацию минеральных солей. На долю пресных вод (табл. 1.1) приходится не более 3%, из них доступными для использования являются не более 0,4%. В то же время из них 70% содержится в виде вечных горных снегов, ледников, находящихся в труднодоступных районах Земли.

Основную часть гидросферы (около 94%) составляют солёные воды Мирового океана. Совокупность всех вод Земли способствовала зарождению и развитию живого вещества, следовательно, формированию всей биосферы. Вода – универсальный растворитель, взаимодействует со всеми биогенными (биокосными) веществами, как правило, не вступает с ними в химическую реакцию. Это обеспечивает перенос растворённых веществ, их обмен между сушей, Мировым океаном, организмами и окружающей средой.

Почвенные системы непосредственно связаны с водной и наземно-воздушной системами. Почвенный слой, насыщенный большим количеством представителей растительного и животного мира, важнейший элемент литосферы. *Плодородный почвенный слой* – естественно - историческое, органо-минеральное природное тело, возникшее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов. Он имеет специфические, генетико-морфологические свойства и признаки, создающие условия для роста и развития растений.

Живые организмы (растения, животные, бактерии и т.п.) – *биотический компонент экосистем*. Они населяют наземно-воздушную, почвенную и водную среду, представляют определённые сообщества, экологические системы. *Экосистема* – часть биосферы, представляющая совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых совместно обитающих различных видов организмов в условиях их естественного существования. Высшая единица классификации экосистем, представляющая совокупность организмов и среды их обитания, характерных для крупномасштабной

ландшафтно - географической зоны, называется *биомом*. Территориально, пространственно обособленная, целостная элементарная единица биосферы, все компоненты которой тесно связаны между собой, представляет *биогеоценоз* местности определённой географической зоны, (рис. 1.4). Несмотря на постоянное воздействие абиотических и определенной группы биотических факторов биогеоценоз сохраняет толерантность, устойчивость, состояние равновесия, способность к саморегулированию.

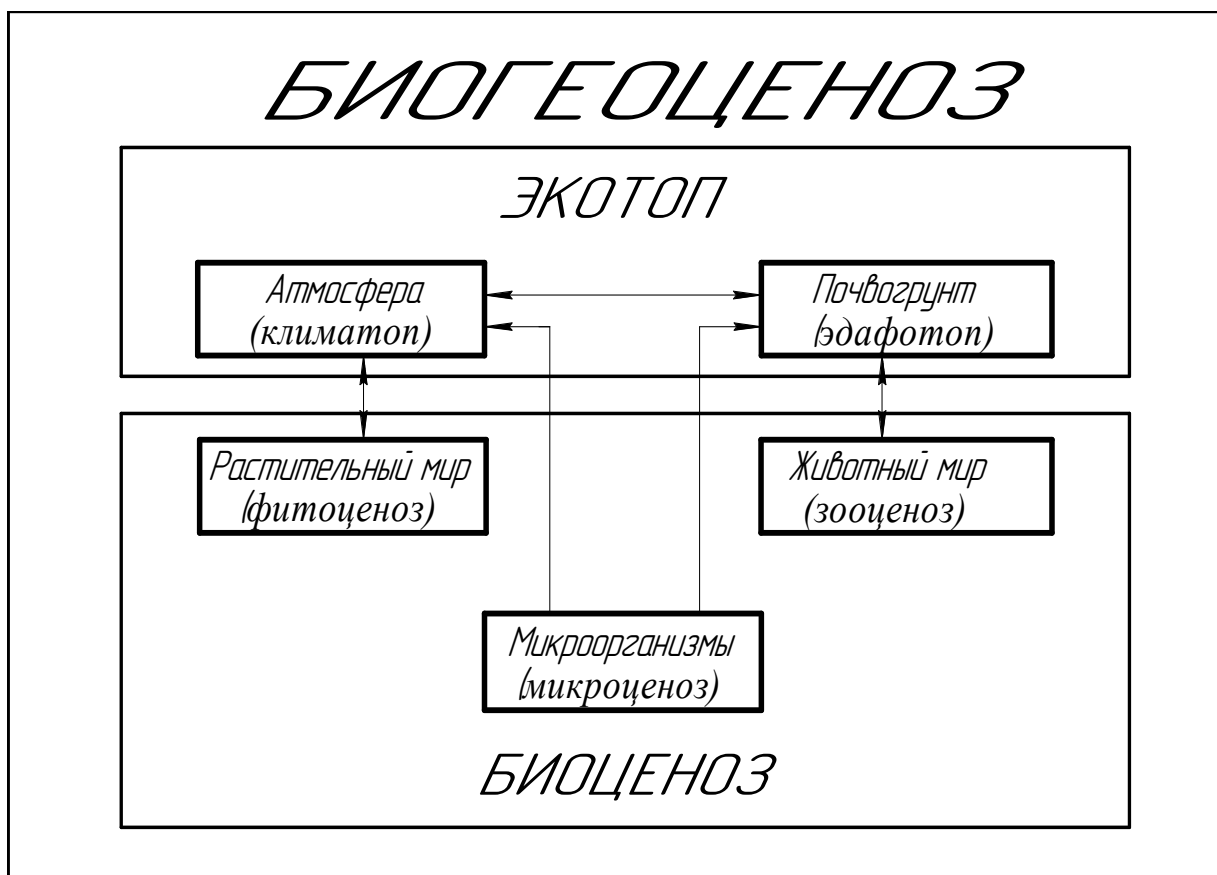


Рис. 1.4. Основные элементы биогеоценоза

Биосфера имеет характерные только для неё свойства.

1. Биосфера – централизованная система, в которой центром являются живые организмы (живое вещество).

2. Биосфера – открытая система со своим «входом», «выходом». «Вход» – постоянный приток солнечной энергии, а также тепла, поступающего из глубин Земли. «Выход» – избыток тепловой энергии

биосферы в виде инфракрасного излучения рассеивается в космическом пространстве, подземных горизонтах.

3. Биосфера – саморегулирующаяся система, которая после определённых воздействий, нарушений её состояния способна восстанавливаться, возвращаться в первоначальное состояние, т.е. имеет свойство гомеостаза.

4. Биосфера – глобальная многоэлементная система, характеризуется большим разнообразием, которое обусловлено совокупностью значительного количества экосистем с характерным для них видовым разнообразием.

5. Биосфера обеспечивает круговорот веществ, что приводит к неисчерпаемости отдельных химических элементов и их соединений. Благодаря круговороту и, условно говоря о неисчерпаемости солнечной энергии, сохраняется непрерывность процессов в биосфере. Нарушение, разрушение круговоротов веществ может привести к коллапсу биосферы и, соответственно, цивилизации.

Большой вклад в учение о биосфере внёс В.И. Вернадский (1863 - 1945 гг.), ученик В.В. Докучаева. В основном труде «Биосфера» (1926 г.) излагаются этапы её эволюции, роль человека в этом процессе, обосновывается необходимость бережного отношения к окружающей среде, рассматриваются особенности формирования *ноосферы* (сферы разума) – преобразованной части биосферы

Выполненные фундаментальные исследования показали тесную связь живого вещества биосферы (биоценоза) с неживым (биокосным, косным) веществом планеты. *Приоритетная роль* в эволюции биосферы *принадлежит живому веществу*, имеющим более высокое разнообразие по сравнению с живым веществом, выполняющему важную функцию – преобразование окружающей среды за счёт значительной биохимической энергии, полученной при трансформировании солнечной энергии.

В.И. Вернадский выделил пять *важнейших функций живого вещества* в биосфере.

Первая – газовая. Подземные горючие газы, преимущественно болотный газ – метан, – продукты разложения органического вещества растительного происхождения накапливались в осадочных породах.

Вторая – концентрационная. Живые организмы аккумулируют в своей структуре многие химические элементы, в первую очередь, – углерод.

Третья – окислительно - восстановительная; представители водной флоры, фауны в процессе жизнедеятельности и при отмирании регулируют кислородный режим и создают условия для растворения, осаждения металлов с переменной валентностью.

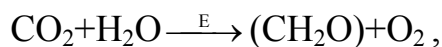
Четвертая – биохимическая: рост, размножение, перемещение живых организмов способствуют их быстрому распространению, освоению пространства.

Пятая – биогеохимическая деятельность человека. Она охватывает значительные количества земного вещества и при непродуманном отношении к окружающей среде может привести к серьёзным последствиям. *Человек*, его стремление к максимальному освоению природных ресурсов является, по мнению В.И Вернадского, *мощной геологической силой*: «Лик планеты – биосфера химически резко меняется человеком сознательно и главным образом бессознательно. Меняется человеком физически и химически воздушная оболочка суши, все её природные воды».

1.3. Живое вещество и его роль в биосфере

Фотосинтез биомассы, выполняющей функцию питательной среды, не возможен без активной жизнедеятельности живого вещества, которое условно подразделяется на 3 группы. Одна из важнейших – *продуценты* (лат. продуценс - производящий) или *автотрофы* (греч. авто - сам, троф -

питаться, кормиться) осуществляют непосредственно фотосинтез органического вещества, т. е. наращивают свою биомассу за счёт неорганических соединений, используя солнечную энергию:



где $E = h \cdot \nu$, h – постоянная Планка, ν – частота излучения, $1/\lambda$ (λ – длина волны).

Полученная биомасса (белки, углеводы растений) служит питательной средой для представителей первой группы *гетеротрофов* (греч. гетер - чужой, инородный), которые чаще называют *консументами* (лат. консумо - потребляю). Они используют для своей жизнедеятельности выработанную продуцентами биомассу и накопленную в ней энергию (рис.1.5).

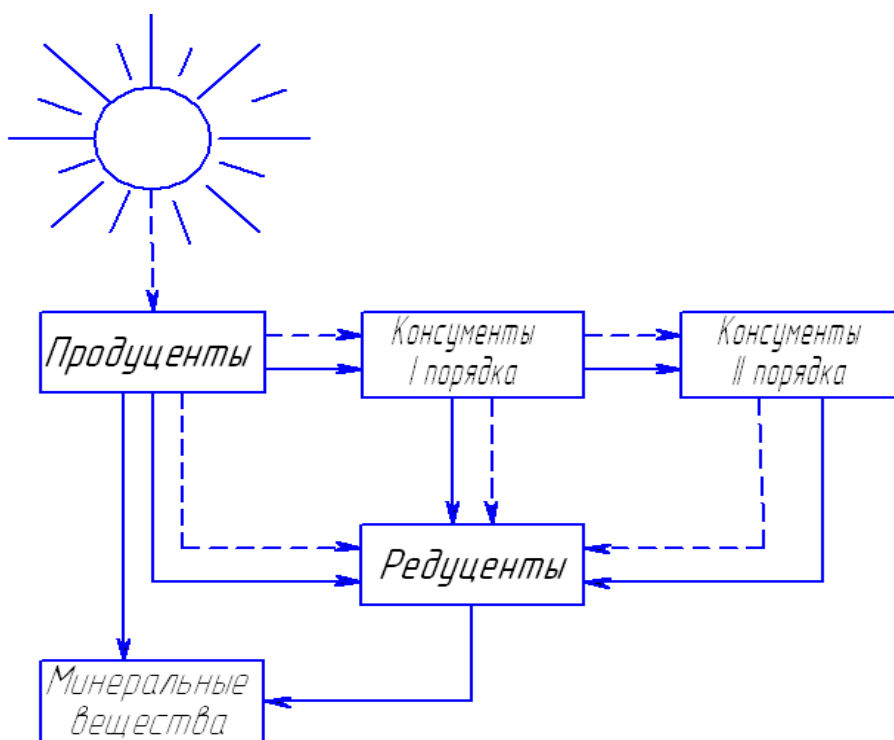


Рис. 1.5. Схема переноса вещества и энергии в природных экосистемах
(соответственно сплошная и пунктирная линии)

Деструкторы, они же редуценты (лат. редуценс - восстанавливаю), представляющие сообщества бактерий, микроорганизмов, грибов, разлагают органические остатки, превращая их в неорганические вещества.

В процессе фотосинтеза используется растениями всего 1% солнечной энергии, поступающей на Землю. Используя такое небольшое количество, продуценты вовлекают в процесс диоксид углерода, воду, биогенные вещества в виде минеральных солей, производят органическую продукцию – биомассу, которая называется *валовой первичной продукцией*. Некоторая её часть расходуется непосредственно продуцентами на дыхание, осуществление других жизненных функций. Оставшаяся часть – *чистая первичная продукция*. На любой момент времени она выражается *наличной биомассой*, называемой также урожаем на корню.

Скорость образования органического вещества за единицу времени называется *биологической продуктивностью*. Отсюда, например, скорость накопления при фотосинтезе органического вещества – валовая первичная продуктивность, а скорость накопления органического вещества в растительных тканях за вычетом части, которая была израсходована на жизнедеятельность растений – *чистая первичная продуктивность*.

Чистая продуктивность сообщества – скорость накопления органического вещества, неизрасходованного консументами, т.е. чистая первичная продукция за вычетом части, которая была ими использована. Применяется часто понятие *удельной продуктивности*. Имеется в виду отношение величины продукции, произведённой сообществом к его средней биомассе за один и тот же промежуток времени. В то же время скорость образования продукции консументами учитывается как *вторичная продуктивность*.

1.4. Круговорот веществ в биосфере

Естественные ресурсы Земли при отсутствии круговорота веществ могли бы быть израсходованными за сравнительно короткий временной период. Благодаря воздействию природных факторов на косные и биокосные компоненты биосферы, жизнедеятельности живых организмов, в частности, в почвенной, водной и наземно-воздушной среде сохраняется

баланс питательного вещества. Существует большой (геохимический) и малый (биогеохимический) круговороты. Большой круговорот веществ длится миллиарды лет, протекает очень медленно под воздействием воздушных масс, водной эрозии и др. факторов. Вследствие выветривания горных пород происходит их разрушение, мельчайшие частицы минерального происхождения выносятся в Мировой океан и на поверхность суши. При осаднении на дне морей, океанов формируются *осадочные породы*, которые затем в виде отмелей, островов и т. п. поднимаются над уровнем моря и снова подвергаются воздействию естественных факторов.

Часть минерального вещества в качестве мельчайших частиц используется диатомовыми водорослями, фито-, зоопланктоном, которые служат кормовой базой для иктиофауны, для представителей высокоорганизованных организмов животного мира морей, океанов и других водных объектов. При естественном отмирании вследствие протекания окислительно-восстановительных реакций ранее использованные минеральные вещества вносят определённую долю в формирование донных осадочных пород.

При использовании даров моря в пищевых цепях обитателей суши (птиц, млекопитающих, в том числе человека) для выработки определённого вида товарной продукции, например, рыбной муки, сельскохозяйственных удобрений и т. п. аккумулированные в них минеральные вещества поступают в поверхностный почвенный слой. Часть из них под действием водной и ветровой эрозии (дефляции) снова поступает в мировой океан, а другая часть формирует почвенные слои, ландшафт Земли. *Большой круговорот веществ осуществляет распределение минерального вещества между биосферой и глубокими горизонтами Земли.*

Малый биохимический круговорот или биогеохимический цикл – обмен химическими элементами между живыми организмами и

неорганической средой, различные стадии которого происходят внутри экосистемы. Он дополняет большой геохимический круговорот. При этом происходит перемещение химических элементов через косную и биокосную среду при активном участии живых организмов. В частности, продуценты при фотосинтезе активно поглощают диоксид углерода, вырабатывая биомассу. Это позволяет накапливать скрытую в ней энергию, используемую консументами первого порядка – травоядными животными. Консументы второго порядка – хищники – поедают первых, а их в ряде случаев – более крупные хищники. При естественной смене поколений происходит отмирание великовозрастных представителей вида, популяции, т.е. имеет место естественное обновление, круговорот живого вещества. *Средняя скорость* такого круговорота в биосфере, т. е. в почвенной и наземно-воздушной среде, составляет *8 лет*, а в Мировом океане – *33 суток*. Отмершие представители растительного и животного мира под действием сложных биохимических процессов разрушаются, разлагаются с образованием в конечном итоге простейших веществ.

Вода как крайне необходимый компонент для живых организмов также находится в постоянном круговороте. В больших количествах происходит её испарение с поверхности водных объектов. Определённую роль в этом осуществляют за счёт транспирации *хвоя, листья, стебли растений*, корневая система которых способна проникать глубоко в поверхностный слой земли для извлечения воды. Пары воды конденсируются в приземных слоях тропосферы и в виде осадков снова поступают на землю.

Для жизнедеятельности живых организмов очень важен также круговорот азота, фосфора, кислорода, серы. Азот – важный биогенный элемент в белке, нуклеиновых кислотах. Его круговорот проходит по двум направлениям: первое – в наземно-воздушной среде, второе – в почве. Из воздуха с помощью азотфиксирующих бактерий азот поглощается, переводится в нитриты, нитраты, т. е. форму, доступную для растений.

По трофическим цепям органический азот, входящий в состав органических молекул, поступает в организм представителей животного мира. В процессе клеточного дыхания белки и другие азотосодержащие соединения расщепляются, азот выделяется в аммонийной форме (NH_4^+).

В водной среде фиксация азота происходит за счёт нитрифицирующих бактерий, но главным образом в процессе фотосинтеза синезелёными водорослями.

В почвах имеет место нитрификация, включающая реакции, в которых при участии микроорганизмов осуществляется окисление иона аммония (NH_4^+) до нитрита (NO_2^-) или нитрата (NO_3^-). Восстановление этих соединений до поступающих в атмосферу молекул азота (N_2) или закиси азота (N_2O) – результат процесса денитрификации. Образование некоторых количеств нитратов неорганическим путём происходит также в атмосфере при инициировании грозovým разрядом реакций азота с кислородом. Конечные продукты их взаимодействия вместе с осадками поступают в почвенный слой.

Круговорот азота осуществляется в биосфере за счёт жизнедеятельности *микроорганизмов*, т. е. бактерий различного видового состава, а *круговорот фосфора* – за счёт *растений*. Данный элемент неживой природы – важный компонент протоплазмы клеток. Основным источником неорганического фосфора – апатиты, фосфориты. Первые – результат вулканической деятельности, вторые – содержатся в осадочных породах. Фосфор вовлекается в круговорот за счёт выщелачивания почв, выветривания горных пород, растворения в континентальных водах. Попадая в экосистемы суши, поглощается растениями из водных растворов, почвенной влаги в виде фосфат-иона (PO_4^{3-}) и включается в структуру представителей флоры в форме различных органических соединений уже как органический фосфат. По пищевым цепям затем переходит в другие организмы – консументы первого и второго порядка. Из них или при их отмирании уже в связанном виде поступает фосфат в

почву, в которой снова подвергаются воздействию микроорганизмов, превращается в усвояемые растениями ортофосфаты, и цикл повторяется вновь.

Определённая часть фосфорсодержащего вещества из-за эрозионных процессов почвы, горных, осадочных пород с поверхностным стоком поступает в Мировой океан. Далее он переходит в состав осадочных пород, фито-, зоопланктона, служащих кормовой базой представителей морской (океанической) фауны. Отмершие организмы приводят к накоплению фосфора как биогенного вещества в водных слоях, донных отложениях. Частичный возврат его на сушу происходит при деформациях земной коры за счёт морских птиц, интенсивного рыболовства и т.п.

В целях получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур применяется внесение в почвенный слой значительных количеств азот-, фосфорсодержащих удобрений. Выпадение атмосферных осадков, выветривание почв приводят к поступлению этих веществ в водные объекты в значительных количествах. Это, как правило, способствует интенсивному развитию синезелёных водорослей – первой стадии эвтрофикации. Она существенно влияет на качественные характеристики воды, которая часто становится непригодной не только для питьевого водоснабжения, но затрудняется её использование и в технических целях, в первую очередь, из-за наличия токсинов, образуемых названными водорослями.

Контрольные вопросы

1. Пояснить современные экологические проблемы и основные направления науки «Экология».
2. Дать определения биосферы, её структура, свойства.
3. Охарактеризовать вклад отечественных исследователей (В.И. Вернадского, В.В. Докучаева, К.А. Тимирязева, Н.И. Вавилова) в формирование экологических знаний.
4. Изложить роль абиотических и биотических факторов в функционировании экосистем.

5. Основные причины и значения круговорота углерода, азота, фосфора, воды в биосфере.

Рекомендованная литература

1. Бродский, А.К. Краткий курс общей экологии: учеб. пособие /А.К. Бродский. - 3-е изд. - СПб.: ДЕАН, 1999. - 223 с.
2. Вронский, В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие для студентов вузов /В.А. Вронский. - Ростов н/Д.: Изд-во «Феникс», 1996. - 510 с.
3. Коробкин, В.И. Экология: Учебн. для студентов вузов /В.И. Коробкин, Л.В. Передельский, - Ростов н/Д.: Изд-во «Феникс», 2004. - 576 с.
4. Потапов, А.Д. Экология: Учеб. пособие для вузов /А.Д. Потапов. - М.: Высш. шк., 2002. - 446 с.
5. Степановских, А.С. Общая экология: Учебн. для студентов вузов по эколог. спец. /А.С. Степановских. - 2 изд. доп. и перераб. - М.: Высш. шк., 1988. - 272 с.

2. Структура, динамика экосистем, свойства популяций

2.1. Основные характеристики экосистем

Важнейшими компонентами каждой экосистемы является биоценоз и факторы окружающей среды. Под *биоценозом* понимается совокупность популяций всех видов живых организмов, населяющих определённое географическое пространство, отличающихся от других, соседних, рядом факторов (химический состав среды обитания, освещённость, влажность и другие характеристики биотопа).

Биотоп – однородный в экологическом отношении участок (пространство) земной поверхности, занятый одним биоценозом. Совокупность живых организмов (растений, животных, микроорганизмов биоценоза) называется *биотой*. Характеристики жизнедеятельности биоты существенно зависят от состояния биотопа. Пути взаимодействия различных видов организмов характеризуют *биотическую структуру*. *Видовая структура* биоценоза даёт представление о разнообразии видов, соотношении их численности и биомассы.

С позиций трофической структуры экосистема имеет два яруса: верхний – автотрофный, флористический, «зелёный пояс», на котором фиксируется солнечная энергия, создаётся биомасса. На этом ярусе в лесах умеренного климата с учётом уровня освещённости имеет место деление видов растительности дополнительно на 5 – 6 ярусов (подъярусов). На нижнем гетеротрофном ярусе, называемом «коричневым поясом», преобладает трансформирование и разложение органических веществ.

С биотической точки зрения для каждой экосистемы являются обязательными наличие:

- неорганического вещества, в том числе углерода, азота, диоксида углерода, воды и других веществ, участвующих в круговоротах;

- органических соединений в виде белков, углеводов, липидов, гумуса, например, в почвенных экосистемах, объединяющих биотические и абиотические составляющие;
- воздушной, водной среды с определёнными климатическими характеристиками. Например, для морских систем – *эстуарии* – обособленные участки в виде бухт, проливов, устьев рек и т. п.;
- продуцентов (автотрофов), производящих биомассу, аккумулирующих солнечную энергию;
- редуцентов (деструкторов), *детритофагов*. Последние – представители животного мира (личинки, мухи, черви и т.п.) питаются отмершим органическим веществом.

В каждой экосистеме имеются *сообщества*, которые имеют видовую и пространственную структуру. Естественный отбор видов в природных экосистемах направлен на повышение устойчивости к внешним воздействиям. Такие экосистемы более жизнеспособны по сравнению с искусственными. Так, например, в агроэкосистемах, как следствие, нарушается круговорот веществ, т.к. их значительная часть изымается с выращенной сельскохозяйственной продукцией. Главным биологическим компонентом агроэкосистемы является *культивирование растений*.

2.2. Динамика сообществ, популяций

Формирование экосистем – длительный и динамичный процесс с постоянными изменениями состояния жизнедеятельности популяций. Изменения могут быть *циклические и поступательные*. Первые отражают суточную, сезонную и многолетнюю периодичность внешних условий и ритмов жизни. Суточная выражается, например, в различной активности живых организмов: одни активны днём, другие – в вечернее и ночное время. Так, фотосинтез у растений возможен только в дневное время при наличии определённой освещённости.

Сезонная динамика обусловлена биологическими циклами. Снижение продолжительности светового дня, температуры является сигналом для миграции перелётных птиц, сокращения активного образа жизни отдельных видов животных. Медведи, суслики и другие виды переходят в состояние *анабиоза* (греч. - оживание), т. е. впадают в спячку с целью пережить неблагоприятный для них временной период. Лиственные деревья в отличие от хвойных в осенний период освобождаются от листьев, замедляются процессы питания, потребление влаги и т. п. Ритмические изменения свойств и функций организмов из-за чередования и длительности освещения называется *фотопериодизмом*.

Многолетняя периодичность характеризует циклические изменения температуры, осадков, в определённой мере связанные с интервалами солнечной активности. Относительный засушливый в течение 1 – 2 лет период сменяется годом с длительными, обильными осадками.

Поступательные изменения в экосистеме сопровождаются сменой одного биоценоза другим, в котором имеется иной перечень биоорганизмов. Причиной смены могут быть естественные и антропогенные факторы: истощение водного объекта, пожары, поступление загрязнений и т.д. Длительное воздействие, усиление фактора способствует упрощению видового состава, обеднению биоценоза, т. е. происходит *дигрессия* экосистемы.

Последовательная смена одного вида биоценоза другим называется *сукцессией* (лат. сукцессион – последовательность, смена) – процессом саморазвития экосистемы. Экологическая сукцессия – *процесс направленный и динамичный*. Живые организмы в результате жизнедеятельности меняют вокруг себя экологическую среду, изымают из неё часть веществ, насыщают одновременно продуктами *метаболизма*, т.е. обмена веществ с внешней средой. При сравнительно длительном существовании популяция способна полностью исчерпать необходимые ей

природные ресурсы, что приводит к вытеснению, замене её другой популяцией.

Сукцессия может быть первичной и вторичной. *Первичная* – процесс развития экосистемы на незаселённых ранее участках, территориях. Примером может быть обрастание голых скал с развитием в конечном итоге лесного массива по схеме: лишайники – мхи – травы – кустарники – отдельные деревья – лес.

Вторичная сукцессия – последовательная смена одного сообщества другим, более совершенным для конкретных абиотических условий. В данном случае происходит восстановление экосистемы ранее существовавшей. Она образуется на сформировавшемся ранее субстрате, где произошло нарушение биоценоза из-за естественных или антропогенных на него воздействий.

Сукцессия может быть *агрессивной*, если она направлена на упрощение, обеднение состава экосистемы.

Экосистема может находиться в стабильном – *климаксовом* состоянии, т. е. все виды живых организмов сохраняют постоянную численность, продуктивность, не происходит изменения состава. Ф. Клементс, А. Тенсли, исследуя климаксовые сообщества растений, выдвигали теории *моноклимакса*, *поликлимакса*.

Для каждой популяции вида имеется определённая *экологическая ниша*, т. е. местоположение их в пространстве, биоценозе с учётом биотических связей, требований к абиотическим факторам окружающей среды. Она может рассматриваться применительно к занимаемому пространству, трофическим связям и т.д. Пространственная – свидетельствует о месте обитания, трофическая – иллюстрирует характер, особенности питания. В свою очередь, трофическая может быть *специализированной* (панда питается, в основном, только побегами бамбука) и *общей* – для всеядных животных. Принадлежность к

определённой нише довольно часто учитывается по способности особей популяции, вида добывать пищу.

Специализация вида по питанию, использованию пространства, периоду активности, другим факторам характеризуется как сужение его экологической ниши, а обратные процессы – её расширение. На эти действия большое влияние оказывают конкуренты. Конкурентное исключение видов с близкими экологическими нишами происходит *при ограничении количества пищевых ресурсов*.

2.3. Основные виды взаимодействия в экосистемах

Представители флоры, фауны, микроорганизмов тесно связаны между собой и с абиотическими факторами окружающей среды. На каждой пространственно обособленной территории совместно взаимодействуют биотические сообщества с физической средой таким образом, что поток энергии создаёт чётко определённые структуры и круговорот веществ между живой и неживой природой, т.е. формируется определённая экологическая система биоценозов.

Экосистемы имеют классификацию по размерам: микро-, мезо-, макросистемы и глобальные (например, соответственно ствол гниющего дерева, лесной массив или река, отдельный континент или океан с их флорой, фауной. Биосфера – глобальная экосистема). Другая классификация (рис. 2.1) предусматривает деление экосистем по месту их нахождения: пресноводные, морские и наземные биомы.

Структуры биоценоза представлены разнообразием видов, соотношением их численности или биомассы. Они вступают во внутривидовые и межвидовые антагонистические и положительные взаимодействия. Первые, названные Ф Клементсом и Ф Шелфордом гомотическими реакциями, включают борьбу, противостояние за пищу, места гнездования, территорию обитания представителей популяции и т.д.

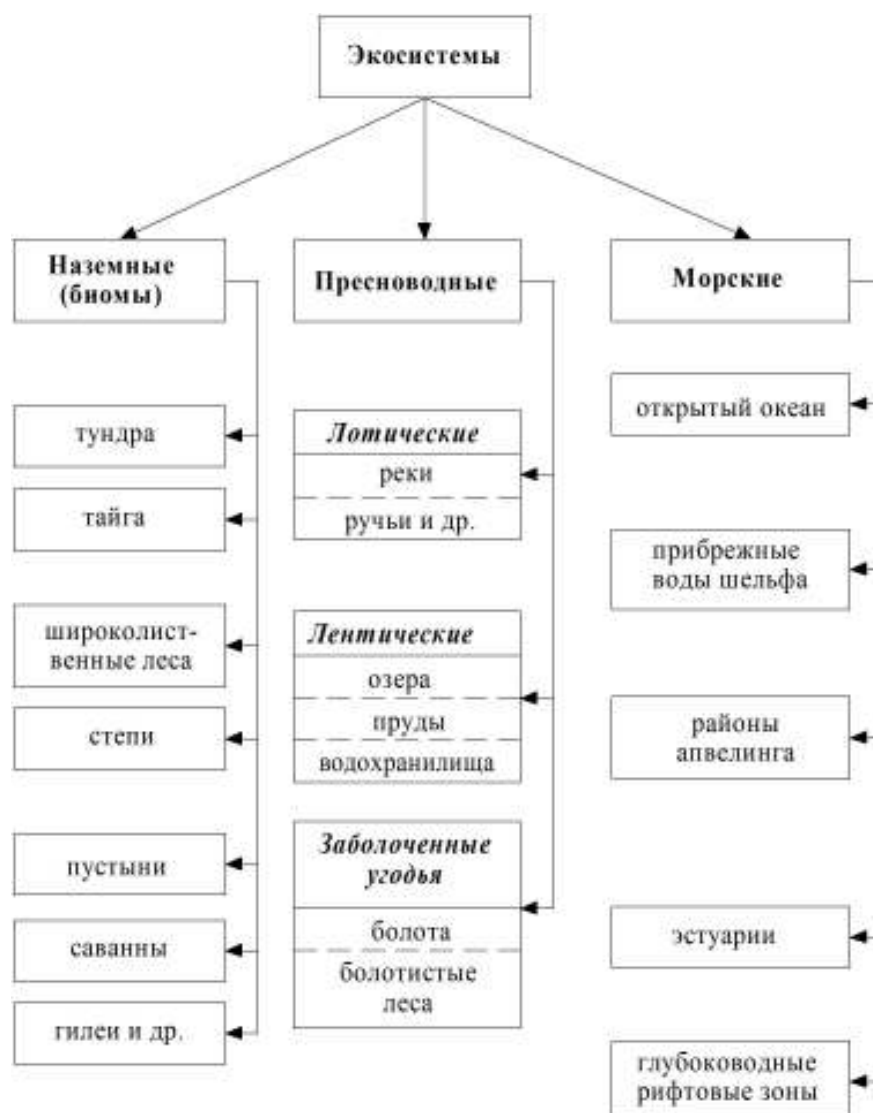


Рис 2.1. Классификация природных экосистем

При этом может иметь место *прямая конкуренция* в виде агрессивного столкновения, выделения феромонов, токсинов и др.

Более жесткая форма внутривидового взаимодействия – *агрессия*, которая сопровождается уничтожением особей (например, вылупившийся из подброшенного яйца прожорливый птенец кукушки выталкивает птенцов хозяйки гнезда). Взаимодействие растений путём выделения во внешнюю среду биологически активных веществ (фитонцидов, антибиотиков и др.) называется *аллелопатией*.

Популяция – элементарная группировка организмов определённого вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности в течение длительного времени при постоянно

изменяющихся условиях среды обитания. *Целостность* популяции как биосистемы реализуется через биологические и групповые свойства. Взаимодействие между особями различных видов проявляется в форме гетеротипических реакций (табл.2.1).

Т а б л и ц а 2 . 1

Варианты взаимодействия* популяционных видов А и В

Гетеротипические реакции	Вид А	Вид В
Конкуренция	-	-
Нейтрализм	0	0
Мутуализм (симбиоз)	+	+
Протокооперация (сотрудничество)	+	+
Комменсализм	+	0
Аменсализм	-	0
Хищничество	+	-
Паразитизм	+	-

* - 0 - нет влияния на данный вид; + и - соответственно благоприятное и неблагоприятное влияние.

Конкуренция – определённый вид оказывает на другой неблагоприятное воздействие при поиске, например, пищи, укрытий, гнездования и т. п. (птицы в северных широтах конкурируют в период кладки яиц, выращивания потомства на скалах, защищённых от ветра).

Нейтрализм – оба вида независимы и не оказывают друг на друга никакого влияния (представитель популяции волков, например, не оказывает влияния на представителей популяции ракообразных и т.д.).

Мутуализм (симбиоз) – оба сожительствоующие извлекают взаимную пользу: стая птиц, например, извлекающая для питания насекомых из кожного покрова носорога, облегчает его существование.

Протокооперация – совместное проживание выгодно для обеих видов, но не обязательно для них, не является неременным условием для

выживания популяции: актиния, сотрудничая с раком-отшельником, защищает его от врагов своими стрекальными щупальцами, а взамен получает остатки его пищи.

Комменсализм – один из партнёров - комменсал получает пользу, не создавая выгоды, ущерба другому. Типичный пример – акула, сопровождаемая рыбками-прилипалами, которые кормятся остатками её трапезы.

Аменсализм – один вид подавляет существование другого вида – аменсала, не испытывая противодействия. Ель раскидистой кроной затеняет почву, препятствует росту травы. Многие грибы, бактерии способны синтезировать и произвольно выделять, например, антибиотики, тормозящие развитие других бактерий. В ряде случаев это могут быть фитонциды – химически активные вещества, губительно действующие на различные микроорганизмы, включая болезнетворные.

Хищничество – представители одного вида поедают (уничтожают) представителей другого, т. е. организмы одной популяции служат пищей для организмов другой популяции (волк и заяц, ястреб и воробей и т. д.).

Паразитизм – организмы одного вида (потребители, паразиты живут за счёт питательных веществ, живых тканей организма другого вида (хозяина). Типичный пример – насекомые в волосяном, кожном покрове приматов.

В экосистемах большое значение имеют трофические (пищевые) цепи передачи энергии, биомассы. Происходит, в частности, односторонняя их передача с низкого на более высокий уровень. Энергия при этом уменьшается в несколько раз, т.е. пищевая цепь имеет ограниченное количество уровней. Это обусловлено тем, что она расходуется в большей мере на жизнедеятельность предыдущего вида в трофической цепи: на дыхание, теплообмен и т. п.

Для изучения взаимоотношений между организмами в экосистеме используются экологические пирамиды. Они отражают функции,

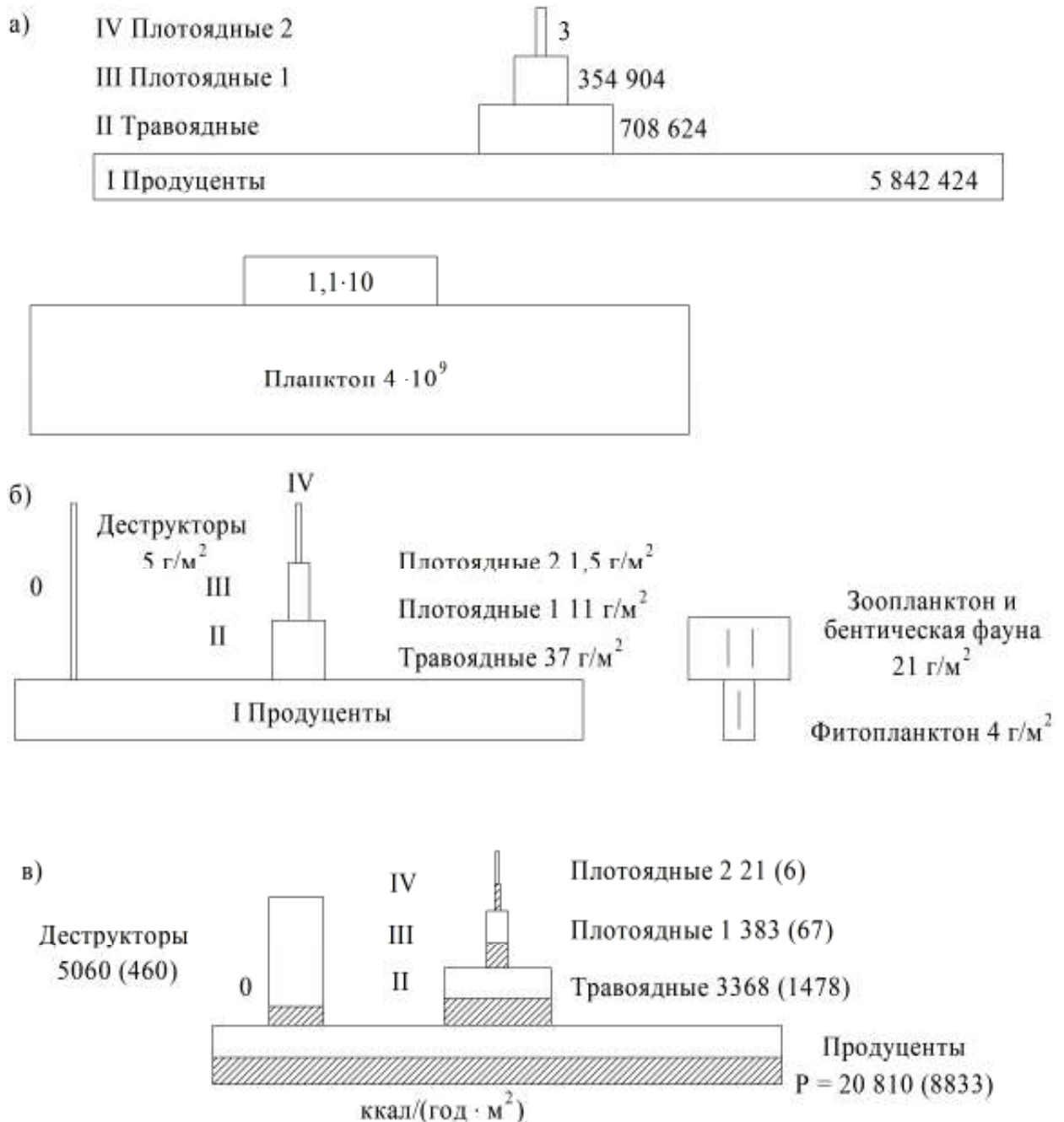


Рис. 2.2. Экологические пирамиды:

а – пирамида численности; б – пирамида биомассы; в – пирамида энергии;
заштрихованные прямоугольники обозначают чистую продукцию

характеристики биоценоза. *Пирамиды численности* (рис. 2.2) представляют собой результаты изучения трофической структуры организмов в экосистеме. При их построении подсчитывается число особей на конкретной территории, группируя их по трофическим уровням и представляя в виде соизмеримого с их численностью прямоугольника.

Выявлено общее правило: в любой экосистеме преобладают растения, число травоядных животных больше, чем число хищников,

число насекомых больше, чем количество птиц их поедающих и т. д. Такая пирамида может иметь перевёрнутую конфигурацию, что характерно, например, для лесных массивов: при большой численности растительноядных насекомых (консументов I порядка) количество деревьев (продуцентов) значительно меньше.

Пирамиды биомассы учитывают суммарную биомассу организмов на каждом трофическом уровне, отнесённую к единице занимаемой площади или объёма. Они показывают, что с переходом на более высокий трофический уровень биомасса организмов уменьшается (масса растительной пищи всегда больше массы травоядных животных, которые, в свою очередь, превышают биомассу хищников). Это чётко прослеживается в простейшей пищевой цепи: трава – заяц – волк. Перевёрнутые пирамиды биомассы свойственны для водных экосистем. В этом случае биомасса фито-, зоопланктона, т.е. продуцентов, незначительная, но за счёт интенсивного воспроизводства себе подобных они обеспечивают питанием консументов первого порядка – представителей ихтиофауны, млекопитающих, имеющих суммарно более высокие значения биомассы.

Пирамиды энергии строятся путём подсчёта энергии, накопленной единицей поверхности (пространства) за единицу времени, используемой организмами на каждом трофическом уровне. Из рис 2.2 видно, что основная часть энергии расходуется на нижних трофических уровнях. Количество её, передаваемое на каждый последующий уровень, значительно меньше по сравнению с расходуемым на предыдущей ступени трофической цепи. Это объясняется большими потребностями энергии на реализацию живым организмом процессов обмена веществ с окружающей средой (дыхание, теплообмен, кровообращение, мышечная деятельность и т. п.), а также на наращивание собственной биомассы, воспроизводство.

Количественное изменение передаваемой энергии изложено в виде *правила 10%* (правило пирамиды энергий Р. Линдермана). Из него следует,

что с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой, расположенный выше, в среднем не более 10% энергии. В то же время в соответствии с *правилом 1%* доля возможного потребления чистой первичной продукции (на уровне консументов высших порядков) не превышает 1%.

Пищевые цепи подразделяются на два вида: *пастбищные* или цепи выедания и *детритные*. Первые начинаются с представителей флоры, вырабатывающих при фотосинтезе биомассу с определённым количеством скрытой энергии. Далее, как отмечалось выше, следуют консументы I порядка – травоядные животные (фитофаги), II – хищники, III – хищники хищников. В детритных цепях живые организмы *детритофаги* питаются отмершим органическим веществом. На следующем трофическом уровне они служат пищей для хищников. Примером такой цепи является, например, последовательность: личинки жуков, насекомых, черви питаются отмершими частями листьев, трав, а они, в свою очередь, становятся пищей для мелких птиц, выступающих в роли хищников. Такие птицы – кормовая база для более крупных представителей вида пернатых, например, ястребов - перепелятников.

Каждая пищевая цепь не изолирована друг от друга, а тесно связаны между собой, т.е формируются пищевые сети. В частности, многие продуценты имеют не одного, а несколько консументов. Среди последних имеются *полифаги* – организмы способные использовать несколько видов в качестве источника питания.

2.4. Экологические характеристики популяций

Каждый биологический вид представляет собой сложный комплекс или систему внутривидовых групп, которые представляют в своём составе особи со специфическими чертами строения, физиологии и поведения. Такие объединения составляют *популяцию*. Это первая надорганизационная биологическая макросистема, обладающая

структурой, функцией в окружающей среде. Целостность её как биосистемы реализуется через биотические и групповые свойства. Она способна развиваться, расти, поддерживать своё существование в постоянно изменяющихся условиях окружающей среды, занимает определённый *ареал* – часть земной поверхности, пространства, служащие средой обитания. Величина ареала определяется *радиусом индивидуальной активности* отдельно взятой особи.

В зависимости от ареала популяции подразделяются на элементарные, экологические и географические (рис. 2.3). Элементарная (микропопуляция) – совокупность особей, занимающих небольшой участок

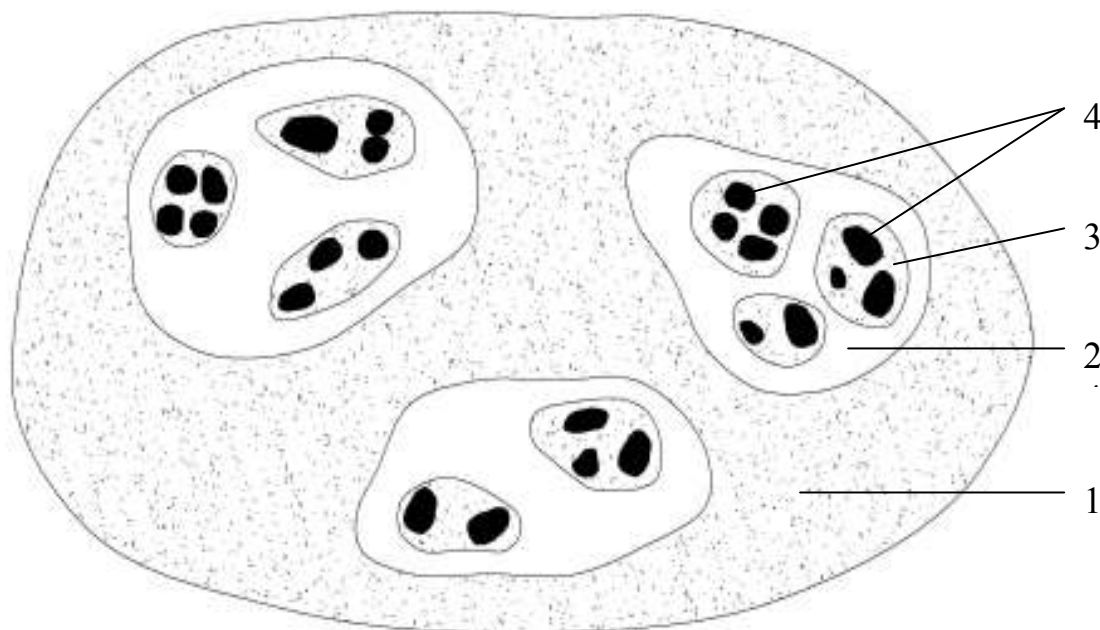


Рис. 2.3. Пространственное подразделение популяций:
1 – ареал вида; 2-4 – соответственно географическая,
экологическая и элементарная популяции

однородной площади. Экологическая – формируется как совокупность элементарных популяций (лесная белка в зависимости от приоритета деревьев именуется как сосновая, еловая, пихтовая, елово-пихтовая и т.д.). Географическая популяция – группа особей, населяющих территорию, пространство с географически однородными условиями окружающей среды. Каждая популяция имеет статические характеристики (численность,

плотность, территориальные границы) и динамические показатели: рождаемость, смертность, способность к миграции, иммиграции и т. п.

Для описания возрастной структуры особей в популяции выделяют в ней возрастные группы с определённым интервалом (рис. 2.4), оценивается численность в каждой группе и представляют в виде диаграммы или *возрастной пирамиды*. Широкое основание пирамиды свидетельствует о высокой рождаемости особей в популяции, а её острая вершина - большой смертности в различных возрастных группах. В случае размеров основания соразмерного с верхней частью пирамиды констатируют стабильность популяции, т.е. смертность во всех возрастных группах одинаковая.

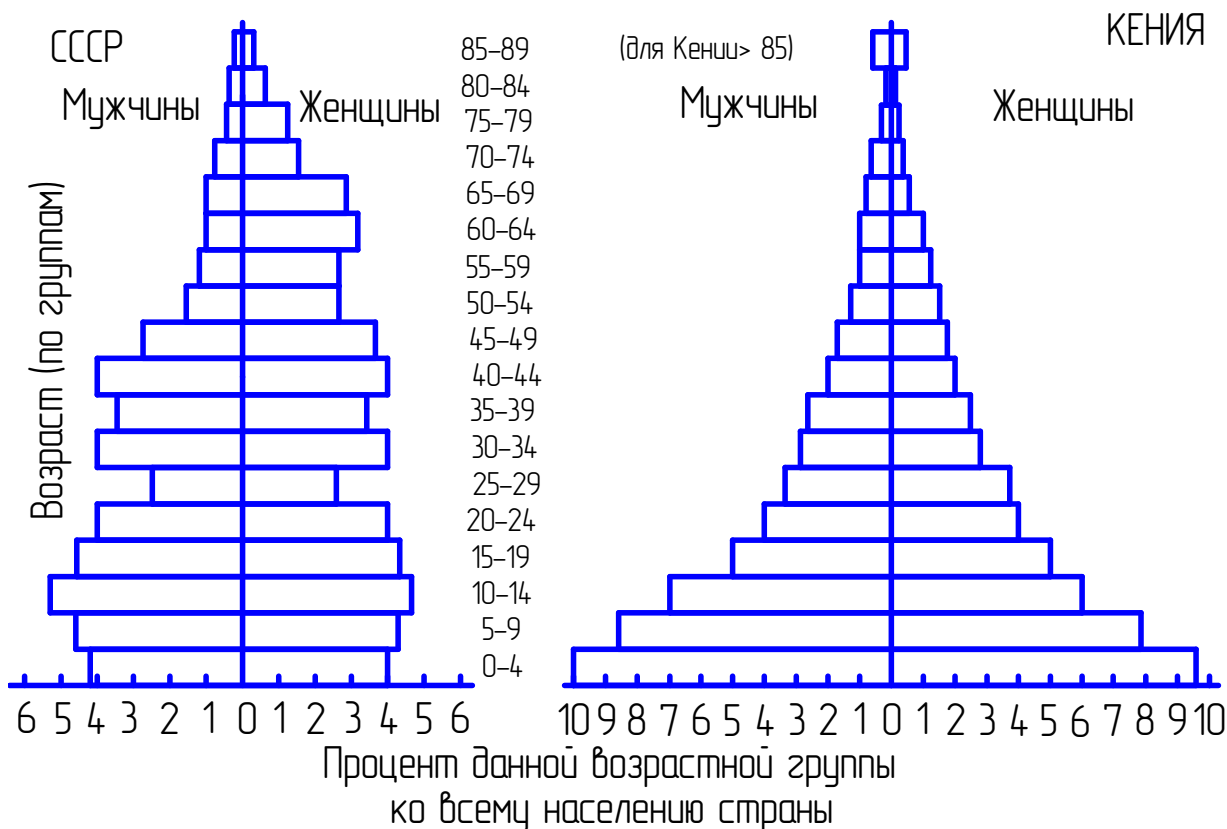


Рис. 2.4. Возрастные пирамиды населения

Наличие «перевёрнутой» пирамиды, т.е. острое основание и большие размеры её верхней части свидетельствует о малой рождаемости, наличии великовозрастных особей, возможной *деградации* популяции.

Сопоставляя подобные пирамиды применительно к численности населения определённых государств можно констатировать, что для стран развивающихся, с недостаточным уровнем образования, медицины,

культуры будут характерны пирамиды с широким основанием. В высокоразвитых странах (Швеции, Норвегии, Финляндии и др.) численность населения практически стабильная во всех возрастных группах, т. е. пирамида близка по своей конфигурации к прямоугольнику.

Другой способ оценки состояния возрастных групп в популяции предусматривает построение «кривых выживания» (рис.2. 5). Приведённая

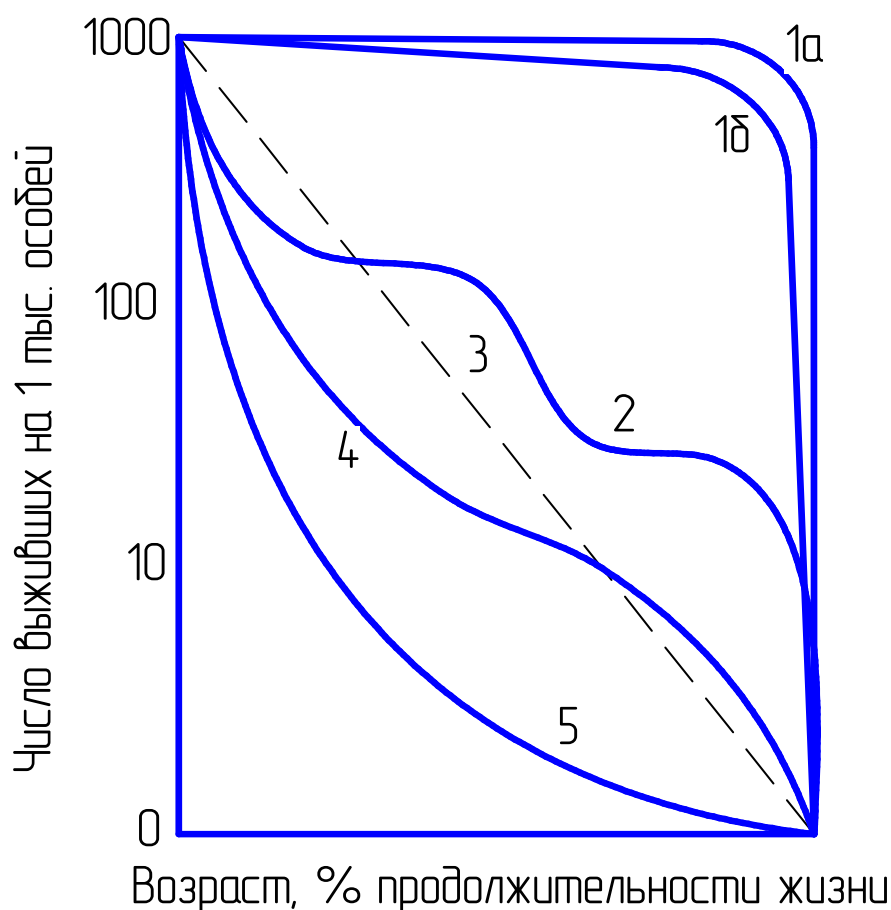


Рис. 2.5. Кривая выживаемости

сильно выгнутая вверх кривая показывает постоянство численности в различных возрастных группах и характеризует высокую смертность при достижении определённого возраста. Часто её называют «кривой дрозофилы». Кривая 1б в определённой мере соответствует структуре возрастных групп населения высокоразвитых стран. При переходе от одной группы к другой может наблюдаться резкое изменение выживания, что характеризует кривая 2, имеющая ступенчатую форму. Плавное изменение выживаемости в различных возрастных группах показывает кривая 4, которая по своим очертаниям близка к диагонали 3,

свидетельствующей об одинаковой рождаемости смертности в различных возрастных группах популяции, именуемой диагональю «гидры». Сильно вогнутая вниз кривая 5, называемая «кривой устрицы», характеризует высокую смертности молодого поколения популяции. Она, в частности, приемлема для описания демографической ситуации народонаселения слаборазвитых, развивающихся стран.

Каждую популяцию в определённой мере характеризуют такие показатели, как *средние коэффициенты рождаемости* (СКР) и *общий коэффициент смертности* (ОКС). Они показывают соответственно *число родившихся и умерших на 1000 особей* (в демографических данных населения – на 1000 жителей страны) в течение определённого периода, например, года. Для оценки состояния популяции используется показатель – *критическая численность*: минимальное количество особей необходимое для сохранения здорового, жизнеспособного вида экосистемы.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под биомом, биотопом, биоценозом, биотической структурой экосистемы?
2. Пояснить циклические, поступательные изменения в функционировании популяций.
3. Дать определения первичной, вторичной, агрессивной сукцессий.
4. Пояснить отличия, характерные свойства сообществ, популяций, вида, экологической ниши, назначение кривых выживания.
5. Охарактеризовать внутри-, и межвидовые взаимодействия в экосистемах.

Рекомендованная литература

1. Ажгиревич, А.И. Экология: Учеб. пособие /А.И. Ажгиревич, В.В. Гутенев, И.А. Денисов [и др.]. - Ростов н/Д.: Издат. центр МарТ, 2006. - 707 с.
2. Валова (Копылова), В.Д. Основы экологии: Учеб. пособие /В.Д. Валова (Копылова). - М.: Издат. Торгов. корпорат. «Дашков и К⁰», 2002. - 264 с.
3. Вронский, В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие для студентов вузов /В.А. Вронский. - Ростов н/Д.: Изд-во «Феникс», 1996. - 510 с.

4. Экология: Учеб. для студентов вузов /Под ред. В.В. Денисова - Ростов н/Д: Издат. центр МарТ, 2002. - 639 с.
5. Хван, Т.А. Промышленная экология /Т.А. Хван. - М.: Феникс - М, 2003.

3. Факторы среды обитания и закономерности их воздействия на организмы

3.1. Влияние абиотических, биотических факторов на биоценозы

Для каждой популяции, вида оптимальными являются определённые значения среды обитания, т.е. абиотические факторы – условия неживой природы и биотические – совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. *Абиотические* факторы (греч. а – начальная часть слова со значением отрицания, биос- жизнь) характеризуют условия неживой природы, подразделяются на три группы:

- климатические – температура, уровень освещённости, влажность, давление, скорость движения воды, воздушных масс, величина уровня естественной радиации, частота выпадения осадков и т. д.;
- химические – состав, концентрация веществ в воде, почвенном слое, наземно-воздушной среде;
- орографические – рельеф местности, вулканическая деятельность, возможность образования оползней, селей, сейсмическая деятельность и т.д.

Температура среды или тепловой режим – одно из важнейших условий существования живых организмов. Для большинства из них оптимальный интервал температур составляет от 0 до + 50 °С. Исключением являются виды, способные развиваться при более высоких или низких температурах (бактерии в горячих источниках или в вечной мерзлоте). При нарушении температурных пределов наступает гибель особей и популяции в целом.

Видимые лучи в сочетании с ультрафиолетовыми и инфракрасным спектром солнечного света регулируют жизненный процесс биоценоза: фотосинтез, транспирацию, фотопериодизм растений, движение, зрение у животных и т. д. Влажность среды обитания нередко является определяющей в распространении и численности популяций: лесным культурам, как известно, необходима повышенная, а для растений пустынь

приемлема пониженная влажность. Подобные закономерности имеют место при рассмотрении роли других климатических факторов.

Химический состав среды обитания имеет большое значение для водных, почвенных и наземно-почвенных экосистем. Количественные изменения состава среды приводят к снижению биопродуктивности, биоразнообразия. В частности, высокие концентрации нефтепродуктов в водных объектах негативно влияют не только на фито-, зоопланктон, но и непосредственно на ихтиофауну.

Биотические факторы характеризуют совокупность влияния жизнедеятельности одних организмов на другие, т.е. это условия непосредственно живой природы. Имеют место при функционировании представителей флоры, т.е. фитогенные, а за счёт деятельности животных - зоогенные факторы. Принимается во внимание также взаимодействия на уровне микромира (бактерии, микробы, простейшие представители животных и т.д.). Все они тесно взаимодействуют, формируя биоценоз. В перечне биотических факторов рассматривается также антропогенное воздействие на окружающую среду, так как *человек – неотъемлемая часть биосферы*.

Фитогенные факторы, т.е. взаимодействия между растениями могут быть в форме прямых и косвенно-трансбиотических контактов. Под прямыми контактами понимают механические (охлестывание ветвями, сцепление корней, стволов, давление) и физиологические (симбиоз, паразитизм, срастание корней и т. п.). Косвенно-трансбиотические взаимоотношения подразумевают, например, участие животных в процессе опыления, распространении семян, плодов.

Зоогенные факторы характеризуются наличием или отсутствием гомотипических, гетеротипических реакций (см. выше табл. 2.1) в сообществе, популяции животных, проявлением группового, массового эффекта. Групповой свидетельствует об объединении особей в отдельные группы, стаи, колонии, что облегчает их жизнедеятельность, в частности,

при добыче пищи, защите поселения и т. п. Массовый эффект – способность к миграции, перемещению с перенаселённой территории, при отсутствии достаточного количества пищевых ресурсов. Групповые, часто семейные объединения, в сочетании с массовым эффектом также создают определённое экологическое воздействие на окружающую среду, которая, в свою очередь, влияет на их поведенческие функции.

3.2. Особенности воздействия экологических факторов

Все абиотические и биотические факторы подразделяются на прямо - и косвенно действующие. Отдельные из них могут проявляться в виде тех или иных попеременно. Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется *оптимумом*, а создающая негативное воздействие – *пессимумом*. Первая соответствует, например, определённому интервалу температур, которая обеспечивает высокую урожайность сельскохозяйственных культур. Границы зоны оптимума называются *пределами устойчивости* (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Зависимость действия экологического фактора от его интенсивности

Между зоной оптимума и пределами устойчивости находятся зоны угнетения или *стрессовые зоны*, где функционирование живого организма затруднено. Однако отдельные виды организмов постепенно могут адаптироваться к более широкому интервалу воздействующего фактора.

Свойства вида адаптироваться к определённым диапазонам факторов среды называется *экологической пластичностью (валентностью)*.

Виды, способные существовать в строго конкретном интервале действующего фактора, называют *стенобионтными* (греч. стenos - узкий), в широком интервале – *эврибионтными* (греч. эyрос - широкий). К первым относятся биоценозы, например, пресноводных вод, которые не могут жить в солёной воде. Типичным представителем второй группы являются растения, которые способны произрастать на различных видах почв. Отношение организмов к какому-либо фактору окружающей среды указывается надлежащей записью: стенотермные, эвритермные – соответственно приемлемы узкие, широкие интервалы температур; стенобатные, эврибатные – параметры давления узкие и широкие; стеногалинные и эвригалинные – отношения к солёности воды и т. д.

По способности поддерживать постоянную температуру тела все виды животных подразделяются на две группы: *гомойотермные и пойкилотермные*. В первую входят птицы, млекопитающие способные поддерживать постоянную температуру тела. Это обеспечивается за счёт интенсивного обмена, внутренних источников тепла, поэтому их называют также *эндотермными*. Другие – беспозвоночные, рыбы, рептилии, амфибии, лишены способности поддерживать постоянную температуру тела и называются пойкилотермными или *эктотермными*.

На живые организмы одновременно действуют несколько факторов, которые условно подразделяются на *ведущие, фоновые и ограничивающие*. Первые, именуемые также главными, побуждают организмы к активной жизнедеятельности (рост температуры почвы способствует прорастанию семян, увеличение продолжительности светового дня повышает активность птиц и т. д.). Фоновые или второстепенные дополняют ведущие факторы. Ограничивающим или лимитирующим считается такой фактор, уровень которого оказывается близким к пределам выносливости конкретного организма.

Понятие о лимитирующих факторах в форме *закона минимума* введено в 1840 г. химиком Ю.Либихом: жизненные функции организма определяет самое слабое звено в цепи его экологических потребностей. Иначе говоря, определённый минимальный фактор окружающей среды за границами зоны оптимума приводит к угнетению, *стрессовому* состоянию организма, а за пределами выносливости – к его гибели. Если, например, в почве отсутствует микроэлемент бор, урожай будет минимальным.

Лимитирующим может быть и избыток воздействия какого - либо ведущего (ограничивающего) фактора. Лимитирующее влияние максимума наравне с минимумом сформулировал в виде *закона толерантности* Ф. Шелфорд (1913 г.): процветание (существование) организма ограничено зонами минимума и максимума определённых экологических факторов, т.е. ведущий фактор среды, имеющий неблагоприятное значение (как минимальное, так и максимальное, избыточное), ограничивает возможность существования вида несмотря на оптимальные значения других действующих факторов.

3.3. Роль антропогенных факторов

Впервые важная роль человека как экономического фактора была отмечена в научных трудах В. И. Вернадского. В настоящее время ни один из экологических факторов не оказывает такого ошутимого воздействия на биосферу в целом и на её отдельные экосистемы как человек. С целью увеличения выработки, например, пищевых продуктов проводилась работа по интенсификации деятельности представителей флоры, фауны, т.е. осуществлялось сознательное преобразование условий жизни отдельных видов, популяций. Однако такая деятельность, как, например, одомашнивание животных, отбор высокоурожайных сельскохозяйственных структур не могла оказать ошутимого негативного воздействия на окружающую среду.

Наряду с этим происходило увеличение производства промышленной продукции, что сопровождалось повышением антропогенных нагрузок на биосферу. В соответствии с концептуальными представлениями В.И.Вернадского эволюция биосферы совершается по двум направлениям: формируется ноосфера (от греч. ноос – разум) и биотехносфера. Первая, определение которой было уточнено в 1927 г. французским ученым Е. Ле Руа, представляет собой гармонично, разумно преобразованную часть биосферы в целях обеспечения жизнедеятельности человека, а вторая – следствие несбалансированных взаимоотношений между природой и человеком при высоких темпах хозяйственной деятельности. При этом наиболее существенные нагрузки приходятся на такие важные элементы биосферы, как атмосфера и, в первую очередь, на ее нижний слой тропосферу, а также на гидросферу и литосферу.

В тропосферу Земли, составляющую 80% от общей массы атмосферы $5,9 \cdot 10^{15}$ т, ежегодно поступает свыше 400 млн т загрязняющих веществ, включающих 260 видов. В их числе оксиды углерода, серы, азота, углеводороды, аэрозоль, пыль и др. В Российской Федерации предприятия черной, цветной металлургии ежегодно поставляют в атмосферу около 37% вредных веществ от общетерриториального количества, объекты теплоэнергетики – не менее 27%, нефтеперерабатывающие предприятия – более 15%, предприятия производства строительных материалов, изделий – не менее 8%. Подобные соотношения и близкие по объёмам выбросы вредных веществ в атмосферу имеют европейские страны, американских и других континентов. Основные причины таких значительных загрязнений – медленное внедрение безотходных, малоотходных технологий (рис. 3.2 а, б), превалирование открытых технологических процессов, сопровождающееся нерациональным использованием исчерпаемых природных ресурсов (рис. 3.2 в, г).

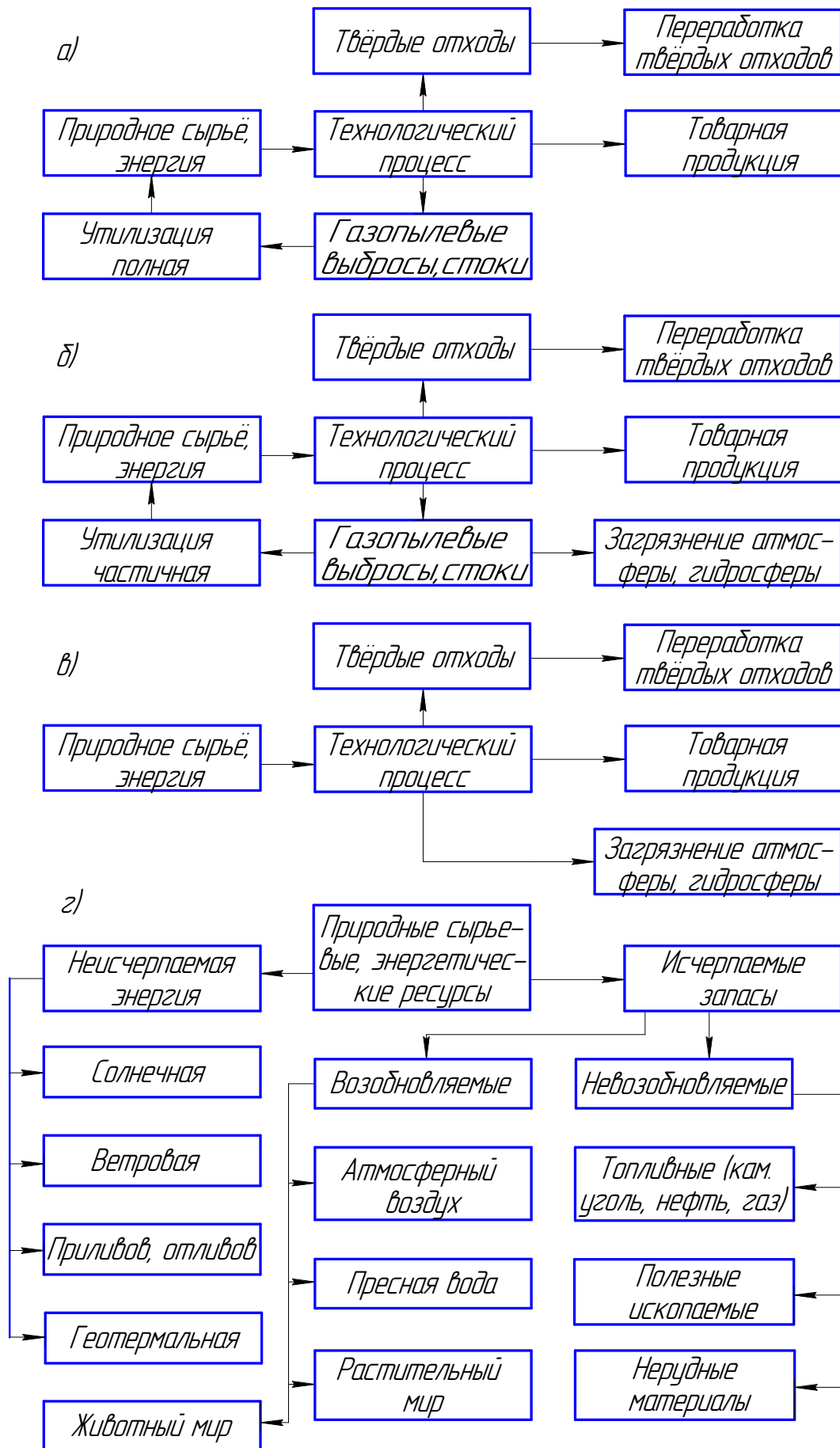


Рис. 3.2. Безотходные (а), малоотходные (б), открытые (в) технологии производства товарной продукции и виды (г) природных ресурсов Земли

В странах СНГ запасы пресной воды составляют около 40400 км³. Крупнейшие запасы – в озере Байкал - 2300 км³. Ежегодный объем отводимых в водные объекты сточных вод составляет только в Российской Федерации около 76,3 км³, из них в накопители, на поля фильтрации поступает не менее 2,5 км³. К категории недостаточно очищенных сточных вод относится примерно 6,4 км³. В целом в водотоки Земли поступает до 160 км³, а Мировой океан ежегодно принимает более 700 км³ сточных вод, содержащих не менее 10 млн т нефтепродуктов.

Литосфера, в первую очередь, ее верхний почвенный слой, подвергаются значительным антропогенным нагрузкам. Основные причины – превалирование экстенсивного использования сельскохозяйственных угодий, а также в ряде случаев непродуманное строительство различных объектов. Так, из-за нерационального хозяйствования интенсивность разрушения пахотного слоя, который толщиной 2-3 см обычно формируется не менее 200-300 лет, увеличилась в конце XX по сравнению с XIX веком с 6 до 1200 раз.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризовать роль абиотических, биотических факторов в функционировании живых организмов.
2. Дать определения валовой, чистой первичной, вторичной продукции и продуктивности.
3. Что понимается под пастбищными и детритными трофическими цепями, пирамидами чисел, биомассы, энергии?
4. Пояснить отличия, привести примеры стенобионтных и эврибионтных организмов.
5. Сформулировать основные положения законов минимума и лимитирующих факторов Ю. Либиха и Ф. Шелфорда.

Рекомендованная литература

1. Вронский, В.А. Прикладная экология: Учебн. пособие для студентов вузов /В.А. Вронский. - Ростов н/Д.: Изд-во «Феникс», 1996. - 510 с.

2. Новиков, Ю.В. Экология, окружающая среда и человек /Ю.В. Новиков. - М.: Фаир-Пресс, 2002. - 560 с.
3. Цветкова, Л.И. Экология: Учебн. пособие /Л.И Цветкова, М.И. Алексеев, Ф.В. Кармазинов [и др.]. - СПб.: АСВ, 2001. - 550 с.
4. Экология: Учебн. для студентов вузов технических специальностей /Под ред. Г.В. Тягунова, Ю. А.Ярошенко. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Лотос, 2005. - 504 с.
5. Экологическая безопасность строительства: Учебник В.И. Тимченко, А.Д. Потапов, М.Ю. Слесарев, Е.В. Щербина. - М.: Издат. «Архитектура» - С, 2009. - 312 с.

4. Перспективные направления снижения антропогенных нагрузок на биосферу

4.1. Парниковый эффект. Разрушение озонового слоя

Одной из важнейших экологических проблем является образование и дальнейшее развитие парникового эффекта вследствие поступления в атмосферу больших количеств диоксида углерода, других газов (метана, оксидов азота, фреонов), пыли, аэрозолей. Установлено, что в приземных слоях концентрация двуокиси углерода, составлявшая в начале XX века 0,029%, достигла к завершению столетия 0,035%. Ежегодно в мире при подземной добыче каменного угля в атмосферу поступает до $46 \cdot 10^6$ т метана. В совокупности с другими газами, пылью это способствовало повышению температуры, формированию парникового эффекта на поверхности Земли.

По данным метеонаблюдений за период с 1881 по 1991 год температура повысилась на 0,3 - 0,6 °С. При наличии существующих тенденций загрязнения атмосферы к середине XXI века возможно увеличение средней температуры на 4-5 °С. Это может привести к значительным сезонным протаиваниям грунтов Сибири, активному таянию вечных снегов высокогорий, льдов Антарктиды, Гренландии, повышению уровня воды Мирового океана. Вследствие этого произойдёт затопление ряда стран, континентов (Англия, Нидерланды, Австралия), приморских территорий Китая, Бангладеш, сельскохозяйственных полей Египта и др. Одновременно может произойти продвижение тропических зон от экватора к полюсам, расширение ареалов обитания патогенных микроорганизмов и, как следствие, *увеличится в средних широтах количество тяжелых и смертельных заболеваний. Единственно возможный при этом положительный результат – увеличение продуктивности фитоценозов.*

Принципиальная схема формирования парникового эффекта представлена на рис. 4.1. Двуокись углерода в сочетании с пылью, другими парниковыми газами увеличивают плотность нижних слоев атмосферы. Получаемая Землей одна двухмиллиардная часть колоссальной энергии Солнца в виде тепловых, световых и ультрафиолетовых лучей (лучистой энергии) достаточна для протекания всех естественных процессов в биосфере. Эта лучистая энергия, поступающая на Землю, обеспечивает формирование в биосфере определенных температурных режимов. Образующееся, как у каждого нагретого тела, инфракрасное излучение, вследствие увеличившейся плотности нижних слоев атмосферы не выделяется за её пределы, а накапливается, создаёт дополнительный нагрев.

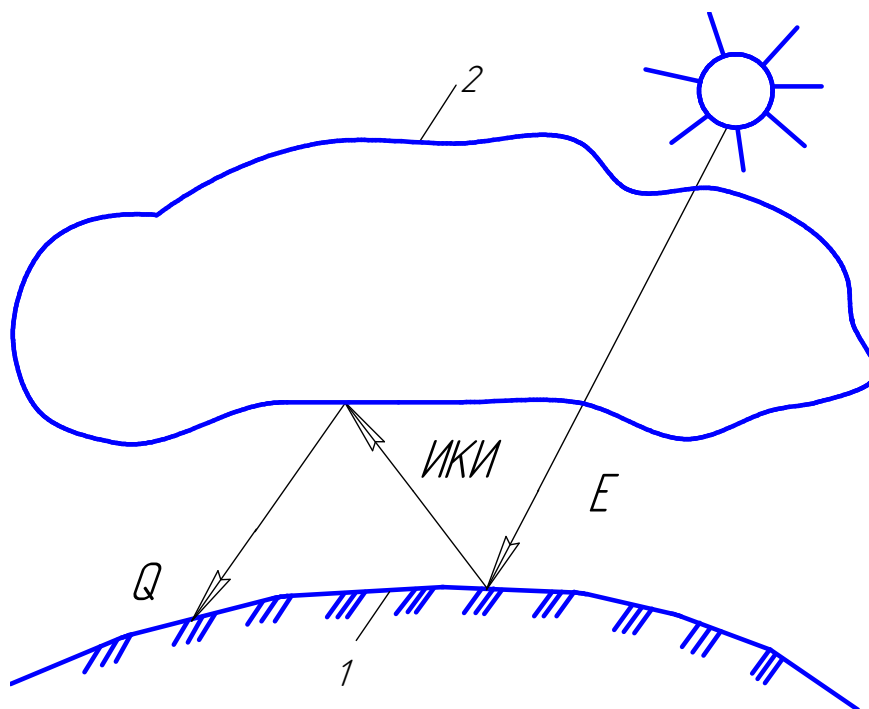


Рис. 4.1. Формирование «парникового» эффекта:

1 – поверхность Земли; 2 – нижние слои атмосферы с повышенным содержанием «парниковых» газов, пыли; E – лучистая энергия Солнца; $ИКИ$ – инфракрасное излучение; Q – получаемое дополнительное тепло при поглощении атмосферой ИКИ

Известно также, что увеличение температуры поверхности Земли происходит не только за счёт возросшей концентрации в тропосфере парниковых газов. Немаловажное значение имеет изменившееся *альбедо*

Земли – снижение отражательной способности земной поверхности. Вырубка тропических, северных лесов, распашка степей, сельскохозяйственное использование прерий, заливных лугов, уничтожение естественных водных объектов на 63% поверхности Земли способствуют поглощению лучистой энергии и, соответственно, глобальному потеплению.

В целях предотвращения дальнейшего развития парникового эффекта принят на уровне ООН так называемый Киотский протокол – документ, рекомендующий мировому сообществу *ограничить к 2012 году выбросы* в атмосферу парниковых газов, в первую очередь, *диоксида углерода на 5%*, по сравнению с 1990 годом. *Наибольшие количества таких газов поступает от предприятий США, Японии, Венгрии.* Один из вариантов – в меньшей мере использовать ископаемое, растительное топливо для выработки тепловой, электрической энергии.

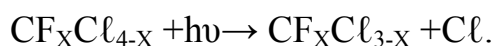
В связи с продолжающимся загрязнением атмосферы другой, не менее важной проблемой, является необходимость защиты озонового слоя от разрушения. Его количество, измеряемое в *добсоновских единицах*, сравнительно небольшое (100 единиц - такое количество озона, которое при 0 °C и давлении 760 мм рт. ст. образует слой толщиной в 1 мм. За пороговое значение для формирования озоновой дыры приняты 220 добсоновских единиц, т.е. слой 2,2 мм. Над Антарктикой, где *толщина слоя минимальная*, это значение до 1979 года не опускалась ниже указанной величины). Располагаясь тонким слоем на высоте до 40 км, он способствует сохранению жизни на Земле, *защищает от жесткого ультрафиолетового излучения.*

Известно, что на указанных высотах при отсутствии значительных антропогенных нагрузок происходит синтез озона за счет поглощения молекулами кислорода лучистой энергии. Образующиеся молекулы озона имеют избыточную энергию, от которой они стремятся избавиться, например, при столкновении с молекулами кислорода, азота.

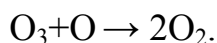
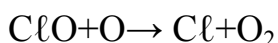
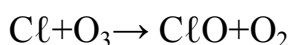
Освободившись от неё они поглощают лучистую энергию ультрафиолетового спектра с $\lambda=200-310$ нм.

Такое излучение крайне опасно для живых организмов Земли: происходит разрушение белков, возникают заболевания глаз, кожного покрова, наблюдается изменения в иммунной системе. Достигающая поверхности Земли примерно одна сотая часть коротковолнового, жесткого ультрафиолетового излучения при наличии оптимальной величины озонового слоя достаточна и приемлема для жизнедеятельности различных экосистем.

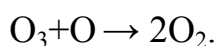
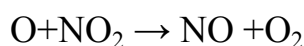
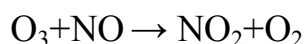
Разрушение озона – химически активного вещества происходит, по мнению специалистов в области атмосферной химии, за счет поступлений в атмосферу фреонов – хлорфторуглеводородов (ХФУ). Последние широко используются в качестве хладагентов, вспенивателей пластмасс, в анаэробных упаковках. Под действием солнечной лучистой энергии при длине волны $\lambda=190-225$ нм протекает процесс фотодеструкции ХФУ с образованием большого количества радикалов, например:



Образующийся при этом свободный атомарный хлор активно взаимодействует с озоном, снижая его концентрацию:



Поступающие в атмосферу оксиды азота также активно способствуют разрушению озона, вступая с ним в химические реакции:



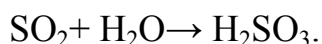
Одновременно данный процесс интенсифицируется за счет высоких температур и оксидов азота, выделяющихся при сгорании топлива в двигателях высотной авиации, космических аппаратов. Известно, что один

запуск космического корабля типа «Шаттл» приводит к разрушению примерно 10 млн т озона.

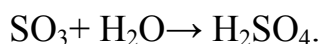
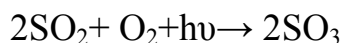
Для предотвращения глобальной катастрофы, связанной с трансформированием озонового экрана, на международном уровне принята *Венская конвенция*, предусматривающая сокращение производства озоноразрушающих веществ, применение взамен их безвредных заменителей. В России годовое производство ХФУ составляет не более 0,33 кг на человека, в то время как в западных странах этот показатель ежегодно составляет 1,5 кг. В целом во всем мире производится около 1300 тыс т в год таких веществ, из них менее 10% в России, в США -35%, Японии-10%.

4.2. Влияние кислотных дождей на строительные конструкции

Образование и выпадение кислотных дождей – одна из глобальных экологических проблем, обусловленная *поступлением в атмосферу оксидов серы, азота*, образующихся при сжигании каменного угля, мазута. Только в странах СНГ ежегодно в атмосферу выделяется не менее 17 млн т диоксида серы. Основные источники: дымовые газы ТЭС, газовые выбросы металлургии, нефтехимии. Взаимодействуя с атмосферной влагой, он образует сернистую кислоту:

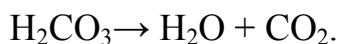
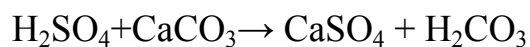


Одновременно за счет фотохимического окисления в атмосфере образуется другой оксид серы, который также вступает в химические реакции с парами воды:



Слабые растворы этих кислот выпадают иногда не только вблизи источника загрязнения атмосферы, но и на значительных расстояниях вследствие трансконтинентального переноса загрязнений.

Поступая на Землю, такие осадки повышают кислотность почвы, создавая рН менее 5,6, разрушают карбонатную составляющую (известняки), вступая в реакцию:



Образующая нестойкая угольная кислота легко разлагается с образованием воды и двуокиси углерода. Наряду с этим параллельно протекают иные химические процессы, приводящие к обеднению грунта солями калия, фосфора, нарушающие его структуру и, как следствие, снижающие плодородие почвы, урожайность сельскохозяйственных культур. К увеличению кислотности наиболее чувствительны посевы пшеницы, овса, ячменя, а также такие овощные культуры, как томаты, свекла, редис и др.

Одновременно происходит поражение хвойных, лиственных лесов, сопровождающееся пожелтением (покраснением) хвои верхней части деревьев, потемнением листьев. Исследования показали, что аномалии фотосинтеза, продуктивности лесных массивов Земли возникли в 60-е годы XX века: было отмечено снижение продуктивности вечнозеленых пород на 20-30%. Так, в Германии при площади лесов 7,3 млн га более 13% считаются погибшими, т.е. каждое 13 дерево повреждено кислотными дождями, является нежизнеспособным.

Весьма негативное воздействие оказывают кислотные дожди на флору, фауну водных объектов, вызывая их гибель. Вследствие этого исчезает кормовая база ихтиофауны, становится невозможным рост, развитие молоди рыб. В настоящее время только в Швеции около 20% озёр имеют повышенную кислотность, несмотря на применение в ряде случаев обработки воды известью. В Норвегии аналогичная ситуация на 175 из

266 озер, в США – на 26 крупнейших озерах лишь в одном штате Новая Англия.

Существенную опасность кислотные дожди представляют для административно-производственных зданий и сооружений, жилой застройки, архитектурных памятников. Активное коррозионное разрушение таких объектов отмечено в ряде стран. Так, например, вследствие атмосферной коррозии интенсивно разрушаются железобетонные и металлические конструкции зданий в штате Иллинойс (США).

Кислотные дожди на территории Англии сопровождаются значительным ущербом строениям и архитектурным памятникам Вестминстерского аббатства, крепости Тауэр, негативно воздействуют на собор Св. Павла. На последнем слой портландцемента разрушился на глубину 2,5 см. В Греции знаменитый Акрополь с шестидесятих годов прошлого столетия пострадал от атмосферных загрязнений, кислотных осадков значительно больше, чем за весь многовековой период существования.

В Германии дворцы Сан-Суси, их скульптурные украшения, как и в Голландии на соборе Св. Иоанна, построенных более 450 лет назад, приобрели темную окраску и способны “таять как леденцы”. Основные причины – образование по указанным выше реакциям гигроскопического, влагонестойчивого гипса, легко разрушающегося также вследствие эрозии. Для сохранения архитектурно-исторических памятников используют специальные покрытия на основе фторуглеводородов, полиакрилатов и других дорогостоящих полимерных материалов. Общий ущерб от кислотных дождей только в Европе составляет не менее 3 млрд долларов.

В России воздействие кислотных дождей на строительные конструкции и окружающую среду изучено фрагментарно вдоль западных границ и в отдельных промышленных регионах. Установлено их негативное влияние на хвойные леса Прибайкалья, качество пресных вод в озере Байкал, отмечено более интенсивное коррозионное разрушение строительных конструкций в крупных городах.

Предотвращение развития парникового эффекта, разрушения озонового слоя, выпадение кислотных осадков возможно при активной деятельности всех стран, промышленных корпораций, отдельных отраслей, предприятий, их специалистов, направленной на сокращение поступления газопылевых выбросов в атмосферу. В настоящее время концентрация оксидов углеродов, азота, серы, поступления фреонов, пыли аэрозолей в атмосферном воздухе крупных городов существенно превышают фоновые концентрации: по СО, например, в 80-125 раз и более, SO₂ - в 50-300 раз. В странах СНГ газообразные вредные вещества поступают в значительном количестве в атмосферу от ряда отраслей промышленности. Так, например, предприятия черной, цветной металлургии поставляют около 35% газообразных загрязнений от общего количества, объекты теплоэнергетического комплекса (ТЭК) соответственно 27%, нефтеперерабатывающей промышленности более 15%, производства строительных материалов – более 8%, химической - около 2%. При этом доля выхлопных газов автотранспорта превышает 13%. Основные данные о поступлении загрязняющих веществ в атмосферу приведены в табл. 4.1.

Т а б л и ц а 4 . 1

Ежегодные поступления вредных веществ в атмосферу

Название веществ	Виды выбросов, млн т		Доля антропогенных от общего поступления, %
	естественные	антропогенные	
Окись углерода	5000	304	6,1
Двуокись углерода	485000	18300	3,8
Оксиды серы	650	100	15,4

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4
Оксиды азота	770	53	6,9
Углеводороды	2600	88	3,4
Пыль	3700	1000	27,0

Нетрудно видеть наличие значительных поступлений в атмосферу пыли, оксидов серы, азота, углерода вследствие антропогенной деятельности.

4.3. Эффективные способы очистки газовых выбросов строительных предприятий

Негативное воздействие пыли на окружающую среду не ограничивается увеличением плотности приземных слоев атмосферы, приводящее в сочетании с двуокисью углерода и другими газами к формированию парникового эффекта. Первые проведенные и систематизированные экологические исследования показали, что при высокой запыленности атмосферного воздуха, например, вблизи цементных, асфальтобетонных предприятий, снижается продуктивность растений, лесов, водной флоры и фауны. Установлено, что пыль, покрывающая поверхность листьев, затрудняет газопроницаемость, доступ солнечных лучей и, соответственно, фотосинтез биомассы. Это приводит к замедлению роста, снижению устойчивости к прочим нагрузкам антропогенного и естественного происхождения. *Такое явление особенно характерно для хвойных лесов.*

Поступая в водные объекты, пылевидные частицы служат структурообразующими элементами. На их поверхности, внутри пор концентрируются загрязнения органического, минерального происхождения. Под действием гравитационных сил конгломераты перемещаются в нижние слои, формируя донные отложения. За счет расходования кислорода на окисление растворенных в воде загрязнений

способны создаваться условия, близкие к анаэробным, которые затрудняют жизнедеятельность естественных экосистем, зообентоса.

Любые виды строительной пыли (табл. 4.2) способствуют преждевременному износу, разрушению строительных машин, агрегатов. Они также снижают видимость в производственных помещениях, затрудняя управление механизмами. При отложениях на поверхности осветительных приборов уменьшают их светоотдачу. Отдельные виды пыли при определённых концентрациях способны воспламеняться, взрываться.

Длительное пребывание человека в помещениях, на строительных площадках с концентрацией пыли выше ПДК приводит к лёгочным заболеваниям (пневмокониозы, силикозы и т.п.), поражению слизистых оболочек глаз, дыхательных путей. На строительных площадках высокая запылённость создаётся при сносе старых зданий, выполнении планировочных, земляных работ, например, в сухую погоду, при производстве работ взрывным методом, и др.

Т а б л и ц а 4 . 2

Краткие сведения о строительной пыли

Основная составляющая (место образования)	Плотность частиц, г/см ³	Среднемедианный размер, мкм
Асбестовая	2200	261
Известняковая (размол, обжиг и др.)	2700 – 2900	1 – 40
Минеральная (асфальтобетонные заводы)	2600	1,6 – 25
Неметаллическая (плавильные печи)	3020	117
Свинцовая – оксид свинца	8260	14,7
Древесностружечная	1180	1370
Древесноопилочная	–	1400
} Обработка пиломатериалов		
Цементная (барабанные сушилки)	2910	1,6 – 25
Цинковая (оцинкование деталей)	6000	2,5 – 40

Для предотвращения сверхнормативного загрязнения атмосферного воздуха в строительной практике применяется два способа: ликвидация

источников пылевыведения и очистка выбросов. Первый успешно применяется при транспортировке измельчённых материалов, выполнении погрузо-разгрузочных работ с исключением свободного падения, использовании герметичных пневмопроводов, гидрообеспыливания и т.п.

Наиболее часто в строительной практике для защиты атмосферы от загрязнения пылью применяют сухие и мокрые методы очистки образующихся выбросов. Основные сведения об их классификации и применяемых типах оборудования приводятся на рис. 4.2.



Рис.4.2. Классификация методов и аппаратов пылеочистки

Эффективность пылеулавливания η определяется из соотношения:

$$\eta = \frac{100 \cdot (C_1 - C_2)}{C_1}, \quad (4.1)$$

где C_1 и C_2 соответственно концентрации пыли в воздухе до и после очистки, мг/м³.

При испытании многоступенчатой пылеочистки общая эффективность составляет:

$$\eta_{\text{общ}} = [1 - (1 - \eta_1)(1 - \eta_2) \dots (1 - \eta_n)] \cdot 100, \quad (4.2)$$

где $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ – степени очистки на каждой ступени.

Приведенные на рис. 4.3 методы и аппараты по их реализации обычно используются для извлечения пыли определенной дисперсности. Однако одновременно частично удаляется пыль и других размеров. В этом случае общая степень очистки находится из уравнения:

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \frac{\sum \sigma_n \cdot \eta_n}{100}, \quad (4.3)$$

где σ_n – масса n – ой фракции пыли, %; η_n – эффективность извлечения частиц пыли данной фракции.

При больших объемах и высокой запыленности выбросов предприятий строительной промышленности применяется многоступенчатая схема пылеочистки. Грубая очистка (I ступень) производится в пылеосадительных камерах или инерционными пылеуловителями (рис. 4. 3).

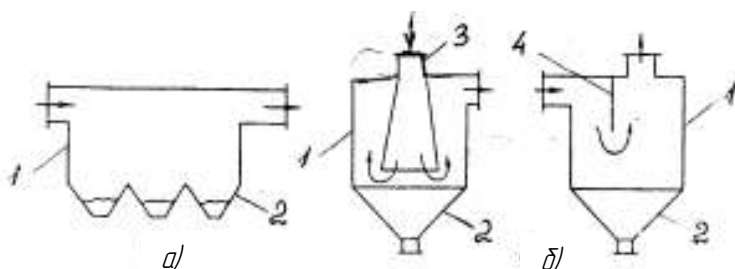


Рис. 4.3. Принципиальное устройство пылеосадительной камеры (а), инерционных пылеуловителей (б):
1 - корпус; 2 – приёмный бункер; 3 – входной патрубок; 4 - неплотная перегородка

В пылеосадительных камерах осуществляется гравитационное осаждение пылевидных частиц, т.е. под действием их собственного веса. Необходимые условия: малая скорость движения (0,2–0,8 м/с), большой объем аппарата, ламинарное (без перемешивания) движение потоков

запыленного воздуха. Преимуществом таких аппаратов является достаточно простая конструкция, несложная эксплуатация, малое гидравлическое сопротивление. К недостаткам следует отнести их громоздкость, большие расходы конструкционных материалов, возможность извлекать только крупнодисперсную пыль, невысокая степень очистки, составляющая не более 60%.

В инерционных пылеуловителях, которые по размерам значительно меньше пылеосадительных камер, происходит изменение направления движения запыленного потока и резкое снижение его скорости. Это достигается применением входного патрубка 3 большого диаметра и устройством несплошной перегородки 4. Частицы пыли, как более тяжелые по сравнению с воздухом, имеют значительный запас инерционных сил и, продолжая двигаться в прежнем направлении, извлекаются из воздуха. Очищенный воздух через отводящий патрубок удаляется в атмосферу.

Подобные аппараты имеют практически такие же преимущества и недостатки, как и пылеосадительные камеры. Однако степень очистки от крупнодисперсной пыли несколько выше, расход конструкционного материала меньше.

Очистка от пыли отводимых в атмосферу выбросов фильтрованием применяется в строительной и других отраслях промышленности (рис. 4.4).

Запылённый воздух поступает внутрь тканевых рукавов диаметром 135 – 385 мм длиной от 2 до 10 м, закреплённых нижней частью на патрубках дырчатой перегородки 7, а верхней закрытой частью – на подвеске 3 способной перемещаться возвратно – поступательно в горизонтальной плоскости при включении встряхивающего механизма 4. Формирующийся слой пыли на внутренних стенках тканевых рукавов обеспечивает извлечение из воздушного потока не только крупнодисперсной, но и мелкой пыли, повышая степень очистки

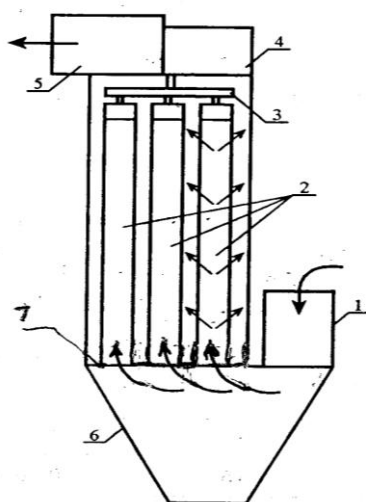


Рис. 4.4. Основные элементы рукавного фильтра:

1 – входной патрубок; 2 – рукава; 3 – подвеска рукавов; 4 – встряхивающий механизм; 5 – выходной патрубок; 6 – приёмный бункер; 7 – дырчатая перегородка

отводимого воздуха. Однако сопротивление фильтрованию постепенно увеличивается и при достижении критической величины аппарат останавливают на регенерацию рукавов путем их встряхивания с помощью механизма 5 или обратной продувкой сжатым воздухом.

Пылезадерживающая способность тканей зависит от K^I – величины воздухопроницаемости. Для гладких тканей она составляет не более $1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м/с} \cdot \text{Па}$ а у ворсовальных – не менее $4,1 \cdot 10^{-3} \text{ м/с} \cdot \text{Па}$, т.е.

$$K^I = \frac{v}{\Delta P_0}, \quad (4.4)$$

где v – скорость фильтрования, м/с; ΔP_0 – сопротивление незапылённой ткани.

Преимуществом рукавных фильтров является возможность обеспечить степень очистки поступающего в атмосферу воздуха на 98-99%. Они могут успешно эксплуатироваться при невысоких концентрациях пыли, эффективно работают при использовании в качестве второй ступени очистки. Существенными недостатками являются быстрый износ тканевых рукавов, недостаточная эффективность системы регенерации, необходимость периодического отключения и др.

Центробежные пылеуловители (циклоны) применяются в строительной практике значительно чаще, имеют различные конструкции (рис. 4.5).

Принцип действия основан на том, что запыленный воздух вводится в цилиндрический корпус 3 с большой скоростью по касательной (тангенциально). Вследствие этого происходит закручивание потока по

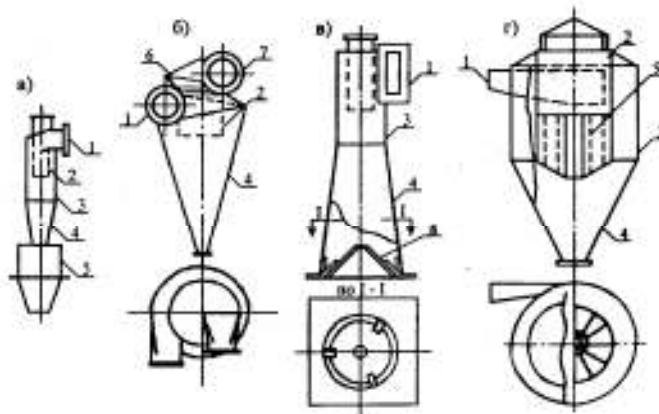


Рис. 4.5. Конструкции применяемых циклонов:
а, б, в, г – соответственно типа НИИОГАЗ ЦИ – 15, СИОТ, ВЦНИИОТ, Гипродревва; 1- входной патрубок; 2 – отводная труба; 3 – корпус; 4 – коническая часть; 5 – приёмный бункер; 6 – улитка на выходе; 7 – отверстие выхлопного патрубка; 8 – коническая вставка; 9 - перегородки

спирали. При этом на каждую частицу пыли действует большая центробежная сила F , извлекающая её из потока:

$$F = m v^2 / r, \quad (4.5)$$

где: m – масса частицы, кг; V – скорость, м/с; r – радиус спирали, м.

По сравнению с указанными выше пылеуловителями циклоны имеют ряд преимуществ: достаточно несложное устройство, небольшие размеры, компактность конструкций, простая эксплуатация, высокая производительность. В то же время им свойственны некоторые недостатки: высокие энергозатраты, повышенное гидравлическое сопротивление, трудности улавливания мелкодисперсной пыли. Широко используются циклоны на предприятиях по производству железобетонных изделий,

силикатной продукции, деревообработки, изготовления пластмассовых деталей и т.п.

Пылеочистка с использованием перечисленных выше аппаратов не всегда позволяет достигать минимальных концентраций пыли различной дисперсности в отводимом воздухе. Подобная задача более эффективно решается при реализации мокрого метода извлечения пылевидных частиц или сочетанием аппаратов сухого и мокрого методов. Типичными представителями последнего являются полые и насадочные газопромыватели (скрубберы, рис. 4.6).

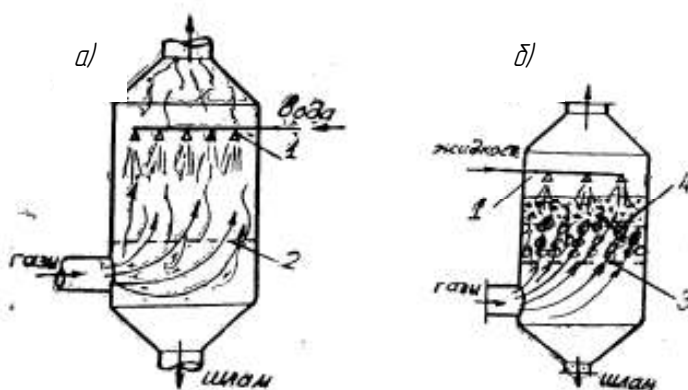


Рис. 4.6. Движение запылённого воздуха в полном (а) и насадочном (б) скрубберах:
1 – ороситель; 2 – газораспределительная решётка; 3 – перфорированное днище;
4 – насадка

Принцип действия названных аппаратов основан на контактировании присутствующих в потоке пылевидных частиц с каплями воды, сопровождающееся увеличением их массы, поступлением и аккумулярованием в приемной камере с последующим отстаиванием. Полый скруббер, представляющий собой колонну круглого, реже квадратного, прямоугольного сечения, снабжается внизу газораспределительной решеткой 2, а сверху – оросительным устройством 1 в виде форсунок для создания потока капель воды. Для исключения каплеуноса иногда в конструкции предусматривается каплеуловитель, а также контролируется скорость отводимого очищенного воздуха, которая должна быть в пределах 0,7 – 1,5 м/с. Такие аппараты достаточно

эффективны для извлечения пыли с размером частиц более 10 мкм. При меньших размерах применяют насадочные скрубберы. Они отличаются тем, что размещенная на перфорированном днище (опорной решетке) 3 насадка в виде, например, колец Рашига позволяет обеспечить деление запыленного потока воздуха на множество струй. Это, в свою очередь, создает благоприятные условия для контактирования пыли с водой, поступающей на орошение скруббера.

Барботажные аппараты прямого действия или с разделяющей перегородкой (рис. 4.7 а, б) достаточно эффективны. В них запыленный воздух барботирует через слой жидкости, что увеличивает поверхность соприкосновения с ней содержащейся в воздухе пыли. Скорость свободного всплывания пузырьков воздуха составляет 0,25-0,35 м/с.

В пенных пылеуловителях с провальными и переливными решетками (рис. 4.7. в, г) обеспечивается контакт запыленного воздуха с жидкостью на дырчатых или щелевых решетках с диаметром отверстий соответственно 4-8 мм или шириной щели 4-5 мм. Для исключения каплеуноса скорость движения воздушного потока принимается не более 1,5 м/с, высота пены на решетках – «тарелках» не превышает 80-100 мм.

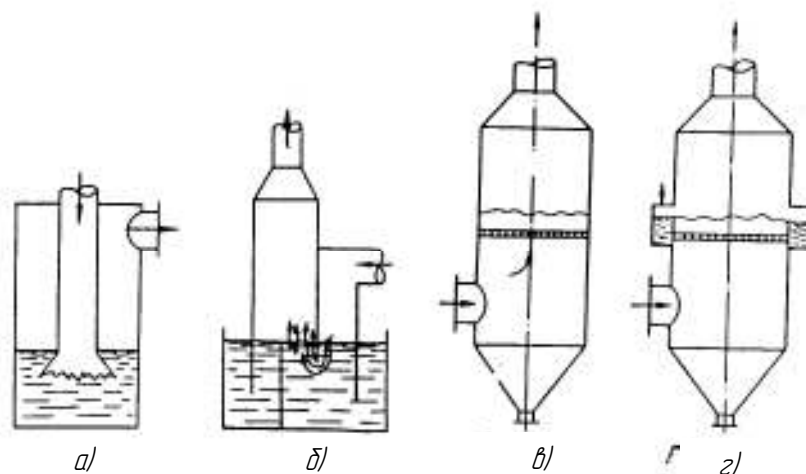


Рис. 4.7. Принципиальное устройство аппаратов для мокрой пылеочистки:
а, б – барботажные соответственно прямого действия, с разделяющей перегородкой;
в, г – пенные пылеуловители с провальной (в), переливной (г) решёткой

Полые насадочные газопромыватели, барботажные, пенные аппараты обеспечивают высокую степень очистки воздуха от пыли различной дисперсности. В отличие от рукавных фильтров они могут работать в непрерывном режиме, имеют более высокую производительность, меньшие размеры по сравнению с пылеосадительными и инерционными аппаратами. Существенными недостатками является образование шлама, сточных вод, требующих утилизации, очистки.

Ударно-инерционные аппараты (рис. 4.8 а, б) работают по принципу осаждения легко смачиваемых частиц пыли в процессе преодоления воздушным потоком препятствия, смоченного водой или за счет резкого изменения направления движения над поверхностью водного слоя.

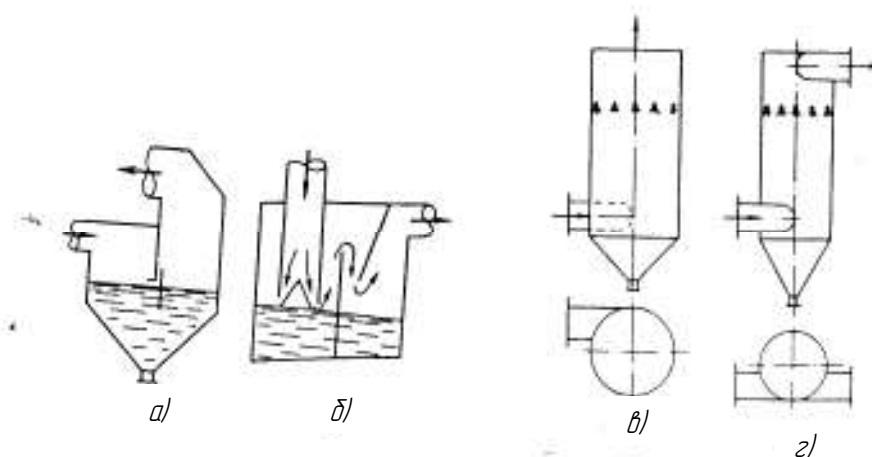


Рис. 4.8. Пылеуловители абсорбционные ударно-инерционного типа (а, б) и динамические дезинтеграторы (в, г):

а – аппарат ПВМ; б – скруббер Дойля; в, г – конструкции ВТИ и ЛИОТ

Динамические дезинтеграторы (рис. 4.8 в, г) обеспечивают соприкосновение пылесодержащего потока воздуха с жидкостью, разбрызгиваемой вращающимся валом с лопастями, перфорированным барабаном, дисками и т.п. Для эффективной пылеочистки необходимы значительные энергозатраты, подача воды, ее последующая очистка, регенерация.

Указанных недостатков не имеет электрический метод пылеулавливания, который приемлем при различной дисперсности пыли и температуре выбросов. Типичным представителем такого метода является электрофильтр (рис. 4.9). Принцип действия основан на ионизации пыли у поверхности центральных коронирующих электродов 1. При прохождении вблизи них частицы пыли воздушного потока приобретают заряд и притягиваются к осадительным электродам 2, имеющим заряд противоположного знака. Под действием собственного веса слой пыли с электродов 2 перемещается в приемный бункер.

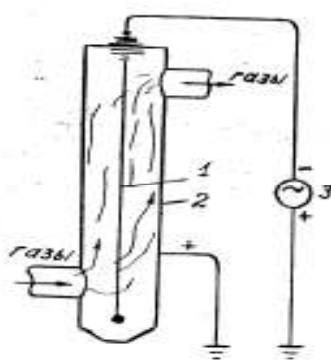


Рис. 4.9. Схема трубчатого электрофильтра:
1, 2 – соответственно коронирующий и осадительный электроды;
3 – источник постоянного тока

Электрофильтры приемлемы для очистки газопылевых выбросов вращающихся цементных печей, дробилок, мельниц, сушилок различных конструкций и т.п. Однако требуют значительных энергозатрат, соблюдения определенных правил эксплуатации из-за необходимости использования постоянного электрического тока напряжением 60-70 тыс. вольт.

При производстве строительных материалов, а также непосредственно на стадии выполнения различных строительных работ выделяется большое количество вредных веществ (табл. 4.3). Указанные вредные вещества – лишь некоторая часть из 26 газообразных продуктов, которые могут поступать от предприятий стройиндустрии. Большинство из

них представляют опасность окружающей среде, населению. Так, например, окись углерода при поступлении в организм взаимодействует с гемоглобином крови, обеспечивающим передачу кислорода к тканям человека. В результате образуется карбоксигемоглобин, который прочно связывает кислород, исключая передачу его из лёгких к жизненно важным органам. Не меньшую опасность для здоровья населения представляют эфиры, пары летучих растворителей, смеси воздуха с горючими газами, парами – ацетоном, ацетиленом, бензином, бензолом и др. Отдельные из них обладают канцерогенными свойствами, инициируют мутации в организме человека.

Т а б л и ц а 4 . 3

Вредные вещества в газовых выбросах
предприятий строительной промышленности

Выполняемая работа	Название веществ	ПДК, мг/м ³	
		средне – суточная	рабочей зоны
Приготовление лаков, красок, мастик, кровельных (рулонных) материалов и др.	Бензин	1,5	300
	Дибутилфталат	-	0,5
	Керосин	-	300
	Серная кислота	0,1 (по H ₂ SO ₄)	1,0
	Соляная кислота	0,2 (по HCl)	5,0
	Фенол	0,003	0,3
	Формальдегид	0,012	0,5
Шпатлёвочные, малярные, антикоррозионные, изоляционные, сварочные работы, оклеивание металлических, полимерных материалов и др.	Ацетон	0,35	200
	Бутилацетат	0,1	200
	Оксиды азота	0,085 (по NO ₂)	5
	Оксиды серы	0,05 (по SO ₂)	10
	Оксиды углерода	1,0	20
	Толуол	0,06	50
	Уайт – спирт	-	-
	Хлор	0,1	1,0
	Этилацетат	0,1	200

Экологическая безопасность строительного производства и, в частности, снижение загрязнения атмосферы, достигается двумя

способами: реализацией новых технологий, не связанных с выделением газообразных веществ или очисткой организованных выбросов. В первом случае предусматривается применение непрерывных, замкнутых циклов, автоматизации, комплексной механизации, максимально ограничивающих поступление вредных веществ в атмосферу. Кроме того, ориентируется производство строительных материалов на замену токсичных жидких, газообразных веществ менее опасными, безвредными, в том числе твердого, жидкого, как правило, многосернистого топлива газообразным.

Однако в ряде случаев возникает необходимость очистки газовых выбросов перед подачей их в атмосферу. При этом для каждого предприятия, производства строительных материалов определяется K - коэффициент обеспеченности сооружениями защиты атмосферы от загрязнения:

$$K = (T_1 / T_2) \times 100, \quad (4.6)$$

где T_1 – продолжительность работы в году газоочистных установок независимо от степени очистки, ч; T_2 – продолжительность работы в течение года технологического оборудования, ч.

Для извлечения токсичных газообразных вредных веществ из отводимых выбросов в атмосферу применяются сухие и мокрые методы. Последние представлены частью указанных выше аппаратов для удаления пыли из промышленных выбросов (рис. 4.10). Дополнительно могут применяться другие виды оборудования. Необходимое условие – отсутствие химического взаимодействия улавливаемых вредных газообразных веществ с водой или другими применяемыми жидкостями. Это может сопровождаться образованием коррозионноактивных растворов или опасных продуктов для окружающей среды, населения.

Применяемые абсорбционные аппараты имеют сравнительно небольшую стоимость, высокую эффективность, приемлемы для извлечения воспламеняющихся, взрывоопасных газов, выбросов с повышенной влажностью. В то же время обязательной является

регенерация жидкостей, применяемых для очистки отводимых газовых потоков.

Адсорбционные методы основаны на избирательном поглощении одного или нескольких компонентов из отводимых газовых выбросов сорбентом. При правильном его подборе обеспечивается высокая степень извлечения вредных веществ даже при их малых концентрациях.

Высокотемпературное (термическое) обезвреживание газовых выбросов по сравнению с адсорбционным и абсорбционным методами отличается высокой эффективностью, отсутствием коррозионноактивных сред, сточных вод, растворов подлежащих очистке, регенерации.

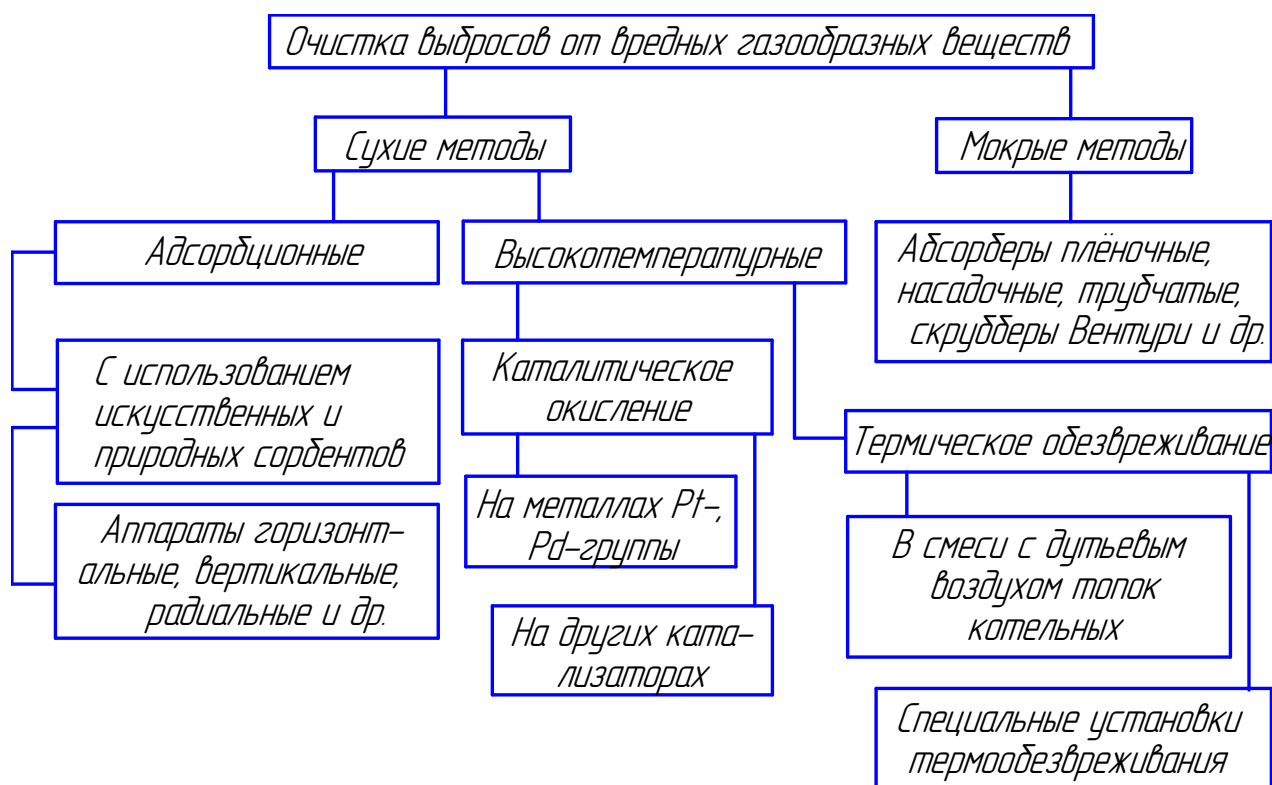


Рис. 4.10. Методы очистки газовых выбросов предприятий от вредных веществ

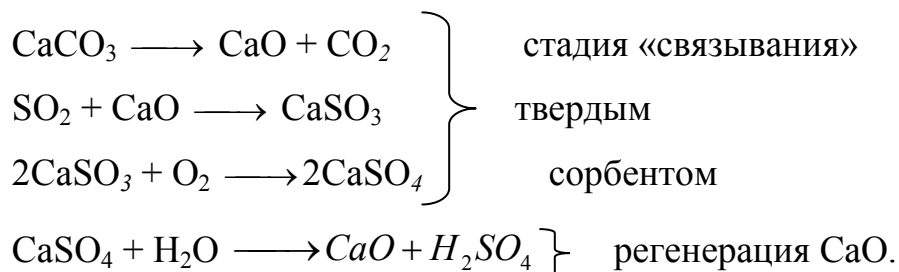
Особую значимость данный метод, подразделяющийся на каталитическое окисление и термическое обезвреживание, имеет при наличии в выбросах токсичных компонентов органического происхождения, болезнетворных микроорганизмов.

Существенное загрязнение атмосферного воздуха может производиться газовыми выбросами котельных строительных предприятий в случае использования топлива с повышенным содержанием серы, при

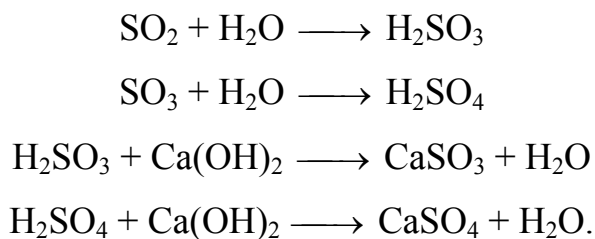
нарушениях в режиме сжигания топлива. Образующиеся при этом *оксиды серы* способствуют выпадению кислотных осадков. Для предварительной подготовки многосернистое топливо подвергают гидрированию или газификации:



Однако оба метода требуют значительных энергозатрат, сопряжены с необходимостью утилизации конечных продуктов. Поэтому наиболее часто применяют очистку дымовых газов так называемым «сухим» или «мокрым» методами. В первом используют оксид кальция в качестве основного реагента, получаемого при нагреве известняка:



При мокром методе в упоминавшихся выше абсорбционных аппаратах обеспечивается контакт оксидов серы с водой и последующая нейтрализация образовавшихся кислот известковым молоком:



Снижение концентраций *оксидов азота* в отходящих дымовых газах обеспечивается тщательной регулировкой режима горения топлива в топках котельных. При этом применяется двухстадийное сжигание: на первой – с недостатком кислорода в дутьевом воздухе, на второй – в соответствии с расчетом. Применяется также подача водяного пара в зону горения для стабилизации температурного режима и соответственно концентраций оксида азота в отходящих газах. Наряду с этим применяют

химическое поглощение оксидов азота из дымовых газов растворами щелочей, адсорбционную очистку, каталитическое окисление.

Транспортные средства, строительные машины, механизмы, агрегаты, имеющие в качестве привода двигатели внутреннего сгорания и дизельные двигатели, создают за счет выхлопных газов значительную экологическую нагрузку на атмосферу. Они содержат более 100 вредных веществ. При сгорании в двигателе внутреннего сгорания 1 т бензина в атмосферу поступают оксидов углерода 395, углеводородов в виде паров, газов 34, оксидов азота 20, оксидов серы 1,55, альдегидов 0,93 кг. Сгорание 1 т дизельного топлива сопровождается выделением 34 кг оксидов азота, несколько меньше образуется оксида углерода, органических ингредиентов и сажи – соответственно 21, 266 и до 2 кг. Снижение их поступления в атмосферу достигается тщательной регулировкой двигателей, что обеспечивает одновременно уменьшение расхода топлива на 20%. Применяются также каталитические нейтрализаторы, дожигатели выхлопных газов.

4.4. Экологические значения санитарно-защитных зон предприятий

Экологическая обстановка вблизи предприятий строительной промышленности характеризуется не только содержанием пыли, вредных газообразных веществ в атмосферном воздухе, но и энергетическими загрязнениями в виде шума, вибрации, электромагнитных волн, ионизирующих излучений, тепловым воздействием отводимых выбросов, сточных вод. Для снижения их негативного влияния на окружающую среду, селитебные территории, создаются, предусмотренные нормативными документами, санитарно-защитные зоны (СЗЗ).

Размеры их назначаются непосредственно от основного источника загрязнения: трубы, организованного вентиляционного выброса, агрегата, создающего повышенный шум, например, при дроблении известняка и т. п. Требования к санитарно-гигиеническому состоянию таких

территорий устанавливаются в соответствии с характером, величиной производственных вредностей и согласовываются с органами санитарно-эпидемиологического надзора. При этом принимается во внимание принятая классификация промышленных объектов по степени воздействия на окружающую среду. Учитывается также их производительность, условия ведения технологических процессов, объем, концентрация газопылевых выбросов, возможность их рассеивания с учетом розы ветров, экологическая обстановка (фоновые загрязнения в регионе) и другие факторы.

С учетом изложенного строительные предприятия могут относиться к определенному классу объектов с СЗЗ следующих размеров: I класс – 2000 м, II – 1000 м, III – 500 м, IV – 300 м и V – 100 м.

В частности, к I классу относятся, например, заводы приготовления магнезита, доломита, шамота с обжигом в шахтных, вращающихся и других печах, ко II классу – производства гипса (алебаstra), асбеста, извести, асфальтобетона, к III – выработки керамзита, стекловаты, рубероида, к IV – приготовления бетонных и асбестоцементных изделий, полимерных строительных материалов, к V – добычи, обработки строительного камня невзрывным способом.

Классы и размеры, устанавливаемые на основании расчетов расстояний, на которых достигаются допустимые приземные концентрации вредных веществ, должны соответствовать целому ряду технико-гигиенических требований.

По указанию органов санэпидемнадзора размеры СЗЗ могут увеличиваться в следующих случаях:

- эффективность сооружений газопылеочистки предприятия недостаточная, в атмосферном воздухе селитебной территории обнаруживаются высокие концентрации вредных веществ, превышающие ПДК;

- предприятие, в связи с переходом на новое сырье, на другую технологию производства товарной продукции или в иных случаях имеет в выбросах ранее отсутствовавшие, более токсичные компоненты или произошли изменения в концентрации, количестве разрешенных к выбросу загрязняющих веществ;

- изменилась экологическая обстановка на близлежащих территориях, в зоне расположения промышленного объекта и прилегающего населенного пункта (повышение концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе из-за частых штилей, туманов и т. п.);

- возникла необходимость размещения жилой застройки с подветренной стороны предприятия, в которой могут быть повышенные концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе.

Определение размеров СЗЗ или их корректировка органами санэпиднадзора выполняется на основании расчетов рассеивания газопылевых выбросов. Полученные размеры L могут изменять СЗЗ с учетом розы ветров данной местности по формуле:

$$L = P \cdot l / P_0 \quad \text{при } P > P_0, \quad (4.7)$$

где l – расчетное расстояние от источника загрязнения до границы СЗЗ без учета поправки на розу ветров, т.е. расстояние от источника до точки, в которой концентрация вредных веществ равны ПДК; P – показатель среднегодовой повторяемости направлений ветров рассматриваемого румба, %; P_0 – показатель повторяемости направлений ветров одного румба при круговой розе ветров (при восьмирумбовой розе ветров:

$$P_0 = \frac{100}{8} = 12,5 \%. \quad (4.8)$$

Территория, составляющая СЗЗ, способна выполнять роль «экологического буфера» между строительным предприятием и жилой застройкой при реализации следующих требований:

- наличие в надлежащем количестве защитного озеленения;

- создание в СЗЗ коридоров проветривания;
- применение архитектурно-планировочных решений, позволяющих рационально использовать территорию с нестабильными характеристиками атмосферных загрязнений.

Защитное озеленение должно составлять не менее 60% площади СЗЗ при ее ширине до 300 м, не менее 50% соответственно при ширине до 100 м и в пределах 40% при ширине более 1000 м. Для производства посадок применяют растения устойчивые к поступающим загрязнениям в атмосферу, почву и соответствующие почвенно-климатическим условиям местности.

Наряду с этим не менее 50% общего числа высаживаемых деревьев должны соответствовать древесной породе, обладающей наибольшей воздухоочищающей способностью, жизнеспособностью при конкретных климатических условиях. При обустройстве СЗЗ предприятий, расположенных в стесненных условиях городской застройки, величина озеленяемых территорий, древесные породы, виды кустарников, их размещение согласовывается с местными органами санитарного надзора, строительства, архитектуры.

Для очистки воздушного бассейна СЗЗ предусматривается ее естественное проветривание за счет создания соответствующих коридоров по преобладающим направлениям движения воздушных масс. Такие коридоры создаются определённым расположением трасс автомобильных, железных дорог, линий электропередач, использованием водоёмов, других открытых пространств. При размещении промышленного предприятия за пределами населённого пункта, вблизи или непосредственно внутри лесного массива необходимо предусмотреть проветривание СЗЗ за счёт устройства просек шириной не менее 60 и не более 100 м, направленных в сторону от жилой застройки.

Архитектурно-планировочные решения должны обеспечивать зонирование СЗЗ с выделением участков под застройку, озеленение,

прокладку транспортных путей, для размещения инженерных коммуникаций. Участки под строительство объектов административно-служебного, научно-технического, культурно-бытового назначения следует отводить в местах, в которых по условиям гигиенического нормирования происходит рассеивание выбросов, обеспечивается наименьшая степень загрязнения приземного слоя атмосферы. На территории СЗЗ не допускается размещение учреждений культурно-оздоровительного, лечебно-профилактического назначения (парки, стадионы, школы, пансионаты и т. п.).

4.5. Защита водных объектов от истощения, загрязнения

Пресные воды поверхностных, подземных источников широко используются в различных отраслях промышленности, в том числе при производстве строительных материалов, изделий. При активном, ежегодно возрастающем водопотреблении наблюдается истощение, снижение запасов естественных водотоков, озёр, подземных горизонтов. Типичный пример – катастрофическое обмеление, деградация Аральского моря, снижение уровня, увеличение солёности воды в Азовском море. Причины – сокращение поступления пресных вод из-за малой водообеспеченности впадающих в них рек, интенсивный безвозвратный забор больших объёмов из водотоков на мелиоративные, промышленные цели.

Наряду с этим продолжается поступление больших количеств загрязнений в водные объекты. Так, например, только вследствие аварий нефтепроводов, судов, платформ на морском шельфе, при выполнении буровых работ ежегодно в Мировой океан попадает до 10 млн т нефти. Известно, что из-за поступления только 12 г нефти становится непригодной для использования 1 т воды. В поверхностные водные объекты Российской Федерации ежегодно сбрасывается с учётом коллекторно-дренажных стоков не менее 150 км³.

На загрязнение водных объектов существенное влияние оказывают поверхностные стоки с территории городов, агропромышленных комплексов. Известно, что в сельском хозяйстве ежегодно используется не менее 500 млн т минеральных удобрений, около 4 млн т ядохимикатов, из которых не менее 70% с дождевыми, талыми стоками поступает в реки, озера, подземные водоносные горизонты.

Потребление больших количеств воды из водотоков при одновременном поступлении значительных объемов загрязненных сточных вод создает значительные экологические нагрузки, в частности, существенно снижается возможность самоочищения. В настоящее время она практически исчерпана у ряда рек. Так, например, в р. Дон уровень загрязнения воды по группе показателей превышает 10 ПДК. Не менее высокая загрязненность рек о. Сахалин, Кольского полуострова, реки Амура в нижнем течении и др.

Интенсивное загрязнение поверхностных водных объектов, возникающее после строительства крупных водохранилищ, изменения в условиях водообмена способствуют их эвтрофикации и последующей деградации как источников пресной воды. *Эвтрофикация* – увеличение биопродуктивности, интенсивности развития, в первую очередь, сине-зеленых водорослей вследствие повышенных температур, концентраций питательных веществ – солей азота, фосфора в воде. Процесс многостадийный, активно протекает при малой скорости движения воды, превалирует на мелководных участках.

На первой стадии эвтрофикации начинается развитие одноклеточных, в том числе патогенных микроорганизмов, которые, покрывая поверхность, поглощают растворенный кислород, ограничивают поступление солнечного света в нижние слои водного объекта. Развивающееся “цветение”, выделение токсинов, прогрессирующее снижение освещенности, начало гибели придонной флоры, фауны характеризует вторую стадию эвтрофикации. На третьей стадии возможно

образование донных отложений. Их используют микроорганизмы с окислением до фенолов, меркаптанов, алифатических кислот и других соединений. Они влияют на органолептические свойства, повышают кислотность воды, которая становится непригодной для использования. На заключительной стадии развиваются анаэробные микроорганизмы, разлагаются кислородсодержащие вещества с образованием сульфатов, болотного газа, выделяется сероводород и другие летучие продукты. При этом происходит заболачивание или образование плавающих островов на отмелях. Дезэвтрофикация таких водных объектов затруднительна.

Высокая загрязненность органическими, минеральными веществами, в том числе тяжёлыми металлами, поступление детергентов, “цветение” воды создают повышенную опасность, приводят к эндемическим (от греч. *endemos* – местный) заболеваниям. Типичные примеры – аккумуляирование зообентосом, зоопланктоном, рыбой из воды ртутьсодержащих загрязнений. Использование в пищу такой рыбы населением в 1957 г. сопровождалось «*болезнью Минимата*». В Австралии в конце XIX века наблюдалась гибель огромных количеств домашних животных на пастбищах вблизи эвтрофированных водоемов. Стоки, содержащие соединения кадмия, вызвали опасное заболевание *Итай - Итай*.

На предприятиях производства строительных материалов использование воды на технические цели сопровождается образованием промышленных стоков, загрязненных органическими, неорганическими веществами в широком интервале. Типовая схема их очистки на крупном предприятии строительной промышленности включает определенный перечень сооружений (рис. 4.11). Первоначально проводится локальная (прицеховая) очистка сточных вод на сооружениях 1, обеспечивающих извлечение легкооседающих, всплывающих веществ. Для этих целей используют нефтеловушки, отстойники различных конструкций. Затем стоки направляются в городскую канализацию и далее на муниципальные сооружения очистки сточных вод.

При этом в ряде случаев стоки предварительно проходят общезаводские сооружения механической очистки 2 для извлечения нерастворенных минеральных, органических примесей. Дальнейшая очистка выполняется с использованием других методов (рис. 4.12).

Химический метод – нейтрализация стоков применяется достаточно часто перед стадией биологической очистки. Для нейтрализации кислых сточных вод ($pH < 6.5$) применяют так называемое «известковое молоко», щелочные стоки нейтрализуют растворами кислот.

При биологической очистке осуществляется процесс окисления растворенных органических веществ за счет жизнедеятельности микроорганизмов.

Наряду с очисткой образующихся сточных вод, утилизацией их осадков особую значимость в предотвращении загрязнения водных

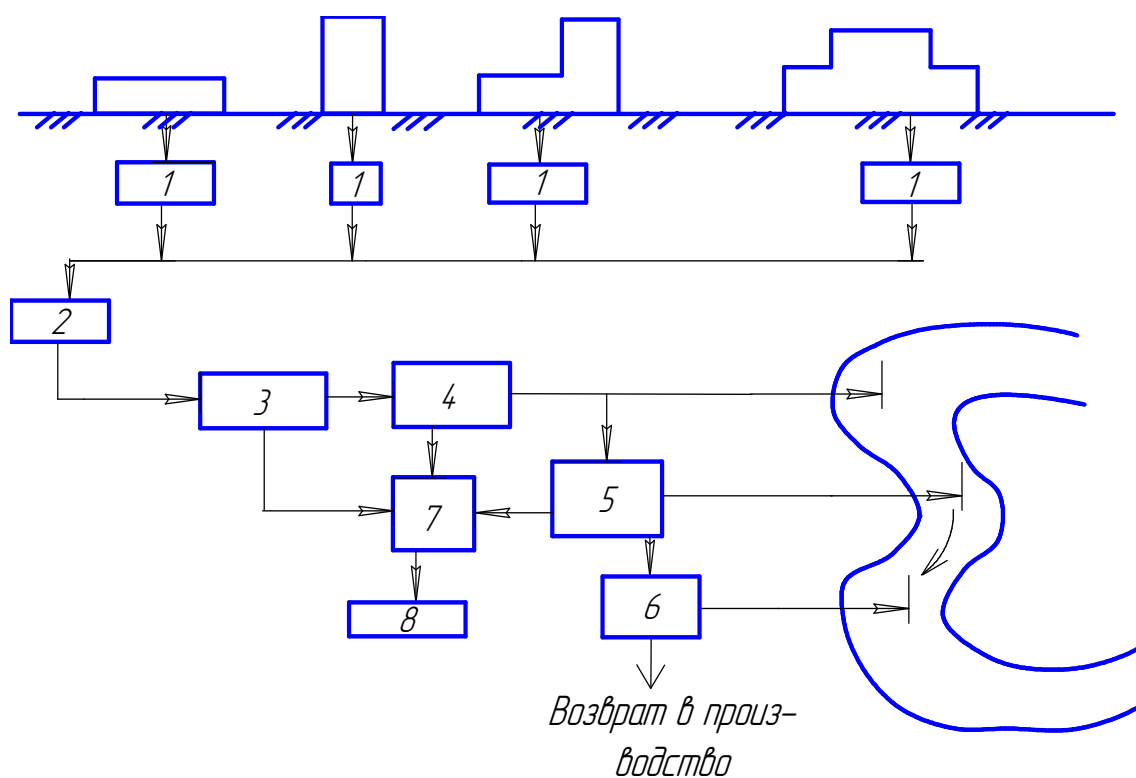


Рис. 4. 11. Основные объекты водоотведения промышленного предприятия:
1 – установки локальной очистки; 2 – усреднитель; 3, 4 – оборудование для очистки от механических, органических примесей; 5 – муниципальные сооружения; 6 – узел доочистки стоков; 7,8 – аппараты обработки, утилизации осадков

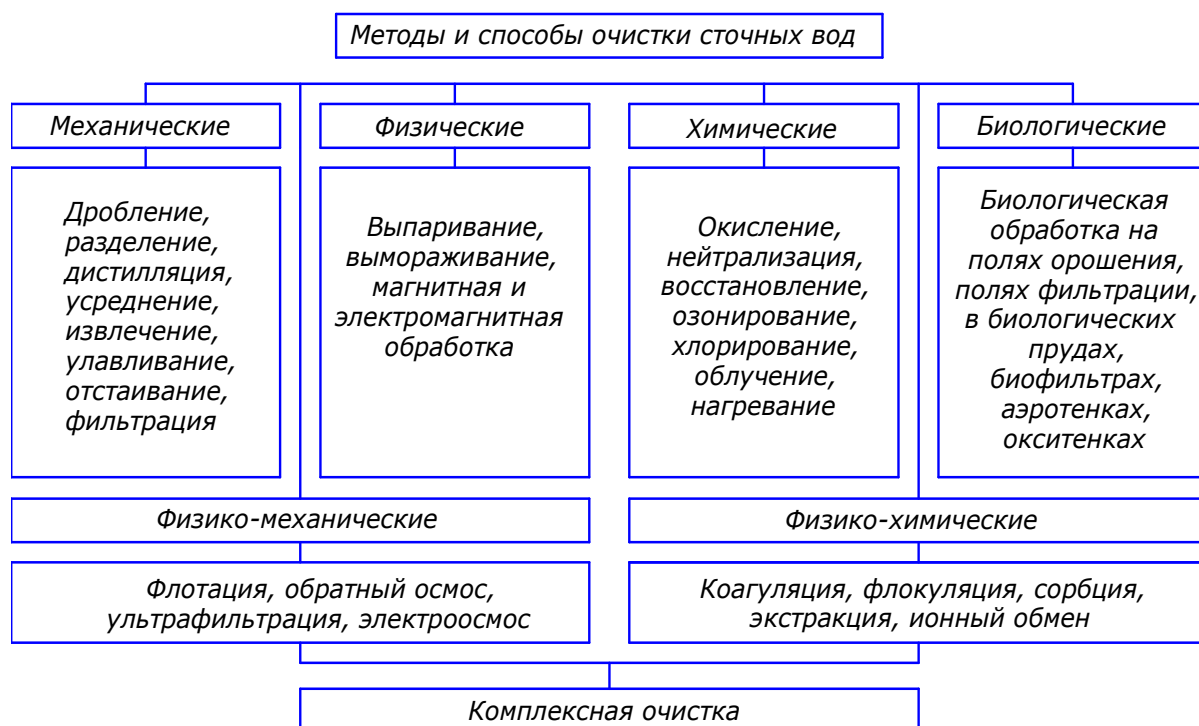


Рис. 4.12. Классификация методов, способов очистки сточных вод

объектов имеют правильно рассчитанные и чётко соблюдаемые предприятиями величины предельно допустимых сбросов (ПДС). Они характеризуют максимально допустимую массу веществ, которая может поступать в установленном режиме водоотведения в единицу времени, не изменяя качества воды в этом пункте: размерность – кг/сут., т/год.

Рассчитывается ПДС для каждого предприятия в индивидуальном порядке с учётом объёмов, характеристики стоков, руководствуясь нормативными документами. Разрабатываются ПДС для всех вредных веществ, присутствующих в сточной воде предприятия:

$$ПДС_i = Q_{общ} \cdot C_i; \quad Q_{общ} = Q_1 + Q_2 - Q_x, \quad (4.9)$$

где C_i – концентрация i – го ингредиента в отводимом стоке; Q_1 , Q_2 – соответственно хозяйственно-бытовое и производственное потребление; Q_x – объём безвозвратного потребления (потери воды в системе водопользования).

На показатели качества природных вод существенное влияние оказывают, как выше упоминалось, поверхностные сточные воды, в том числе с территорий строительных предприятий. Для определения их

объёма Q_n используются соответствующие строительные нормы, правила, методические указания. Предварительный расчёт можно осуществлять по формуле:

$$Q_n = q \cdot S \cdot \tau, \quad (4.10)$$

где q – удельное количество осадков на единицу площади S территории предприятия; τ – продолжительность выпадения осадков. На крупных строительных предприятиях такие стоки имеют наряду с большими объёмами высокую загрязнённость взвешенными веществами минерального, органического происхождения, нефтепродуктами. Для их очистки целесообразно применять разработанные и апробированные схемы очистки. Они позволяют снизить концентрацию взвешенных веществ в поверхностном стоке с 2000 до 3 – 10 мг/л, нефтепродуктов – с 70 до 0,05 мг/л.

4.6. Снижение негативного воздействия на литосферу

Литосфера Земли наряду с атмосферой и гидросферой подвергается воздействию естественных и антропогенных нагрузок. При общей толщине от 50 до 250 км её верхний слой – литобиосфера составляет 5 - 60 км на континентах, в котором представители живых организмов обнаруживаются до глубины 4 - 5 км. На литосферу и, в первую очередь, на её верхний слой воздействуют такие естественные факторы, как землетрясения, извержения вулканов, обильные паводки, наводнения, сели. Однако подобные явления несмотря на их разрушительную силу не нарушают равновесия постоянных, медленно протекающих, трудно различимых геологических изменений. Они нивелируются за счёт сформировавшихся длительных эволюционных процессов, происходящих в земной коре и на поверхности Земли.

Определённую опасность представляют антропогенные нагрузки, роль которых постоянно усиливается. Основные виды воздействий приведены на рис.4.13.

Неуклонно растущая добыча полезных ископаемых, нерудных материалов сопровождается строительством новых, сверхглубоких шахт, рудников, карьеров, формированием отвалов пустой породы, терриконов. Это приводит к существенным изменениям ландшафта Земли. Так, например, горы Либерии полностью скрыты вследствие интенсивной добычи ценных руд. Добыча алмазов в Якутии, железной руды в Курской области, разработка открытым способом Канско - Ачинского каменного угля привели к радикальным изменениям ландшафта регионов.

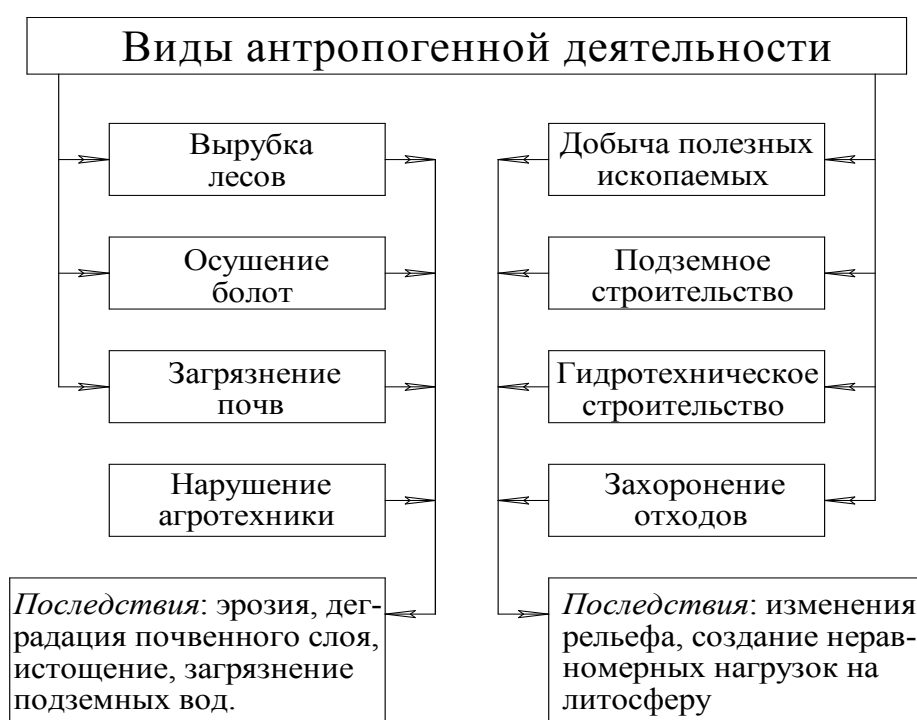


Рис. 4.13. Приоритетные нагрузки на литосферу Земли

Продолжается рост добычи энергетических ресурсов: нефти, природного газа с подземных горизонтов, всё более удалённых от поверхности Земли. К середине прошлого века добыто около 3600 млн т нефти, не менее 2200 млрд м³ природного газа. Возникает необходимость сооружать глубокие шахты, рудники. Это сопровождается, в первую очередь, нарушением режима грунтовых, подземных вод. Откачка, отведение шахтных вод ведёт к загрязнению почв, поверхностных водотоков. Кроме того, не исключается возможность опускания больших площадей земной поверхности, нарушения рельефа.

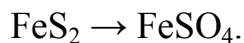
Происходящие вблизи мест добычи структурные изменения в верхних слоях литосферы должны учитываться при ведении различных видов наземного, подземного строительства. В отдельных случаях возведение зданий, сооружений возможно лишь после принятия целого ряда специальных мер, обеспечивающих их жёсткость, прочность, устойчивость при возможных просадках верхних горизонтов, расположенных над выемками.

Реальный путь снижения количества отходов – внедрение принципиально новых технологий добычи полезных ископаемых. В настоящее время ведётся отработка, реализация геотехнологических процессов, биотехнологий, исключающих вынос пустых пород на поверхность Земли.

Геотехнология – совокупность химических, физико-химических, биохимических и микробиологических методов добычи полезных ископаемых. При использовании первых двух способов в скважины, достигающие горизонта залегания извлекаемого продукта, закачивается соответствующий растворитель или теплоноситель, которые затем в виде концентрированных растворов добываемого продукта или его расплава откачиваются для переработки. Освоена, в частности, скважинная гидродобыча поваренной соли: растворяют водой солевой пласт, откачивают рассол, который затем упаривают. Применяется подземная выплавка серы: под давлением подаётся вода с температурой 150 - 160°С с последующим поступлением в рядом расположенную скважину сжатого воздуха для выдавливания раствора на нулевую отметку с целью дальнейшей переработки. Внедряется также подземная газификация горючих сланцев, каменного угля, используются другие физико-химические методы.

Биотехнология как совокупность биологических способов получения ценных продуктов с помощью микроорганизмов применяется в ряде случаев достаточно успешно. Определённое распространение имеет,

например, бактериально-химическое выщелачивание металлов. Основа такого процесса – окисление сульфидных минералов тионовыми бактериями. Они переводят некоторые металлы, такие как железо, медь, никель и другие из нерастворимой сульфидной формы в растворимую сульфатную. В частности, происходит:



Биотехнология может применяться для выщелачивания металлов, находящихся в подземном пласте, в открытом карьере, а также приемлема для извлечения металлов из ранее отработанных «пустых» пород, шламов и т.п.

Особое внимание уделяется утилизации органических отходов с использованием биотехнологий. Так, длительное время находит широкое применение сбраживание твёрдых бытовых отходов с выработкой *биогаза*, содержащего до 70% метана, около 30% двуокиси углерода и следовые количества водорода, аммиака, сероводорода. Наряду с этим твёрдые отходы, шламы, осадки, содержащие органические вещества, могут подвергаться компостированию с целью получения удобрений, используемых в сельском хозяйстве. *Компостирование* – экзотермический процесс биоокисления сообществом микроорганизмов. Могут применяться *вермикультуры* – обобщённое название биотехнологии, основанной на массовом разведении дождевых червей, обладающих способностью потреблять легко разлагаемые органические вещества.

Одним из важнейших, необходимых условий дальнейшего существования цивилизации, населения Земли следует считать возможность обеспечения продуктами питания, недостаток которых ощущается уже в настоящее время рядом государств. *Почва обеспечивает около 95% продовольственных ресурсов для населения Земли.* При увеличивающейся численности населения весьма актуальной становится задача сохранения площадей пахотных земель, повышение их урожайности. В течение длительного периода имеют место обратные

процессы: площадь сельскохозяйственных земель уменьшается частично за счет их изъятия под различные виды строительства и в большей мере из-за экстенсивного ведения сельского хозяйства, приводящего к эрозии, опустыниванию огромных территорий, разрушению почвенного слоя.

Продуктивность его резко уменьшается при нерациональном использовании, вследствие потери из-за ветровой и водной эрозии *гумуса* – одного из важнейших эдафических факторов, характеризующего *плодородие почвенного слоя*. Нарушается *динамическое взаимодействие минеральных частиц, детрита, детритофагов и редуцентов*, которые формируют экосистему почвы. В растениях происходит изменение *аэренхимы* (греч. аэр – воздух, энхима – налитое) – воздухосодержащей ткани, служащей для вентиляции и отчасти для дыхания.

Под действием эрозионных процессов выведено из севооборота около 2 млрд га площадей за весь период развития цивилизации. Современные темпы продолжающегося опустынивания по данным ООН составляют около 6 млн га в год. Поливные сельскохозяйственные почвы подвергаются засолению, которое можно предотвратить, применяя *химические методы мелиорации*.

Работа по охране почв ведется на общегосударственном уровне. Она направлена на предотвращение истощения, загрязнения, увеличение плодородия почв. Существует целый ряд законодательных, нормативно-правовых актов, регламентирующих использование почвенного слоя и в целом литобиосферы в пределах Российской Федерации. Основополагающим является закон РФ «О недрах». В соответствии с ним разработан конкретный перечень документов, поясняющих порядок использования земель. Определенный перечень требований должен соблюдаться также при отводе земель под строительство промышленных объектов, жилых массивов.

4.7. Экологические проблемы энергоснабжения

Литосфера – важнейший источник природных ресурсов, используемых для обеспечения материальных и культурных потребностей населения. Ресурсы подразделяются на исчерпаемые и неисчерпаемые (рис. 4.14). Из них особое значение имеют запасы топлива. Основа энергетики – каменный уголь, нефть, газ, природные сланцы, т.е. биокосное вещество. При сжигании активно используется солнечная



Рис. 4.14. Основные виды природных ресурсов

энергия, накопленная миллионы лет назад при разложении остатков отмерших растений, животных. Добыча природных топливных ресурсов

ежегодно увеличивается и обеспечивает около 80% мировых потребностей в энергоресурсах. Запасы постоянно уменьшаются, и по прогнозным данным каменного угля, например, хватит на 200 – 400 лет, нефти, газа – на 60 – 80 лет. В связи с этим возникает глобальная экологическая проблема энергообеспечения населения Земли.

В настоящее время большинство экономически развитых стран начали использовать другие виды, альтернативные источники. Однако при этом возникают сложные экологические проблемы. Так, *искусственные водохранилища* гидроэлектростанций, обеспечивающих потребности в электроэнергии на 20 - 30%, привели к существенному *изменению водного режима рек*, возникновению и интенсивному развитию процессов эвтрофикации. Одновременно резко изменились условия жизни *гидробионтов*, их видовое разнообразие. Это привело к дестабилизации качественного состава ихтиофауны, снижению её продуктивности. В ряде случаев наблюдаются также определённые климатические изменения в регионах, где построены крупные водохранилища. Вследствие этого произошли изменения также в наземной флоре и фауне. Такие *негативные последствия* не дают основания считать получаемую энергию на гидростанциях с искусственными водохранилищами *экологически чистой*.

Значительные экологические нагрузки на окружающую среду возникают при использовании атомной энергетики. Глобальные экологические последствия крупнейших аварий, проблемы утилизации, захоронения радиоактивных отходов, дезактивации отработавшего оборудования, большие расходы пресных вод вынуждают отдельные экономически развитые страны отказаться от такого источника энергии.

В качестве перспективных способов энергоснабжения могут рассматриваться другие направления, например, строительство *ветроэлектрических* и *геотермальных* станций. *Наибольшее количество* первых построено в *США* (штат Калифорния), *Дании* *Голландии*, *Германии*. Однако они имеют сравнительно небольшие мощности, способны

обеспечивать потребность в электроэнергии на 5 – 10%. Рассматривать их как экологически чистые источники энергии также достаточно проблематично: при эксплуатации возникают ультразвуковые волны, негативно влияющие на здоровье населения, затрудняют миграцию птиц и т. п. Только в Голландии ежегодно гибнет до 70 тыс. птиц на 1 км линий электропередач, пересекающих традиционные пути их перелёта.

Частично решается проблема энергообеспечения за счёт использования солнечной энергии в гелиоэлектрических станциях. Эксплуатируются они в ряде стран при наличии большого количества солнечных дней в году. Сконцентрированная энергия нагревает воду, превращая её в пар, который вращает ротор турбины электрогенератора. Такой способ энергоснабжения также имеет ряд технических и экологических недостатков. В частности, он может использоваться только при наличии достаточной, постоянной освещённости, требуется большая площадь для размещения солнечных батарей, необходимо применять для их изготовления дорогостоящие материалы (индий, селен и др.). Добыча их сопровождается большим количеством отходов, загрязняющих окружающую среду. Кроме того, на большой площади, занимаемой солнечными батареями, вследствие существенного затенения затрудняется жизнедеятельность растений, что негативно влияет на почвенный покров.

Определённые перспективы имеет технология энергообеспечения за счёт использования геотермальных установок. Подземные горячие воды применяются для обогрева, выработки электроэнергии в отдельных городах США, Исландии, Италии, Новой Зеландии. Однако возникает серьёзная экологическая проблема из-за загрязнения поверхностных водных объектов минеральными солями, соединениями серы при поступлении в них отдавших тепло подземных вод.

В дальнейшей перспективе возможно использование в качестве топлива теплоэнергетических станций *газгидрата*, который в больших

количествах находится под слоем вечной мерзлоты и под донными отложениями в океанах.

4.8. Демографическая ситуация как глобальная экологическая проблема

Наряду с обострением энергообеспечения, истощения природных ресурсов, загрязнения окружающей среды, в последние десятилетия становится актуальной демографическая проблема. Численность населения в ряде слаборазвитых, развивающихся стран Африки, Азии, Ближнего Востока увеличивается высокими темпами. В результате быстрого роста, начавшегося в 1960 г., численность населения Земли превысила к концу XX века 6 млрд человек. Продолжающийся рост населения позволил премьер - министру В.В. Путину 31 октября 2011г. поздравить и вручить памятный подарок Елене Николаевой, родившей сына Петра – семи миллиардного жителя Земли – гражданина России.

По долгосрочным прогнозам к концу XXI века численность населения достигнет 12 – 15 млрд. Значительный его рост, именуемый «демографическим взрывом», должен сопровождаться радикальным улучшением медицинского обслуживания. Это трудно осуществимо из-за ограниченных возможностей правительства развивающихся государств, низкой культуры и уровня образования населения. Такая ситуация может привести к возникновению и глобальному распространению существующих и новых эпидемических заболеваний, способных вызвать массовую гибель людей. Одновременно возрастающие нагрузки на биосферу могут привести к их истощению её ресурсов.

Возникающая задача регулирования народонаселения, стабилизации его численности за счёт наличия *в каждой семье не более двух детей* решается крайне медленно в таких странах, как Китай, Индия, Пакистан. В связи с этим существенно усложняется возможность обеспечения населения жизненно важными продуктами, в первую очередь пресной

водой, калорийной пищей. По данным ООН примерно третья часть населения использует воду, которая не соответствует нормативным требованиям. В названных и других развивающихся странах согласно статистических данных на одного сытого приходится в настоящее время один голодный и один полуголодный. *В странах, например, Латинской Америки* в рационе населения преобладает кукуруза – далеко неполный заменитель злаковых культур, преобладающих в пище европейцев. Низкокалорийная, бедная белками повседневная пища, *недоедание* способствуют высокой детской смертности, а у выживших – прогрессирующему *развитию истощения (маразма)*.

Одно из возможных направлений решения продовольственной проблемы – выращивание и использование генетически модифицированных сельскохозяйственных культур в качестве пищевых продуктов. Однако имеется необходимость проведения длительных, всесторонних научных исследований, в задачу которых входит изучение возможностей переноса модифицирующих добавок по трофическим цепям, накопления их в организме человека, воздействие на здоровье человека, в том числе на генную систему. *Мировым лидером* в производстве, использовании генетически модифицированных пищевых продуктов *являются США*.

В большинстве промышленно развитых стран загрязнения атмосферного воздуха, питьевых источников водоснабжения, почвы способствуют возникновению и развитию у населения различных форм онкологических заболеваний. Подобные заболевания способен вызвать, как было установлено, асбест в пылеобразном состоянии. Он раньше широко использовался в строительстве для теплоизоляции оборудования, трубопроводов. Другие виды токсических веществ (органические растворители, лаки, краски на их основе, аэрозоли пластмасс, образующиеся при их обработке и др.) могут привести к хроническим

отравлениям, нейропсихическим отклонениям, что сопровождается повышенной утомляемостью, апатией, бессонницей и т. п.

4.9. Обеспечение биоразнообразия, значение особо охраняемых природных территорий

Биосфера Земли представлена множеством сообществ, популяций, каждая из которых имеет только ей свойственные отличительные признаки, критерии. Это обеспечивает биоразнообразие флоры и фауны. Основными критериями отличий являются *морфологические, генетические, физиологические, географические и экологические факторы*. Морфологические характеризуют сходство внешнего и внутреннего строения особей, генетические – наличие соответствующего набора хромосом, их число, размер, форму. В то же время физиологические факторы проявляются в сходстве процессов жизнедеятельности, в том числе размножения, географические – определяют ареал вида, а экологические – совокупность необходимых факторов окружающей среды для существования. Биоразнообразие характерно для водной, почвенной и наземно-воздушной среды обитания. Согласно исследованиям Уоллеса *естественное изменение биоразнообразия происходит в этих средах обитания по мере продвижения с севера на юг*.

Сохранение имеющихся популяций растений, животных – сложнейшая не только экологическая, но и нравственная современная проблема. «Демографический взрыв» привёл к росту использования человеком природных ресурсов в ущерб всем другим представителям животного и растительного мира. *Сокращение биоразнообразия чаще всего происходит из-за разрушения, сокращения естественного места обитания популяции, вида*. Так, например, это наблюдается при прокладке железных дорог, автомагистралей через лесные массивы, степи. Происходит искусственное деление ареала мелких, крупных животных на две части. Постоянный шум при движении транспортных средств заставляет их

удаляться на большие расстояния от зоны раздела. Далеко не всегда это обеспечивает необходимые условия существования из-за отличий климатических условий, отсутствия необходимой кормовой базы на новом месте обитания и т.д. Совершенно очевидно, что *сужение ареалов обитания или их разделение, уничтожение приводят к снижению биоразнообразия, нарушению равновесия в окружающей среде.*

Нарушение равновесия может наблюдаться и при наличии другой деятельности человека – акклиматизации (*интродукции*) популяций на территориях, где они ранее отсутствовали. За счёт активного развития инородных популяций, видов сокращается часто кормовая база аборигенных (коренных) видов. Типичный пример – разведение кроликов, овец, завезённых в Австралию европейцами. Это привело благодаря комфортным, климатическим условиям к их массовому распространению по всей территории континента, сокращению запасов растительной пищи для местных представителей травоядных животных. *В конечном итоге это способствовало сокращению численности, вымиранию отдельных аборигенных видов.*

Сохранение присущего для конкретного биома растительного, животного мира, обеспечение необходимых условий для их воспроизводства, забота о сохранении уникальных ландшафтов – одна из задач *особо охраняемых природных территорий* (ООПТ). В соответствии с принятым в 1995 г. законом Российской Федерации о статусе таких территорий к ним относятся «участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное культурное, эстетическое рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны». Такие территории являются объектами общенационального достояния, используются для

проведения научно-исследовательских работ, направленных на создание эффективных способов защиты окружающей среды.

Научный подход к охране окружающей среды в России формировался в конце XIX – начале XX века. Первоначальные знания законов развития биосферы, изложенные в трудах В. В. Докучаева, В. И. Вернадского, К. А. Тимирязева, были дополнены к концу XX века исследованиями А. В. Яблокова, Н. Н. Моисеева, Н. Ф. Реймерса, В. И. Данилова-Данильяна и др. Это позволило сформировать основные принципы природоохранной деятельности правительства, общественных экологических движений. Они стали сотрудничать с международными природоохранными организациями. В частности, в 1992 г. было открыто в России *представительство* неправительственной организации «Гринпис». Попутно целесообразно отметить, что некоторые *положения по защите окружающей среды* имели место в государственной политике *Петра I* (наказание за самовольные рубки лесов, распашку земель и т. п.).

Создание, тщательное изучение экосистем ООПТ – приоритетная экологическая задача. Такие территории подразделяются по уровню значимости (рис.4.15), способствуют охране эталонных природных систем, имеют определённые отличия.

Заповедники (заповедные территории) предназначены для сохранения всех видов флоры, фауны, которые характерны для определённой географической местности; не допускается в них каких-либо видов антропогенной деятельности. В целом ООПТ способствуют сохранению биологического разнообразия, охране и поддержанию в естественном состоянии природных комплексов. Они одновременно являются важным объектом для проведения научных исследований. В России свыше 90 заповедников, общая площадь превышает 30 млн га, т.е. 1,5% территории страны. Крупнейшие из них – Большой Арктический, Таймырский, Усть - Ленский.



Рис. 4.15. Классификация особо охраняемых природных территория

Биосферные заповедники имеют статус международных ООПТ, входят в систему общепланетарных, биосферных резервов. Предназначены для сохранения естественных, крупномасштабных экосистем, их генофонда. Используются также для постоянного наблюдения за эволюционными процессами в биосфере, входят в систему глобального экологического мониторинга. В России статус таких заповедников имеют Архангельский, Байкальский, Сихотэ-Алинский заповедники. *На территории Московской области находится Приокско-Тerrasный заповедник.*

Национальные парки предназначены для использования в природоохранных, просветительских целях, обычно имеют особое

административное управление, используются также для проведения научных исследований, организованного отдыха населения. Обычно имеют несколько обособленных зон: заповедная, для познавательного туризма, рекреационная, охраны историко-культурных объектов. На территории России создано около 30 национальных парков общей площадью более 6,5 млн га. Крупнейший из них «Югыд Ва» занимает 1891,7 га в республике Коми.

Заказники представляют собой участки охраняемой природной территории, где допускается ограниченная хозяйственная деятельность. Она может быть в таком виде, которая не создаёт вреда охраняемым экосистемам (охота на определённые виды животных, сбор трав, ягод, грибов и т. п.). На территории России имеется свыше 1000 заказников с общей площадью более 52 млн га.

Памятниками природы являются отдельные уникальные объекты (вековые деревья, пещеры, гейзеры, водопады и т. п.), имеющие научное, историческое и культурно-историческое значение. К ним относятся также памятники садово-паркового искусства, старинные усадьбы, имеющие мемориально - художественное значение (музей - усадьба в Большом Болдине, Ясная Поляна в Тульской области и др.). Под охраной лесного ведомства России находится около 3000 памятников природы, заказников общей площадью, достигающей 1000 га.

Природные (лесные) парки – отдельный вид ООПТ. Они включают природные комплексы, объекты, имеющие экологическую, эстетическую ценность. Обычно это лесные массивы, приспособленные для рекреационных целей. В них сохраняются природные ландшафты, разрабатываются и внедряются эффективные методы охраны окружающей среды в условиях рекреационного использования.

Особую роль в охране окружающей среды, изучении особенностей акклиматизации (интродукции) растений в новых географических зонах

занимают дендрологические парки, ботанические сады, имеющиеся в большинстве современных мегаполисов.

4.10. Использование экозащитной техники, технологий

Для защиты окружающей среды от воздействия значительных антропогенных нагрузок, создаваемых промышленными объектами, в том числе предприятиями производства строительных материалов, предусматривается выполнение работ по двум направлениям. Важнейшие из них – создание и внедрение малоотходных, безотходных технологий производства товарной продукции. Второе направление предусматривает очистку газопылевых выбросов, сточных вод, утилизацию твёрдых производственных отходов. Основные способы реализации таких направлений изложены выше.

Под безотходными технологиями понимают обеспечение технически достигаемого минимума отходов. Это возможно в том случае, если отходы определенного производства приемлемы в качестве сырья в другом, так называемом сопутствующем, побочном, вспомогательном производстве. В таких производствах массообмен основных видов сырья и готовой продукции описывается уравнением:

$$M = \sum^n M_i, \quad (4.11)$$

где M и M_i соответственно масса сырья и масса полученной i -й товарной продукции; n – число видов произведенной продукции.

Однако при современном уровне технологических процессов безотходные технологии трудно осуществимые. Наиболее доступны малоотходные схемы, т.е. такие, в которых получение основного вида товарной продукции обеспечивается при минимальном технологически достижимом количестве каких-либо отходов. В них предусматривается утилизация образующихся отходов в качестве сырья для производства других видов товарной продукции. За счет этого возникает экономия

природных ресурсов, снижение загрязнения окружающей среды. Массообмен в таких технологиях записывается в виде уравнения:

$$M = \sum^n M_i + M_x, \quad (4.12)$$

где, дополнительно к ранее указанному, M_x – масса вещества в образующихся отходах.

Для реализации малоотходных технологий в производстве строительных материалов необходимо в каждом случае предусматривать следующее:

- выполнять четкое обоснование объемов, выбора сырья, которое должно обеспечивать создание надежной технологии, получение качественной товарной продукции при минимальном воздействии на окружающую среду;
- на основании экспериментальных исследований применять технологию, оборудование, позволяющие получить наибольшее количество товарной продукции из природного сырья;
- используя современный уровень развития технологий очистки газопылевых выбросов, сточных вод, использовать схемы, обеспечивающие максимальное извлечение из них ценных компонентов для изготовления сопутствующей товарной продукции.

Таким требованиям в производстве строительных материалов в определенной мере соответствуют технологии утилизации доменных шлаков, вторичного использования снятого асфальтобетонного покрытия, утилизации древесных отходов в качестве сырья при изготовлении древесностружечных и древесноволокнистых плит и др.

В целях минимизации затрат на переработку отходов создаются комплексные предприятия, исключаящие перевозку вторичного сырья на большие расстояния.

Контрольные вопросы

1. Изложить причины образования, последствия парникового эффекта, кислотных дождей, разрушения озонового слоя.
2. Пояснить способы очистки газовых выбросов, сточных вод предприятий производства строительных материалов (изделий).
3. Охарактеризовать современное состояние природных, в том числе энергетических ресурсов, перспективы их рационального использования.
4. Что понимается под «демографическим взрывом», его возможные последствия для дальнейшего развития цивилизации.
5. Указать причины снижения биоразнообразия, цели и задачи особо охраняемых природных территорий различного назначения

Рекомендованная литература

1. Горелов, А.А. Экология : учеб. пособие для вузов /А. А. Горелов. – М.: Юрайт – М, 2001. – 312 с.
2. Протасов, В.Ф. Экологическое здоровье и охрана окружающей среды в России: учеб. пособие для вузов /В.Ф. Протасов. – М.: - Финансы и статистика, 2002. – 672 с.
- 3.Вронский, В.А. Экология. Словарь - справочник. Изд. 2 - е / В.А. Вронский. - Ростов н/Д.: Феникс, - 2002. - 576 с.
4. Сметанин, В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления: учеб. пособие для вузов /В.И. Сметанин. – М.: - Колос, 2000. – 232 с.
5. Степановских, А.С. Прикладная экология :Охрана окружающей среды: учеб. пособие для вузов /А.С. Степановских. - М.: Юнити – Дана, 2003. – 752 с.

5. Основы экологического права, экономики природопользования

5.1. Экологические правонарушения и виды ответственности

Экологическое право – совокупность юридических норм, регулирующих отношения в области охраны и рационального использования природных ресурсов, т.е. это отрасль права, которая регулирует общественные отношения в сфере взаимодействия общества с окружающей средой. Нормы экологические подразделяются на *отраслевые, комплексные и экологизированные*. Отраслевые подразумевают охрану, рациональное использование природных объектов, комплексные нормы – защиту окружающей среды в целом, экологизированные – отражают требование отраслевых нормативных документов по охране окружающей среды. Основная задача экологического права – исключить общественно опасные деяния в области охраны окружающей среды, обеспечить соблюдение международных и государственных норм качества окружающей среды.

В процессе хозяйственной деятельности человек неизбежно воздействуют на окружающую среду, наносит ей определённый вред. Сверхнормативные, критические нагрузки обычно рассматриваются как экологические правонарушения. Они подразделяются на пять групп: загрязнение окружающей среды; нерациональное использование природных ресурсов; преднамеренные действия, направленные на истощение природных ресурсов; повреждение, разрушение объекта окружающей среды; действия, способствовавшие деградации природных экосистем.

Экологические требования должны соблюдаться на различных стадиях хозяйственной деятельности: при проведении изыскательских работ, например, под строительство, подготовке технико-экономических обоснований, выполнении предпроектных, проектных работ, на стадии

строительства и эксплуатации промышленного объекта. Эти требования регламентируются, в частности, законом Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» (1991 г.). Указывается в нём на необходимость подготовки в каждом случае экологического обоснования строительства объекта и проведение государственной экологической экспертизы. В экологическом обосновании обязательно излагаются масштабы воздействия будущего объекта на окружающую среду и указываются мероприятия, сроки их исполнения по восстановлению природной среды.

За экологические правонарушения, несоблюдение общегосударственных требований к качеству окружающей среды виновные несут дисциплинарную, административную ответственность. *Дисциплинарные наказания* могут быть в виде предупреждения, выговора, строгого выговора, снижения оклада, увольнения с работы. Налагается такое наказание обычно на подчинённых лиц руководителем (работодателем) предприятия организации.

Административная ответственность распространяется на предприятия, организации, учреждения, на должностных лиц, отдельных граждан за ущерб, уничтожение природного объекта, несоблюдение требований по захоронению опасных отходов и т. п. В качестве наказания, выносимого специальными государственными природоохранными органами, могут быть штрафные санкции к предприятию, руководителю (работодателю). Правонарушения, связанные с незаконным промыслом, сопровождаются изъятием орудий и средств совершения экологического правонарушения, конфискацией незаконно добытых продуктов живой природы.

Уголовная ответственность предусматривает лишение свободы, конфискацию имущества, взыскание крупных штрафов к виновным по приговору суда. Такие меры применяются при совершении особо тяжких экологических преступлений: умышленный поджог леса, незаконная

вырубка на больших территориях, преднамеренное загрязнение источников питьевого водоснабжения, атмосферы, охота на редких животных, птиц и т. п.

5.2. Экономические аспекты природопользования

Для соблюдения допустимых экологических нагрузок на окружающую среду, учёта особенностей хозяйственной деятельности применяются определённые структуры, механизмы. Предусматриваются, в частности, платы за использование природных ресурсов, поступление загрязнений в атмосферу, водные объекты, за складирование, захоронение отходов. Важнейшие биосферные компоненты хозяйственной деятельности (вода, почва) в каждом регионе снабжаются кадастрами, описаниями и другими документами, характеризующими их экологическую значимость и хозяйственную ценность.

Плату за использование водных ресурсов осуществляет каждый хозяйствующий субъект (предприятие, организация), имеющий статус юридического лица. На него возлагается плата не только за взятый и использованный, например, некоторый объём воды из природного источника, но и за поступление сточных вод, которые всегда имеют определённый уровень загрязнения. Предусматривается дифференцированная оплата за объёмы воды, соответствующие установленному для использования лимиту, и за взятую воду сверх лимита.

Каждое промышленное предприятие, в том числе производство строительных материалов, как выше отмечалось, имеют выбросы в атмосферу. Плата за их поступление осуществляется с учётом объёма, степени загрязнения, токсичности вредных веществ. Аналогичная схема оплаты предусматривается за захоронение жидких отходов в глубоко расположенных горизонтах Земли.

Учитывая достаточно высокую плату за использование природных ресурсов, хозяйствующие субъекты заинтересованы в сокращении

расходов. Это обеспечивается за счёт реализации на предприятии экологических мероприятий: строительство, эффективная эксплуатация очистных сооружений, модернизация оборудования, технологических процессов с целью снижения водопотребления, водоотведения, загрязнения атмосферы и т.п. Оплата расходов, направленных на снижение экологических задач, осуществляется за счёт предприятия. При реализации крупномасштабных природоохранных проектов используются дотации из государственного бюджета, внебюджетных экологических фондов.

Стимулирование природоохранной деятельности хозяйствующих субъектов осуществляется путём установления налоговых или иных льгот. Это могут быть поощрительные цены на экологически чистую продукцию, введение налога на экологически вредную продукцию, льготное кредитование и т.д. При выявлении экологического ущерба от хозяйственной деятельности предприятие выплачивает определённую сумму штрафа, которая обычно соизмерима с расходами на восстановление деградированного биоценоза, экосистемы.

Для оптимизации хозяйственной деятельности при использовании природных ресурсов созданы земельный, водный, лесной и другие государственные *кадастры*. Это свод экономических, экологических, организационных и технических показателей, характеризующих количество и качество природного ресурса, состав и категории природопользователей. Такая информация позволяет определить денежную стоимость природного ресурса, систему мер для его рационального использования.

Экономическая эффективность природоохранных мероприятий оценивается путём анализа деятельности за конкретный период. Принимается во внимание не только работа природоохранных сооружений, но и наличие, реализация способов утилизации сырьевых продуктов, уровень снижения заболеваемости, текучести кадров, улучшение условий, производительности труда. Для расчёта всех этих

факторов как части компонентов экономической эффективности природоохранных мероприятий используются специальные методики.

5.3. Экологический контроль, экспертиза

Учитывая актуальность проблем охраны окружающей среды, в каждом государстве имеются административно-управленческие структуры, отвечающие за состояние окружающей среды, обеспечение её надлежащего качества. В Российской Федерации охрана окружающей среды на государственном уровне осуществляется Президентом РФ, Федеральным собранием, Правительством РФ через уполномоченные структуры (рис. 5.1). Каждая из них имеет свои строго определённые функции, обязанности.

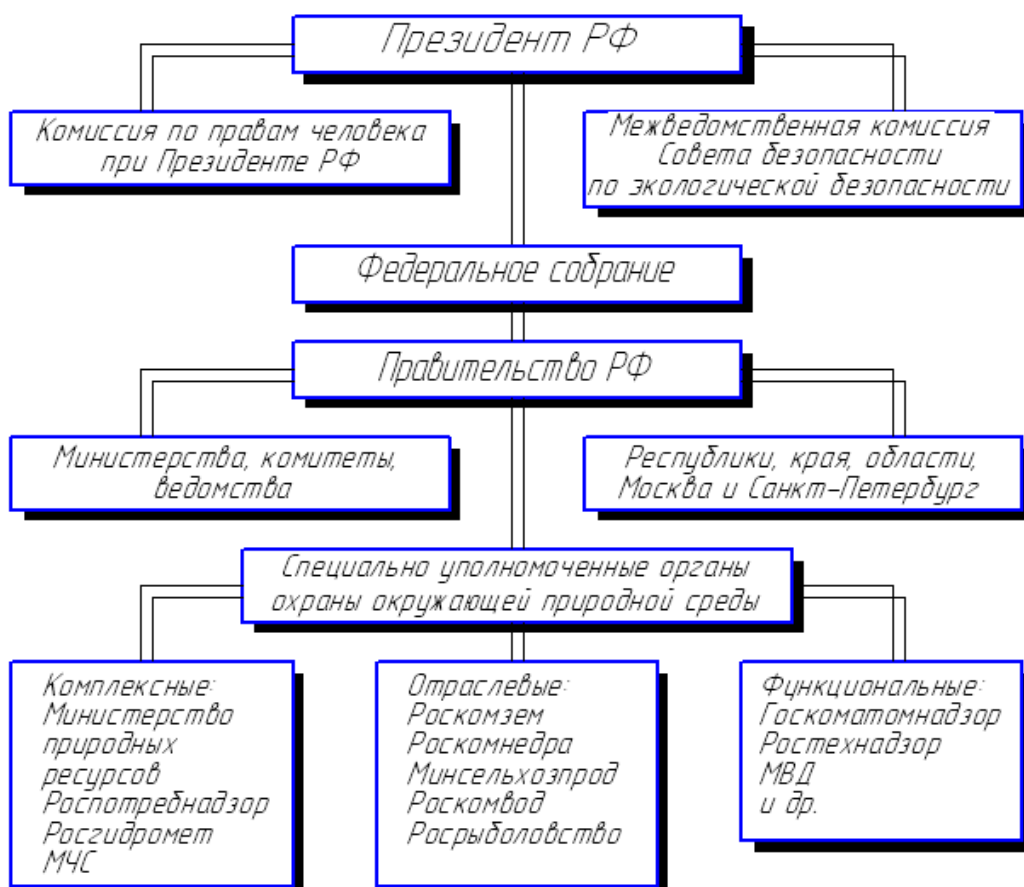


Рис. 5.1. Структура природоохранного взаимодействия государственных органов России

Министерство природы РФ через свои региональные подразделения направляет и координирует природоохранную деятельность в стране,

выполняет контрольно - инспекционную, информационную, воспитательную работу, осуществляет руководство заповедным фондом, участвует в международном экологическом сотрудничестве.

Росгидромет РФ, имея большую сеть наблюдательных пунктов, постов, станций, в том числе метеоспутников, осуществляет мониторинг, контроль окружающей среды.

МЧС РФ осуществляет ликвидацию последствий экологических и техногенных катастроф.

Государственный экологический контроль (ГЭК), проводимый Министерством природных ресурсов РФ и его территориальными подразделениями, призван обеспечить выполнение требований экологических законодательств и нормативов качества окружающей среды. Правовая база ГЭК – закон РФ «Об охране окружающей природной среды», Водный кодекс, Лесной кодекс и другие документы.

ГЭК имеет надведомственный характер – «око государево». В то же время каждое предприятие ведёт самостоятельный производственный экологический контроль. Его цель, выполняя регулярный контроль путём отбора проб газопылевых выбросов, сточных вод, радиоактивного излучения, уровня шума и т.п., не допустить негативного воздействия на окружающую среду. ГЭК в последние годы активно выполняется природоохранной прокуратурой: осуществляется надзор за исполнением законодательных актов по охране окружающей среды как на уровне министерств, ведомств, так и органов самоуправления, их должностными лицами. Одновременно ведётся контроль соответствия принимаемых технических решений требованиям по охране окружающей среды.

В ряде городов России (Москве, Тольятти, Твери и др.) созданы подразделения экологической милиции, которая возбуждает уголовные дела по экологическим преступлениям, связанным со значительным ущербом окружающей среде. В г. Москве в 1998 г. было рассмотрено 134

таких уголовных дела с общим ущербом 20 млн руб, в Тверской области - 214 уголовных дел.

Для оценки воздействия будущего предприятия на окружающую среду, природные комплексы, здоровье населения предварительно выполняется экологическая экспертиза проектной документации. *Основными принципами такой экспертизы является обязательность её проведения.* Кроме того, принимается во внимание потенциальная экологическая опасность объекта, научная обоснованность, достоверность, полнота экологической информации в проекте и т. д. Полученные результаты экспертизы – *составная часть экономического прогнозирования* ожидаемого состояния экосистем региона. Работа выполняется специальной комиссией в соответствии с Федеральным законом «Об экологической экспертизе» (1995 г.).

В последние годы силами ГЭК на промышленных предприятиях проводится *экологический аудит* природоохранной деятельности, т.е. оценивается независимыми органами соответствие всего объекта или отдельных производств экологическим критериям. Конечная цель – выявить «проблемные» участки, найти решение экологических задач, позволяющие исключить негативные последствия для предприятий в деятельности по защите окружающей среды.

5.4. Нормативы качества окружающей среды, стандарты

Контроль качества окружающей среды не возможен при отсутствии общегосударственных нормативов, базирующихся на большом количестве научных исследований. Состояние окружающей среды оценивается по ряду показателей: предельно допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в атмосферном воздухе, воде водных объектов, почвенном слое, предельно допустимые уровни шума, радиации и т.д.

Для контроля атмосферного воздуха применяют два вида ПДК. Основной показатель *ПДК среднесуточная*, т. е. такая среднесуточная

концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе, которая при неограниченно длительном вдыхании не оказывает прямого или косвенного воздействия на здоровье человека, размерность - мг/м^3 . В настоящее время на основании длительных медицинских, санитарно - гигиенических исследований установлены $\text{ПДК}_{\text{ср.с.}}$ более чем для 500 веществ. Одновременно принимают во внимание максимально разовую предельно допустимую концентрацию - $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$. Это такая концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе, при вдыхании которой в течение 20 мин в организме человека не происходят негативные изменения. При аналогичной размерности, очевидно, что $\text{ПДК}_{\text{м.р.}} \gg \text{ПДК}_{\text{ср.с.}}$.

Обеспечение требований по достижению $\text{ПДК}_{\text{ср.с.}}$ на границе СЗЗ строительными предприятиями достигается соблюдением величины предельно допустимого выброса (ПДВ , кг/сут. , т/год). Она характеризует такое количество вредного вещества, которое при поступлении в единицу времени от конкретного предприятия не приводит к нарушению санитарно-гигиенических норм в приземном слое воздуха населённого пункта. Рассчитывается ПДВ в соответствии с нормативным документом ОНД-86 «Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».

Для контроля качества природных вод используют в зависимости от категории водного объекта ПДК вредных веществ в воде водных объектов культурно-бытового или ПДК для водных объектов рыбохозяйственного назначения, применяя аббревиатуру соответственно $\text{ПДК}_в$ и $\text{ПДК}_{р. х.}$.

$\text{ПДК}_е$ – такая концентрация вредного вещества, которая не приводит к ухудшению санитарно-гигиенических характеристик водного объекта, не оказывает прямого или косвенного воздействия на организм человека в течение всей его жизни, не влияет на здоровье последующих поколений; размерность – мг/л . $\text{ПДК}_{р. х.}$ – такая концентрация вредного вещества, которая не оказывает негативного воздействия на водную флору, фауну

(фито-, зоопланктон и др.), служащие кормовой базой ихтиофауны, и непосредственно на её особи. При одинаковой размерности довольно часто $ПДК_{р.х}$ по абсолютной величине существенно меньше в сравнении с $ПДК_{в.}$

В целях предотвращения загрязнения водных объектов компонентами производственных стоков, направляемых в водные объекты, установлены расчётами для каждого предприятия предельно допустимые сбросы вредных веществ (*ПДС*). Они характеризуют максимально допустимую массу каждого вещества, которое может поступать в водный объект в единицу времени, не изменяя качества природной воды в ближайшем пункте водоснабжения (контрольном створе). Размерность *ПДС* – кг/сут., т/год.

Устанавливается *ПДС* для каждого предприятия в индивидуальном порядке с учётом объёмов, характеристики стоков, руководствуясь нормативными документами. Разрабатываются для всех категорий водопользования по основным вредным веществам:

$$ПДС_i = Q_{общ} \cdot C_i; \quad Q_{общ} = Q_1 + Q_2 - Q_x, \quad (5.1)$$

где C_i – концентрация i – го ингредиента в отводимом стоке; Q_x – объём безвозвратного потребления (потери воды в системе водоснабжения; остальные обозначения см. выше).

Предотвращение загрязнения водных объектов строительными предприятиями можно обеспечить путём реализации, создания современных маловодных, безотходных технологий, замкнутых циклов водопользования, включающих промежуточную очистку стоков с извлечением и утилизацией ценных компонентов. Одно из важных условий соблюдения *ПДС* – локальная очистка поверхностных стоков перед поступлением их в водные объекты.

Для контроля состояния почвенного слоя также разработаны соответствующие $ПДК_n$. В данном случае под *ПДК* понимается количество вредного вещества в мг на кг почвы, которое не оказывает влияния на загрязнение грунтовых, подземных, поверхностных природных вод,

атмосферного воздуха на самоочищающую способность пахотного слоя, на качество сельскохозяйственной продукции, выращенной на такой почве.

Нормирование воздействия других антропогенных факторов осуществляется с учётом предельно допустимых уровней, например, шума, вибраций, предельно допустимых доз радиации и т.д. Допустимые величины этих факторов устанавливаются на основании длительных медицинских исследований специализированными институтами. Контроль их исполнения осуществляется соответствующими государственными инспекциями, в том числе природоохранной прокуратурой.

Кроме названных выше нормативов используются государственные, отраслевые стандарты (ГОСТы, ОСТы), технические условия, имеющие экологическую направленность. Так, *система стандартов РФ* содержит группу стандартов *под общим номером 17*. Они определяют экологическую безопасность производственной деятельности, выпускаемой продукции, предоставляемых услуг. Во исполнение закона РФ «О стандартизации» (1995 г.) введены в действие дополнительные государственные стандарты, направленные на защиту населения от радиоактивных излучений, низкочастотных волн и др. Используя их в постоянной производственной деятельности, обеспечивается регламентирование вредных воздействий от различных отраслей промышленности. Многие из них руководствуются разработанными на базе перечисленных государственных документов *нормативами образования отходов, объединённых в группу производственно-хозяйственных*.

5.5. Назначение, способы проведения экологического мониторинга

Для оценки состояния биосферы, его прогнозирования на определённую перспективу, выработки мероприятий по снижению негативного воздействия за счёт антропогенной деятельности ведётся экологический мониторинг (лат. – напоминающий, надзирающий). *Задача*

мониторинга – обеспечение населения объективной информацией о процессах, происходящих в биосфере, об уровнях её загрязнения вследствие естественных и антропогенных процессов.

Происходящие естественные изменения в биосфере контролируются и изучаются государственными геофизическими службами. Росгидромет РФ осуществляет *национальный мониторинг*. В классификации по территориальному принципу выделяют глобальный, региональный и локальный мониторинг.

Глобальный мониторинг предусматривает получение информации о состоянии биосферы в целом или о важных биосферных процессах (изменение климата, состояние озонового слоя, загрязнение океанов и т.п.). Его цели и объекты определяются на международных симпозиумах, конференциях. Координация работ по такому мониторингу осуществляется Всемирной метеорологической организацией – структурой ООН. В соответствии с её решениями ведётся постоянный мониторинг *гидросферы* Земли, *Антарктиды* и ряда других объектов.

Региональный мониторинг обеспечивает контроль, прогнозирование биосферных процессов в пределах значительных территорий существенно отличающихся от соседних природными условиями (ООПТ, заповедники, уникальные природные зоны, ландшафты, рекреационные территории вблизи мегаполисов и т.п.)

Локальный мониторинг ведётся в форме контроля определённого элемента окружающей среды (водного объекта, атмосферного воздуха и др.); может выполняться также применительно к состоянию окружающей среды отдельного мегаполиса. Если мониторинг предназначен для получения информации о состоянии окружающей среды на особо опасной территории, например, в зоне аварии Чернобыльской АЭС, то он называется *импактным*.

С учётом объекта наблюдения мониторинг подразделяется на атмосферный, водный, предназначенный для контроля состояния флоры, фауны, акустического загрязнения. Кроме того, он *может иметь*

санитарно-гигиенические цели, т.е. обеспечивает контроль за загрязнением окружающей среды, сопоставление с гигиеническими нормативами – ПДК_{ср.с.}, ПДК_{в.}, ПДК_{р.х.}, ПДК_п и др. Структура каждого вида мониторинга имеет три основных элемента (части): аналитический контроль воздействия факторов на ОС, в том числе при поступлении газопылевых выбросов, сточных вод, твёрдых промышленных отходов, радиоактивных излучений и т. п.; прогнозирование состояния окружающей среды в целом или отдельно взятого компонента биосферы на определённую перспективу; разработку мероприятий, предложений по улучшению состояния окружающей среды.

По месту расположения технических средств наблюдения мониторинг может быть дистанционный и прямого контроля, т. е. используются соответственно наземные, авиационные, космические средства. Для ведения регионального мониторинга наиболее приемлемы наземные и авиационные средства контроля. Они позволяют определять уровень загрязнения атмосферы газопылевыми выбросами, степень поражения лесного массива вредителями и т. п. Космический мониторинг приемлем для получения информации об неординарных процессах в биосфере: формирование ураганов, торнадо, цунами и т. п. Подобные явления достаточно трудно выявлять другими способами ведения мониторинга.

В ряде случаев для оценки уровня загрязнения таких компонентов биосферы, как атмосферный воздух в мегаполисе, величина загрязнения речной воды и т.п. применяют метод *биоиндикации*. Об уровне качественных характеристик судят по состоянию, процессу жизнедеятельности представителей фито-, зооценоза. Покраснение игл хвойных деревьев свидетельствует, например, о частом образовании фотохимического смога. Состояние, поведение представителей зооценоза в пробе воды даёт определённое представление о степени загрязнения водного объекта. Такой экспрессный метод, называемый иногда

биотестированием, позволяет без проведения длительных химических анализов получить информацию об исследуемом элементе биосферы.

5.6. Основы международного сотрудничества в области охраны окружающей среды

Наличие глобальных экологических проблем привело к осознанию объективной необходимости объединения усилий всех стран с целью исключения фатального исхода развития цивилизации на планете Земля. Международные правовые принципы рационального природопользования изложены в многочисленных общегосударственных документах, принятых ООН в двадцатом столетии. Основное их содержание сводится к следующим положениям:

- приоритет права человека на окружающую среду, не оказывающей негативного влияния на его здоровье;
- суверенное право каждого государства на использование собственных природных ресурсов;
- экологическое благополучие одного государства не может осуществляться путём нанесения вреда другому государству;
- контроль состояния окружающей среды обязателен и должен проводиться повсеместно, на различных общегосударственных уровнях;
- международный обмен экологической информацией должен быть свободным;
- государства оказывают взаимопомощь в сложных экологических ситуациях;
- эколого-правовые вопросы решаются мирным путём.

В конце XX века приняты и реализуются несколько основополагающих, международных документов, направленных на защиту окружающей среды. Важнейшие из них:

- Венская Конвенция об охране озонового слоя (1979 г.) и Монреальский протокол (1987 г.) по веществам, разрушающим озоновый

слой. Предусматривается поэтапное сокращение производств, применения озоноразрушающих веществ (фреонов) к 2000 году на 50%. Страны ЕЭС, Япония, Канада, Юго-Восточная Азия в 1992 г. объявили о прекращении производства фреонов в 2010 г.;

- Рамочная Конвенция ООН об изменении климата (1992 г.) и Киотский протокол к Конвенции (1997 г.) рекомендовали промышленно развитым и развивающимся странам снизить на 5% к 2008 - 2012 гг. поступление в атмосферу парниковых газов, в первую очередь CO₂ ;

- «Повестка дня на XXI век», одобренная конференцией ООН в Рио-де-Жанейро (1992 г.), ставит задачу снижения газопылевых выбросов, содержащих оксиды серы.

Наряду с этими важнейшими документами, характеризующими активное международное сотрудничество по проблемам охраны окружающей среды, приняты:

- а) Всемирная хартия природы, одобренная Генеральной Ассамблеей ООН (1988 г.);

- б) Конференция ООН по окружающей среде и развитию (1992 г.);

- в) Конвенция о трансграничном переносе загрязнений на большие расстояния;

- г) Базельская Конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением;

- д) Стокгольмская Конвенция по стойким органическим загрязнителям (СОЗ) биосферы (2004 г.) и др.

Координирует природоохранную деятельность Программа ООН по окружающей среде – *ЮНЕП* (1972 г.). Она взаимодействует с рядом международных организаций (рис. 5.2), входящих в структуру ООН: *ФАО* – сельскохозяйственная продовольственная организация ООН, создана в 1945 г.; *ВОЗ* – Всемирная организация здравоохранения ООН (1946 г.); *ВМО* – Всемирная метеорологическая организация (1947 г.); *ЮНЕСКО* – Комитет по вопросам образования, науки и культуры (1948 г.); *ИМО* –

Международная морская организация (1948 г.); МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергетике (1957 г.); МСОП – Международный союз охраны природы и природных ресурсов (1948 г.). Сотрудничает ЮНЕП с рядом других комитетов ООН.

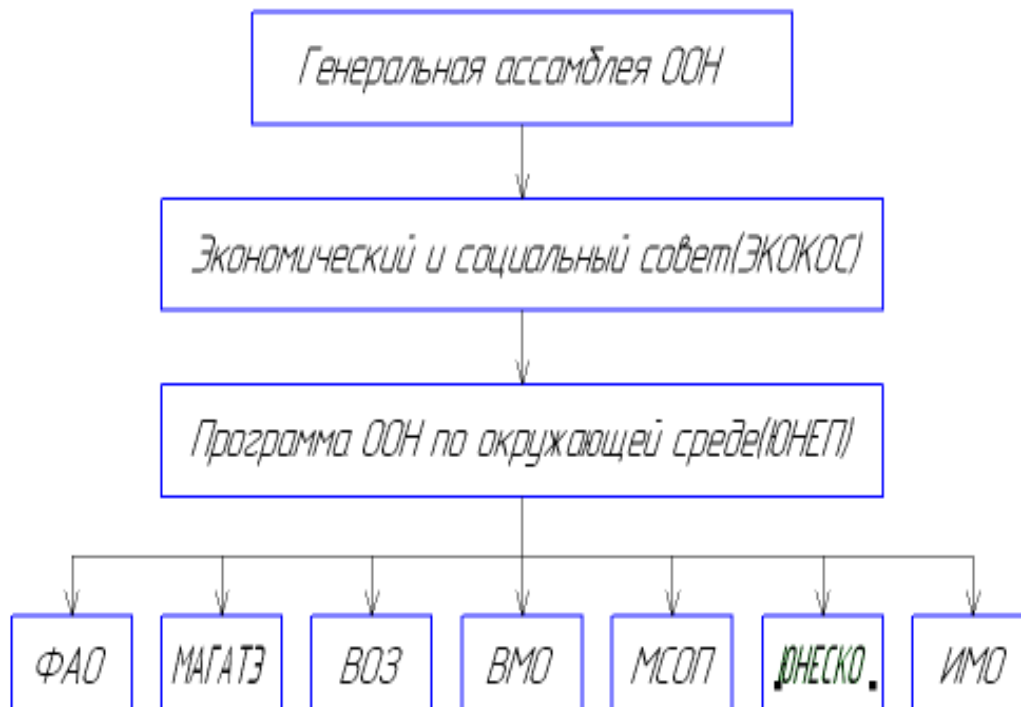


Рис. 5.2. Международные организации ООН по охране окружающей среды

Для координации природоохранной деятельности с международными организациями в РФ созданы соответствующие комитеты по оказанию технической помощи в решении экологических проблем. Наиболее важные из них: по управлению качеством воды и водных ресурсов, управление опасными отходами и др. Длительное время РФ сотрудничает в области охраны окружающей среды со многими странами. В их числе – Англия, Германия, США, Канада, Китай, Франция, Швеция и др. Взаимодействие осуществляется на уровне правительств и неправительственных организаций.

5.7. Глобальное моделирование процессов в биосфере

Римский клуб – международная общественная организация, объединяющая представителей мировой политической, финансовой, культурной и научной элиты. Свою деятельность Клуб начал в 1968 г. со

встречи в Академии Дей Линчеи в Риме, откуда пошло название этой некоммерческой организации. Ее штаб-квартира находится в Париже. Созданная итальянским промышленником Аурелио Печчеи организация внесла значительный вклад в изучение перспектив развития биосферы и пропаганду идеи гармонизации отношений человека и природы.

Одной из главных задач Римского клуба является привлечение внимания мировой общественности к глобальным проблемам.

Теоретическая деятельность Римского клуба включает широкий спектр конкретно-научных разработок, послуживших толчком к возникновению глобального моделирования. Работы Римского клуба включают: глобальное моделирование, построение компьютерных моделей мира, критика негативных тенденций западной цивилизации, развенчание технократического мифа об экономическом росте как наиболее эффективном средстве решения всех проблем, поиск путей гуманизации человека и мира, осуждение гонки вооружений, призыв к мировой общественности объединить усилия, прекратить межнациональные распри, сохранить окружающую среду, повысить благосостояние людей и улучшить качество жизни.

Римский клуб положил начало исследовательским работам по проблемам, названным «Глобальной проблематикой». Для ответа на поставленные клубом вопросы ряд выдающихся ученых создали серию «Докладов Римскому клубу» под общим названием «Трудности человечества». Прогнозы перспектив развития мира прогнозировались по компьютерным моделям, а полученные результаты были опубликованы и обсуждались во всем мире.

В начале 70-х годов по предложению Клуба Джей Форрестер применил разработанную им методику моделирования на ЭВМ к мировой проблематике. Результаты исследования были опубликованы в книге «Мировая динамика» (1971), в ней говорилось, что дальнейшее развитие человечества на физически ограниченной планете Земля приведет к

экологической катастрофе в 20-х годах следующего столетия. Проект Д.Медоуза «Пределы роста» (1972) – первый доклад Римскому клубу, завершил исследование Форрестера.

В 1974 году вышел второй доклад Клуба. Его возглавили члены Римского клуба М. Месарович и Э. Пестель. В докладе, под названием «Человечество на перепутье», была предложена концепция «органического роста», согласно которой каждый регион мира должен выполнять свою особую функцию подобно клетке живого организма.

Модели Медоуза - Форрестера и Месаровича - Пестеля заложили основу идеи ограничения потребления ресурсов за счет так называемых промышленно слаборазвитых стран.

Особое место среди докладов Римскому клубу занимает доклад Эдуарда Пестеля «За пределами роста» (1987), посвященный памяти Аурелио Печчеи. В нем обсуждаются актуальные проблемы «органического роста» и перспективы возможности их решения в глобальном контексте, учитывающем как достижения науки и техники, включая микроэлектронику, биотехнологию, атомную энергетику, так и международную обстановку. Доклад Пестеля подводит итоги пятнадцатилетним дебатам о пределах роста и делает вывод о том, что вопрос заключается не в росте как таковом, а в качестве роста.

В 1997 г. вышел очередной доклад Римского клуба «Фактор четыре. Затрат - половина, отдача - двойная», который подготовили Вайцзеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. Целью этой работы стало решить вопросы, поставленные в предыдущих работах Римского клуба и, прежде всего, в первом докладе «Пределы роста». Основная идея состоит в том, что современная цивилизация достигла уровня развития, на котором рост производства фактически во всех отраслях хозяйства способен осуществляться в условиях прогрессирующей экономики без привлечения дополнительных ресурсов и энергии. Человечество «может жить в два раза богаче, расходуя лишь половину ресурсов».

Контрольные вопросы

1. Дать определение экономического права, видов юридической ответственности за экологические нарушения.
2. Перечислить виды платежей предприятий за использование природных ресурсов.
3. Пояснить нормативы качества окружающей среды, способы проведения экологического контроля и экспертизы.
4. Изложить перечень биосферных объектов, видов, способов ведения экологического мониторинга.
5. Указать основные международные документы, направленные на решение важнейших экологических проблем, функции «Римского клуба»

Рекомендованная литература.

1. Потапов, А. Д. Экология: учеб. пособие для вузов /А. Д. Потапов. - М.: Высш. шк., 2000. - 446 с.
2. Экология: учеб. для студентов высш. и сред. учеб. заведений по техническим специальностям и направлениям /Л. И. Цветкова [и др.]; Под ред. Л. И. Цветковой. - 2-е изд. доп. и перераб. - М.: АСВ; СПб.: Химиздат, 2001. - 550 - с.
3. Протасов, В. Ф. Экология: Термины и понятия. Стандарты и сертификация. Нормативы и показатели: Учеб. и справ. пособие /В. Ф. Протасов, А. С. Матвеев. - М.: Финансы и статистика, 2001. - 201 с.
4. Коробкин, В. И. Экология: учеб. для студентов вузов /В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. - 4-е изд. доп. и перераб. - Ростов н/Д: Феникс, 2003. - 575 с.
5. Экология: учеб. пособие для студентов вузов /А. И. Ажгиревич [и др.]; под ред. В. В. Денисова. - Изд. 3 доп. и перераб. - М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Изд. центр «МарТ», 2006. - 768 с.

Заключение

Современное производство жизненно важной для человека товарной продукции сопровождается значительными нагрузками на биосферу. Вмешательство в процессы её эволюционного развития привело к изменениям свойств экосистемы, процессов саморегулирования, возникновению глобальных экологических проблем. Дальнейшие нарушения в круговороте веществ, преобразованиях энергии, трофических цепях живых организмов наземно-воздушных, почвенных, водных экосистем могут привести к непредсказуемым последствиям.

Предотвращение негативных изменений в окружающей среде может обеспечиваться за счёт рационального использования природных ресурсов, внедрения малоотходных, безотходных технологий производства товарной продукции, в том числе при получении строительных материалов из природного сырья. Учитывая трудности создания таких технологий, необходимо активно использовать современные методы очистки образующихся газопылевых выбросов, сточных вод, применять утилизацию твёрдых отходов. Глубокое изучение техносферных процессов, воздействия вредных веществ на важнейшие элементы окружающей среды, на здоровье человека характеризует экологическую подготовку специалиста. Надлежащий уровень экологических знаний – основа для грамотного использования биосферных ресурсов, минимизации нагрузок на важнейшие экосистемы.

Предметный указатель

(Цифровое обозначение — страница первого упоминания; приведённые в тексте термины и определения цитируются в соответствии с их трактовкой, указанной в списках литературы изложенных разделов данного учебного пособия)

Автотрофы (продуценты) - 19. Аллелопатия - 32. Анабиоз - 29. Ареал - 38. Аудит экологический - 108. Аутэкология - 9. Аэринхима - 88.

Болезни Итай-Итай, Минамата - 81. Биогаз - 87. Биогеоценоз - 17. Биогеоценология - 9. Биоиндикация - 113. Биом - 17. Биомасса наличная - 21. Биосфера (экосфера) - 11. Биота - 27. Биотехнология - 86. Биотоп, биоценоз - 27. Биоэкология - 8.

Валентность (пластичность) экологическая - 46. Вермикультура - 89. Вещество биогенное, биокосное, косное - 13.

Газгидрат - 93. Геотехнология - 86. Геоэкология - 8. Гетеротрофы (консументы) - 20. Гомеостаз - 7. Гумус - 88.

Деструкторы (редуценты) - 20. Детритофаги - 28. Дигрессия - 29.

Единица добсоновская - 54.

Законы: минимума Ю.Либиha, толерантности Ф.Шелфорда - 47. Зоны стрессовые - 45.

Интродукция - 95.

Кадастр - 105. Компонент биотический - 16. Компостирование - 87. Конкуренция прямая - 32. Консументы (гетеротрофы) - 20. Круговороты: азота - 20, большой, малый - 22, фосфора - 23. Коэффициенты: рождаемости средний, смертности общий - 41.

Метаболизм - 29. Мониторинг экологический - 112.

Ниша экологическая: общая, специализированная - 30. Ноосфера - 18.

Организмы: гомойотермные, пойкилотермные, стенобионтные, эврибионтные, эктотермные, эндотермные - 46. Особо охраняемые природные территории (ООПТ): заказники - 98, заповедники, национальные парки - 96, памятники природы, природные парки - 98.

Пирамиды: биомассы - 36, возрастные - 39, численности - 35, энергии - 36. Пластичность (валентность) экологическая - 46. Плёнки

жизни, покров биогеоценотический - 11. Полифаги - 37. Популяция - 32. Породы осадочные - 22. Правила 10%, 1% - 36, 37. Право экологическое - 102. Предел выносливости (устойчивости) - 45. Предельно допустимые выбросы, сбросы - 109, 110. Предельно допустимые концентрации - 109. Продукция: валовая первичная, чистая первичная - 21. Продуктивность: биологическая, вторичная, удельная, чистая, чистая первичная - 20. Продуценты (автотрофы) - 19.

Радиус индивидуальной активности - 38. Реакции гетеротипические - 33. Редуценты (деструкторы) - 20.

Синэкология - 9. Система экологическая - 16. Слой почвенный плодородный - 16. Среды обитания: водная, наземно - воздушная, организменная, первичная, почвенная - 13. Структура биотическая, видовая - 27, биоценоза - 31. Сукцессии: агрессивная, вторичная, первичная, стабильная (климаксовая) - 30.

Факторы: абиотические - 43, биотические - 44, ведущие, ограничивающие, фоновые - 46. Фотопериодизм - 29.

Цепи детритные, пастбищные - 37.

Численность критическая - 41.

Эвтрофикация - 80. Экология: популяционная, прикладная, социальная, факториальная, человека - 9, 10. Экосфера (биосфера) - 11. Эстуарий - 28.

Александр Иванович Фирсов
Анатолий Федосеевич Борисов
Павел Вячеславович Макаров

Экология и строительное производство

Учебное пособие

Редактор

Нина Петровна Гришуткина

Подписано в печать _____ Формат 60х90 1/16 Бумага газетная. Печать трафаретная.

Уч.-изд. л. 7,2. Усл. печ. л 7,6. Тираж 500 экз. Заказ № _____

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

603950, Н.Новгород, Ильинская, 65.

Полиграфцентр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65