

Е.Т. Тимонова



**ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И
ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Курс лекций

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Курс лекций

Витебск
2012

УДК 502.3

ББК 20.1

Т 41

Р е ц е н з е н т ы : кандидат экономических наук, заведующая кафедрой экономики и менеджмента Витебского филиала УО Федерации профсоюзов Беларуси «Международный университет «МИТСО» С.М. Горячева;
кандидат экономических наук, доцент кафедры «Коммерческая деятельность» УО «ВГТУ» О.Д. Дем

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол №2 от 21.03.06

Т 41 Тимонова, Е. Т. Основы экологии и экономика природопользования : курс лекций / Е. Т. Тимонова ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – 179 с.

ISBN 978-985-481-267-0

В курсе лекций изложены теоретические основы общей экологии, особенности взаимодействия общества и природы, закономерности и принципы природопользования, институциональные механизмы регулирования природопользования, методический инструментарий экономики природопользования.

Материалы курса лекций соответствуют требованиям типовой программы курса (№ ТД-Е.062/тип.), утвержденной Министерством образования РБ.

Курс лекций предназначен для студентов экономических специальностей заочной формы обучения.

УДК 502.3

ББК 20.1

ISBN 978-985-481-267-0

© Тимонова Е.Т., 2012

© УО «ВГТУ», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ЭКОНОМИКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	7
Тема 1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ КУРСА «ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ».....	7
1.1 Современные воззрения на экологию.....	7
1.2 Природопользование – объект изучения курса.....	12
1.3 Экономика природопользования – новое направление экономической науки.....	12
Тема 2. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ.....	15
2.1 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.....	15
2.1.1 Состав экосистем.....	15
2.1.2 Структура экосистем.....	17
2.1.3 Круговорот веществ в экосистеме.....	18
2.1.4 Энергия в экосистемах.....	19
2.2 БИОСФЕРА.....	21
2.2.1 Размеры, структура и состав биосферы.....	22
2.2.2 Круговорот веществ в биосфере.....	24
2.2.3 Основные функции биосферы.....	28
2.3 СИСТЕМНЫЕ ЗАКОНЫ ЭКОЛОГИИ.....	29
2.4 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ.....	34
2.4.1 Классификации экологических факторов.....	35
2.4.2 Закономерности действия экологических факторов.....	36
Тема 3. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И РЕСУРСЫ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ.....	39
3.1 Экономическая сущность понятий «природные условия» и «природные ресурсы».....	39
3.2 Классификации природных ресурсов.....	40
3.3 Роль природных условий и ресурсов в развитии и размещении производительных сил.....	42
Тема 4. ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЩЕСТВА И ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.....	44
4.1 Природопользование как совокупность всех форм антропогенного воздействия на окружающую среду.....	44
4.2 Природно-промышленные системы.....	45
4.3 Загрязнение окружающей среды.....	49
4.4 Диалектика взаимоотношений человека и природы.....	51
4.4.1 Законы системы «человек – природа».....	51
4.4.2 Законы природопользования.....	52
4.4.3 Принципы природопользования.....	57
4.4.4 Ноосфера.....	58

**Раздел II. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ..... 60**

**Тема 5. ЭКОЛОГИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА
ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА.....60**

- 5.1 Эколого-экономическое значение атмосферы..... 60
- 5.2 Источники загрязнения атмосферы.....64
- 5.3 Наиболее распространенные загрязнители атмосферы.....66
- 5.4 Последствия загрязнения воздушной среды.....68
- 5.5 Регламентация качества воздушной среды..... 69
- 5.6 Основные направления охраны атмосферы.....75
 - 5.6.1 Технологические мероприятия.....76
 - 5.6.2 Санитарно-технические мероприятия.....78
 - 5.6.3 Планировочные мероприятия.....83
 - 5.6.4 Контроль и регулирование состояния
воздушной среды85

**Тема 6. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ...87**

- 6.1 Эколого-экономическое значение гидросферы.....87
- 6.2 Основные направления использования водных ресурсов..... 89
- 6.3 Загрязнение водных объектов..... 91
- 6.4 Оценка состояния и нормирование качества воды
водоемов..... 92
- 6.5 Рациональное использование водных ресурсов..... 96
- 6.6 Основные направления охраны водных ресурсов.....98
- 6.7 Правовое и экономическое регулирование охраны
водных ресурсов.....101

**Тема 7. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ.....103**

- 7.1 Антропогенные воздействия на земельные ресурсы.....103
- 7.2 Загрязнение земель.....105
- 7.3 Обращение с отходами.....107
- 7.4 Организация безотходного производства.....108
- 7.5 Основные направления охраны и восстановления земель..... 113

**Раздел III. ИНСТИТУЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ
РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ...115**

**Тема 8. УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ И
ПРАВОВАЯ ЗАЩИТА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.....115**

- 8.1 Управление природопользованием: сущность,
методы, функции.....115
- 8.2 Административное управление природопользованием.....118

8.3 Организационные структуры управления природопользованием.....	119
8.4 Правовое регулирование природопользования и природоохранной деятельности.....	122
Тема 9. НАБЛЮДЕНИЕ, УЧЕТ И КОНТРОЛЬ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	125
9.1 Мониторинг окружающей среды.....	125
9.2 Учет и анализ в сфере природопользования и охраны окружающей среды.....	127
9.3 Государственная экологическая экспертиза.....	130
9.4 Контроль в сфере природопользования и охраны окружающей среды.....	131
Тема 10. УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ И РАЦИОНАЛЬНЫМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ НА ПРЕДПРИЯТИИ (в организации).....	134
10.1 Природоохранная деятельность и природоохранный комплекс предприятия.....	134
10.2 Планирование природоохранной деятельности на предприятии.....	136
10.3 Экологический менеджмент предприятия.....	137
10.4 Экологический аудит.....	140
10.5 Экологическое лицензирование и паспортизация.....	141
Раздел IV. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	144
Тема 11. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	144
11.1 Экономическая оценка природных ресурсов: сущность, функции, задачи.....	144
11.2 Методологические концепции экономической оценки природных ресурсов.....	145
Тема 12. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ УЩЕРБА (ВРЕДА) ОТ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ.....	147
12.1 Экономический ущерб от загрязнения и истощения природной среды.....	147
12.2 Методические подходы к экономической оценке ущерба.....	149
Тема 13. ПРИРОДООХРАННЫЕ ЗАТРАТЫ И ИХ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....	151
13.1 Анализ природоохранных затрат.....	151
13.2 Структура инвестиций в охрану окружающей среды.....	154

13.3 Инвестирование природоохранной деятельности в Республике Беларусь.....	155
13.4 Экономическая эффективность природоохранных затрат..	156
Раздел V. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	159
Тема 14. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ...	159
14.1 Экономический механизм природопользования.....	159
14.2 Прогнозирование и планирование природоохранной деятельности.....	160
14.3 Система платного природопользования в Республике Беларусь.....	164
14.4 Финансирование мероприятий по охране окружающей среды.....	167
Раздел VI. ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.....	169
15.1 Современное состояние мировой эколого-экономической системы.....	169
15.2 Концепции мирового развития с учетом экологических ограничений.....	170
15.3 Устойчивое социально-экономическое развитие.....	172
15.4 Основные направления экологизации экономики.....	174
15.5 Международное сотрудничество в решении экологических проблем.....	176
ЛИТЕРАТУРА.....	178

Раздел I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ЭКОНОМИКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Тема 1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ КУРСА «ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

Основы экологии и экономика природопользования – междисциплинарная учебная дисциплина, целью которой является формирование у студентов экологического мировоззрения, ознакомление с теоретическими основами природопользования, необходимыми для выполнения в будущем своих профессиональных обязанностей.

Курс «Основы экологии и экономика природопользования» синтезирует знания двух научных систем – естественной (экология) и общественной (экономика природопользования).

1.1 Современные воззрения на экологию

Слово “экология” имеет греческое происхождение и состоит из двух корней: “oikos” – дом, жилище, “logos” – наука, учение. Под “домом” в экологии понимается вся планета Земля и околоземное космическое пространство.

Впервые термин “экология” предложил в 1866 году немецкий ученый Эрнест Геккель. В его трактовке экология – это «познание экономики природы, одновременное исследование всех взаимоотношений живого с органическими и неорганическими компонентами среды». После Геккеля многие ученые вносили в понятие экологии различные смысловые оттенки, которые расширяли предмет изучения этой области знания. Постепенно экологические закономерности стали относить к совокупностям организмов и, наконец, ко всей природе. Как самостоятельная наука экология сформировалась к началу XX века.

В современном понимании *экология* – это наука о взаимоотношениях, взаимосвязях между живыми организмами и средой их обитания. Известный американский эколог Ю. Одум в 1963 году назвал экологию наукой о строении и функциях природы в целом. В его фундаментальной “Экологии” (1986) она трактуется как междисциплинарная область знания об устройстве и функционировании многоуровневых систем в природе и обществе в их взаимосвязи.

Основной предмет экологии – изучение совокупности живых организмов, взаимодействующих друг с другом и образующих с окружающей средой некое единство (экологическую систему), в пределах

которого осуществляется процесс трансформации энергии и органического вещества.

В идеале экология стремится раскрыть и понять все многообразие взаимосвязей между населяющими нашу планету живыми существами и средой их обитания, хотя практически вряд ли это возможно ввиду сложности этих связей. Однако выявить основные закономерности, создать фундаментальную теорию устойчивости биосферы и строго придерживаться вытекающих из нее требований к повседневной хозяйственной деятельности люди просто вынуждены, если хотят выжить.

Таким образом, можно сформулировать следующие **задачи экологии**:

- исследование закономерностей организации жизни, в том числе в связи с антропогенными воздействиями на окружающую среду;
- оптимизация взаимоотношений между человеком и окружающей природной средой;
- создание научной основы рациональной эксплуатации природных ресурсов;
- прогнозирование изменений природы под влиянием деятельности человека;
- сохранение среды обитания человека.

Экология как наука использует данные различных отраслей биологии, географии, геологии, физики, химии, математики и др. Источники и слагаемые современной экологии представлены на рисунке 1.1.

Экология призвана объединить все имеющиеся знания об окружающем мире с целью создания единого представления о нем. Как естественная наука она с успехом применяется в практической деятельности людей.

Однако экология не только использует данные других наук для своего развития, но и оказывает существенное обратное влияние. В настоящее время бурно развивается процесс экологизации многих дисциплин, который призван обеспечить повышение эффективности использования природных ресурсов наряду с сохранением и улучшением качества природной среды.

На наших глазах экология приобретает черты всеобъемлющего и очень актуального мировоззрения, превращается в учение о выборе путей выживания человеческой популяции.

Структура современной экологии (рис. 1.2.) достаточно сложна. В целом можно выделить экологию фундаментальную и прикладную.

Фундаментальная экология вскрывает общие закономерности функционирования экологических систем. Прикладная экология призвана помочь применить законы фундаментальной экологии в хозяйственной практике людей.

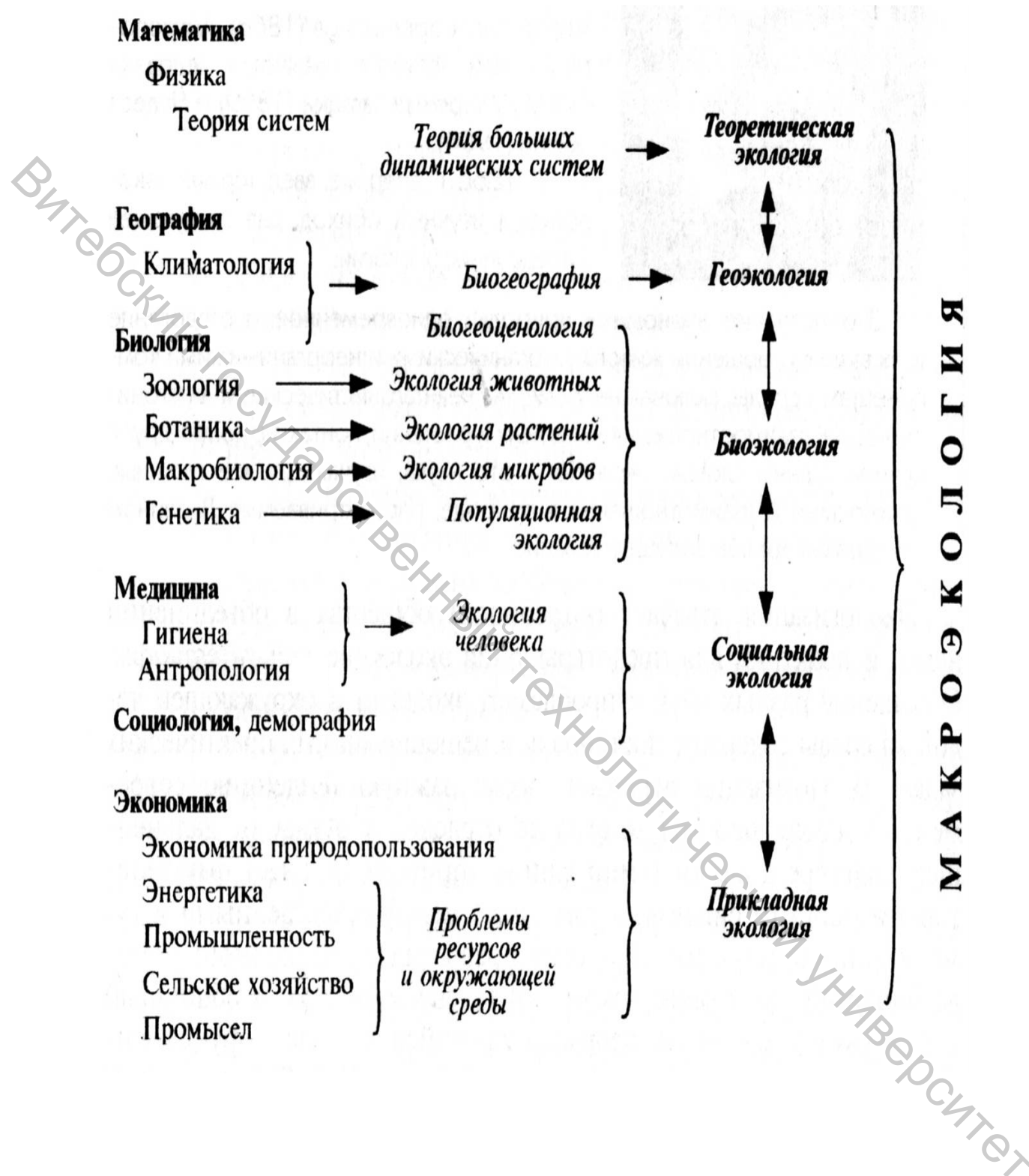


Рисунок 1.1 – Источники и слагаемые современной экологии



Рисунок 1.2 – Структура современной экологии

Прикладная экология – большой комплекс дисциплин, связанных с различными областями человеческой деятельности и взаимоотношениями между человеческим обществом и природой. Она изучает механизмы разрушения биосферы человеком, способы предотвращения этого процесса и разрабатывает принципы рационального использования природных ресурсов без деградации среды жизни. Прикладная экология формирует экологические критерии экономики, исследует механизмы антропогенных воздействий на природу и окружающую человека среду, следит за ее качеством, обосновывает нормативы рационального использования ресурсов, осуществляет экологическую регламентацию хозяйственной деятельности, контролирует экологическое соответствие различных планов и проектов, разрабатывает технические средства охраны окружающей среды и восстановления нарушенных человеком природных систем.

Существуют промышленная, сельскохозяйственная, коммунальная, строительная, транспортная и другие виды прикладной экологии

Промышленная экология – наука о взаимосвязи, взаимодействии промышленных объектов с окружающей средой. Она изучает, с одной стороны, воздействие хозяйственной деятельности человека на природу, с другой стороны – влияние условий природной среды на функционирование предприятий и их комплексов, а также разрабатывает инженерные нормы и средства, отвечающие экологическим требованиям. Это новая быстроразвивающаяся наука, которая занимается решением экологических проблем, связанных с загрязнением окружающей среды промышленными отходами и нерациональным использованием природных ресурсов.

Главная **задача промышленной экологии** – разработка условий рационального взаимодействия производства с природой.

Современная экология является научной базой рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, охраны окружающей среды. Последовательное решение насущных экологических проблем должно привести к снижению негативного воздействия общества на отдельные экосистемы и природу в целом, включая человека.

1.2 Природопользование – объект изучения курса

Общество осуществляет разнообразные воздействия на окружающую природную среду в сфере производства, непроизводственной сфере, а также при проведении мероприятий по сохранению природной среды (охране, воспроизводству природных ресурсов). Совокупность воздействий человека на природу называют природопользованием.

Производственная деятельность людей представляет собой целенаправленное преобразование природных ресурсов в формы, приемлемые для использования человеком. В результате происходит извлечение природных ресурсов, перераспределение на Земле водных ресурсов, преобразование некоторых черт рельефа местности, уменьшение биологического разнообразия биоценозов, загрязнение компонентов среды различными веществами и др. В то же время возможны и косвенные, случайные воздействия человека на природу в виде различных техногенных аварий, разрушения озонового слоя и т. п.

Таким образом, под природопользованием следует понимать как непосредственные, так и косвенные воздействия человека на природную среду, которое могут быть как сознательными, так и стихийными, как целенаправленными, так и случайными.

Кроме того, поскольку рост антропогенной нагрузки на природу привел к нарушению естественных природных процессов, истощению природных ресурсов, загрязнению компонентов окружающей среды, возникла необходимость разработки и внедрения ряда мер по охране природы. Данные мероприятия также относятся к сфере природопользования.

Исходя из приведенных выше рассуждений, можно дать следующее определение. **Природопользование** – совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению и воспроизводству.

Природопользование – это особая сфера деятельности, направленная на взаимосвязанное решение задач ресурсообеспечения экономики, ресурсосбережения, сохранения среды жизни людей и охраны разнообразия природы. Поэтому оно является единым объектом изучения курса «Основы экологии и экономика природопользования».

1.3 Экономика природопользования – новое направление экономической науки

Экономика занимается изучением процессов, протекающих в общественном и личном хозяйстве, где, как известно, осуществляется переработка природных ресурсов в необходимые предметы потребления.

До середины XIX столетия, стремясь найти пути наиболее эффективного ведения хозяйства, экономика не учитывала в затратах ущерба, наносимого природной среде. Отсутствовала экономическая, материальная заинтересованность производителей в бережном отношении к природе, и, соответственно, выделялось недостаточно денежных средств для ее защиты. В связи с этим экономика стала одной из основных причин современного кризисного состояния природы.

Экологические проблемы стали входить в поле зрения экономики только тогда, когда кризисное состояние окружающей среды стало оказывать ощутимое отрицательное влияние на условия производства продукции и получения прибыли. Это влияние проявляется:

- в удорожании сырья и материалов в связи с истощением наиболее доступных месторождений полезных ископаемых;
- в снижении производительности труда работников, вызванного ухудшением состояния их здоровья в результате загрязнения окружающей среды;
- в ухудшении работы оборудования и качества продукции вследствие загрязненности воздуха и воды, используемых в производстве;
- в снижении урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства и др.

Чтобы решить указанные проблемы, необходимо изменить отношение человека к природе, отрегулировать процессы в сфере природопользования. В связи с этим, начиная с XIX века, интенсивно исследуются взаимоотношения природы и общества. В системе экономических наук формируется новое направление – экономика природопользования.

Экономика природопользования – отраслевая экономическая наука, исследующая социально-экономические закономерности использования человечеством природных благ и регулирования отношений природы и общества. Она изучает особенности хозяйственного механизма природопользования и методы наиболее эффективного взаимодействия общества и природной среды в целях предотвращения ее дальнейшего загрязнения и истощения, поддержания нормальных условий воспроизводства и жизнедеятельности человека.

Предметом изучения экономики природопользования являются производственные отношения между людьми по поводу использования сил и ресурсов природы, т. е. **эколого-экономические отношения**. Развиваясь и совершенствуясь, они обуславливают формирование в обществе рационального природопользования.

Основополагающей категорией учебной дисциплины «Основы экологии и экономика природопользования» выступают эколого-экономические системы различного масштаба и уровня.

Эколого-экономическая (природно-промышленная) система – это ограниченная определенной территорией часть техносферы, в которой природные, социальные и производственные структуры и процессы связаны взаимоподдерживающими потоками вещества, энергии и информации.

«Основы экологии и экономика природопользования» используют различные методы исследования: диалектический, исторический, системный, нормативный, экономико-математическое моделирование и др. В целом они составляют методологию изучаемой дисциплины.

Эколого-экономические исследования призваны реализовывать в обществе следующие основные **функции**:

- **направляющую** – обоснование экологических целей и выбор главных путей их реализации;
- **координирующую** – обеспечение баланса важнейших пропорций в потреблении природных ресурсов и согласование производственных интересов природопользователей с экологическими интересами общества;
- **стимулирующую** – активизация природоохранной деятельности субъектов хозяйствования и общества в целом.

Выполнение этих функций, в свою очередь, выдвигает перед экологоэкономическим научным направлением следующие **задачи**:

- разработка стратегических направлений ресурсосберегающего развития экономики и экологической политики государства;
- формирование системы государственного регулирования, прогнозирования и контроля природоохранной деятельности;
- исследование и научное обоснование хозяйственного механизма природопользования в условиях становления рыночных отношений;
- совершенствование организационных основ управления природопользованием;
- разработка экономического механизма охраны окружающей среды и эффективного природопользования;
- теоретическое обоснование и выработка методических подходов к определению экономических показателей природоохранной деятельности производственных объектов и степени их воздействия на окружающую среду;
- установление путей и методов повышения эффективности использования природных ресурсов, их воспроизводства.

Тема 2. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ

2.1 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Термин “экосистема” введен английским ботаником А. Тенсли в 1935 году. А. Тенсли считал, что экосистемы представляют собой основные природные единицы на поверхности Земли. Это не только комплекс живых организмов, но и все сочетания физических факторов. Всюду, где можно наблюдать отчетливое единство растений и животных, объединенных отдельным участком окружающей среды, говорят об экологической системе.

Экологическая система (экосистема) – основной объект экологии. Это пространственно определенная совокупность живых организмов и среды их обитания, объединенных вещественно-энергетическими и информационными взаимодействиями.

Экологическая система включает в себя живые организмы и среду обитания. Причем каждая из этих частей влияет на другую, и обе необходимы для поддержания жизни.

Понятие экосистемы не ограничивается какими-то признаками ранга, размера, сложности или происхождения. Поэтому оно применимо как к относительно простым искусственным (аквариум, теплица, пшеничное поле), так и к сложным естественным комплексам организмов и среды их обитания (озеро, лес, океан). Выделяют также микроэкосистемы (ствол гниющего дерева и т. п.), мезоэкосистемы (лес, луг, озеро и т.п.), макроэкосистемы (континенты, океаны). Глобальной экосистемой является биосфера планеты.

2.1.1 Состав экосистем

В составе экосистемы выделяют неживые и живые компоненты (рисунок 2.1). Неживые (абиотические) компоненты входят в состав воздушной, водной среды и почвы:

- 1) неорганические вещества (N_2 , CO_2 , H_2O и др.), включающиеся в природные круговороты;
- 2) органические соединения (углеводы, белки, аминокислоты, гумусовые вещества и др.), связывающие биотическую и абиотическую части экосистем;
- 3) климатический режим (освещенность, температура, влажность и другие физические факторы).

Живые (биотические) компоненты экосистем:

- 1) **продуценты** – автотрофные (самостоятельно питающиеся) организмы, главным образом, зеленые растения, которые создают органиче-

ские соединения из простых неорганических веществ. Автотрофы составляют основную массу всех живых существ и полностью отвечают за образование всего нового органического вещества в любой экосистеме, т. е. являются производителями продукции;

2) **макроконсументы** (консументы 1, 2 и т. д. порядка) – гетеротрофные (питающиеся другими) организмы, главным образом, животные, которые поедают растения и другие организмы. В отличие от автотрофов-продуцентов, гетеротрофы выступают как потребители и разрушители органических веществ;

3) **микроконсументы** (редуценты) – гетеротрофные организмы, преимущественно бактерии и грибы, которые разрушают сложные соединения мертвой протоплазмы, поглощают некоторые продукты разложения и высвобождают неорганические питательные вещества, пригодные для использования продуцентами.

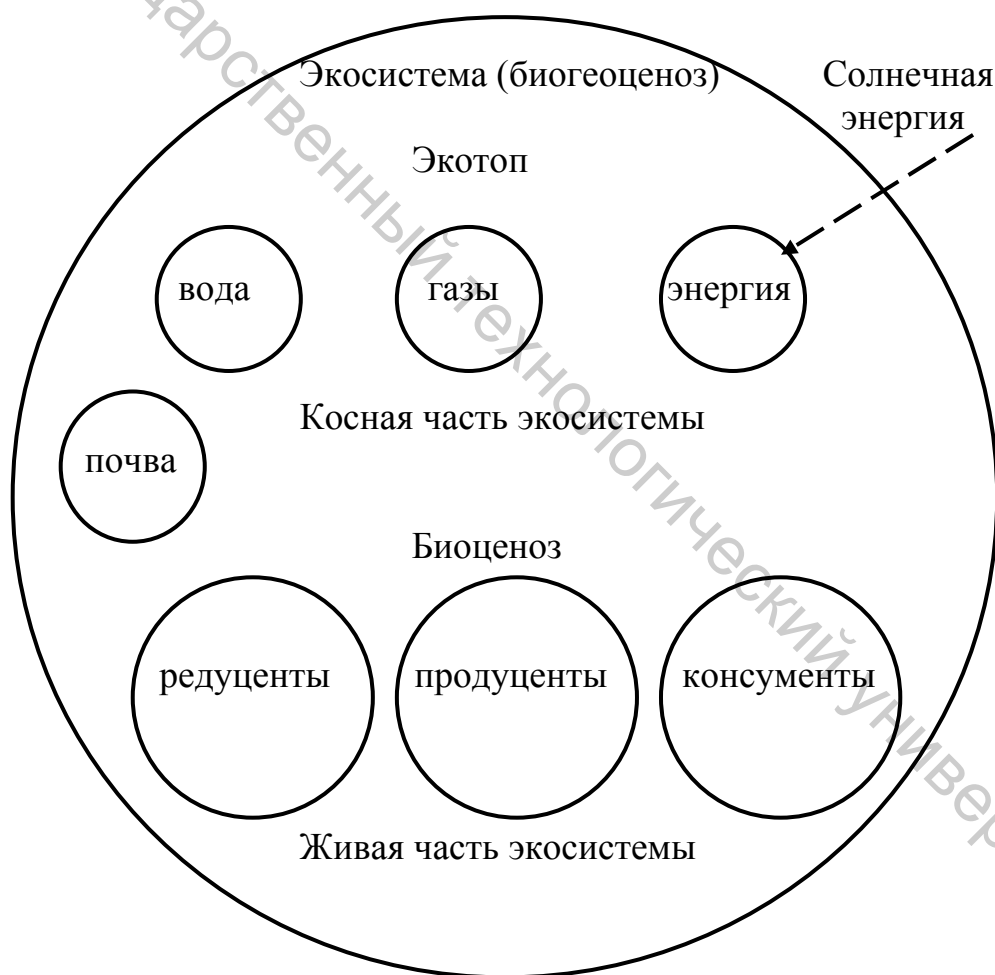


Рисунок 2.1 – Компоненты экосистемы

2.1.2 Структура экосистем

Экологическая система – понятие широкое. Однако главное в нем то, что оно подчеркивает обязательное наличие взаимоотношений, взаимозависимости и причинно-следственных связей между отдельными компонентами. Здесь происходят взаимодействия различного рода: между живыми организмами; между живыми организмами и окружающей средой; между органическими и неорганическими компонентами. Взаимосвязи формируют целый ряд закономерностей, характерных для экосистем.

Каждая экосистема состоит из групп организмов, выполняющих определенные функции. Между организмами возникают пищевые взаимоотношения, и в результате формируются трофические уровни:

- 1) низший уровень занимают автотрофные организмы;
- 2) гетеротрофные организмы 1 порядка, использующие в пищу биомассу растений;
- 3) гетеротрофы 2 порядка, питающиеся гетеротрофами 1 порядка, и т. д.

В наземных экосистемах масса продуцентов больше, чем масса консументов 1-го порядка, а масса консументов 1-го порядка больше, чем консументов 2-го порядка и т. д. Это обусловлено тем, что пища используется не только на рост организмов, но и на удовлетворение энергетических затрат: дыхание, движение, размножение, поддержание температуры. Поэтому трофическую структуру экосистемы обычно отражают графическими моделями в виде экологических пирамид (рисунок 2.2).

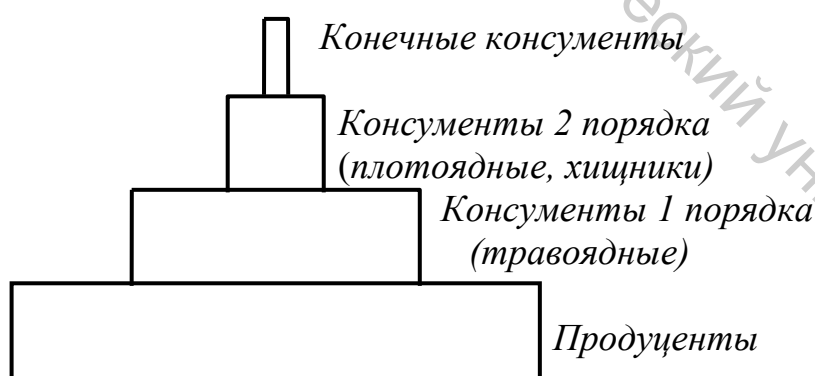


Рисунок 2.2 – Экологическая пирамида

Различают три типа экологических пирамид:

- пирамида чисел (численностей) отражает численность отдельных организмов на каждом уровне;
- пирамида биомасс – соотношение между продуцентами, консументами и редуцентами, выраженное в их массе (грамм);
- пирамида энергий – отражает величину потока энергии (калорий), скорость прохождения массы пищи через пищевую цепь.

2.1.3 Круговорот веществ в экосистеме

Экосистемами могут быть названы только те объединения организмов и окружающей среды, которые характеризуются определенной стабильностью и обладают четко функционирующим внутренним круговоротом веществ.

Круговорот веществ в экосистеме называется **биотическим**. Этот круговорот играет особую роль в биосфере. Перенос вещества и энергии в нем осуществляется, в основном, посредством трофических (пищевых) цепей. **Трофической (пищевой) цепью** называется перенос энергии пищи от ее источника – растений – через ряд организмов путем поедания одних организмов другими.

Упрощенная схема переноса веществ и энергии в природных экосистемах представлена на рисунке 2.3.

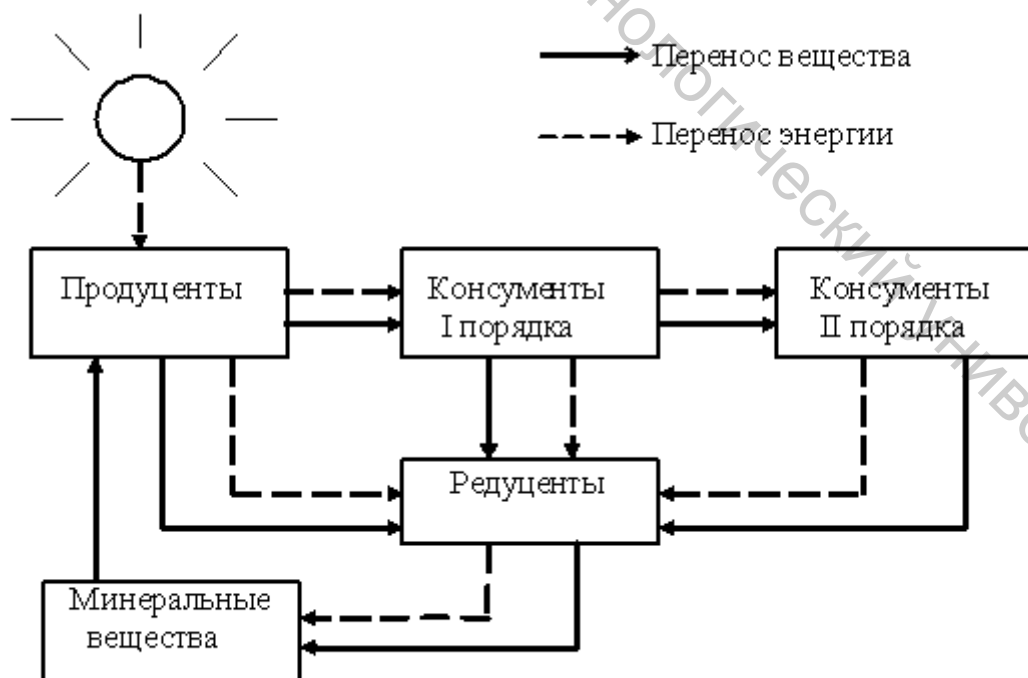


Рисунок 2.3 – Схема переноса веществ и энергии в природных экосистемах

Создав круговорот веществ в экологических системах, природа обеспечила возможность относительно бесконечной эволюции живого вещества. Однако этот круг размыкается человеком. Люди истребляют продуценты и консументы как прямо (вырубая леса или отстреливая животных сверх их возможности восстановления), так и косвенно – через загрязнение воды, почвы и воздуха. Кроме того, наблюдается кризис редуцентов, которые не справляются с количеством и качественным составом образующихся отходов человеческой деятельности.

За миллиарды лет развития природа для каждого продуцента и консумента создала своего редуцента. Человек за несколько десятилетий синтезировал тысячи новых соединений, природе неизвестных или отвергнутых ею в ходе эволюции как опасных для жизнедеятельности организмов. Соответственно, и редуцентов, способных вернуть эти соединения в исходное состояние, в природе не существует. В результате, с одной стороны, быстро накапливаются захламляющие и отравляющие природу вещества, с другой стороны, истощаются природные ресурсы.

Возможно, природа снова найдет выход из сложившейся ситуации, но не произойдет ли это ценой ликвидации “возмутителя спокойствия” – человека – через создание неприемлемых для его существования условий?

2.1.4 Энергия в экосистемах

Экологическую систему можно представить в виде диаграммы потока энергии (рисунок 2.4). Отдельные трофические уровни в ней изображены как резервуары, размер которых соответствует энергии, заключенной в них биомассы, а поперечник соединяющих их каналов – величине потоков энергии.

Энергия в экологическую систему попадает в виде потока солнечной энергии L . Большая ее часть L_U рассеивается в виде теплоты. Другая часть L_A эффективно поглощается растениями и преобразуется фотосинтезом в энергию химических связей органических веществ P_g . Это валовая первичная продукция экосистемы.

Вновь образовавшиеся органические вещества используются растениями в различных процессах:

- 1) при дыхании, с освобождением энергии R ;
- 2) в биохимических процессах, с выделением тепла N_a .
- 3) на прирост биомассы растений P_n – чистой первичной продукции.

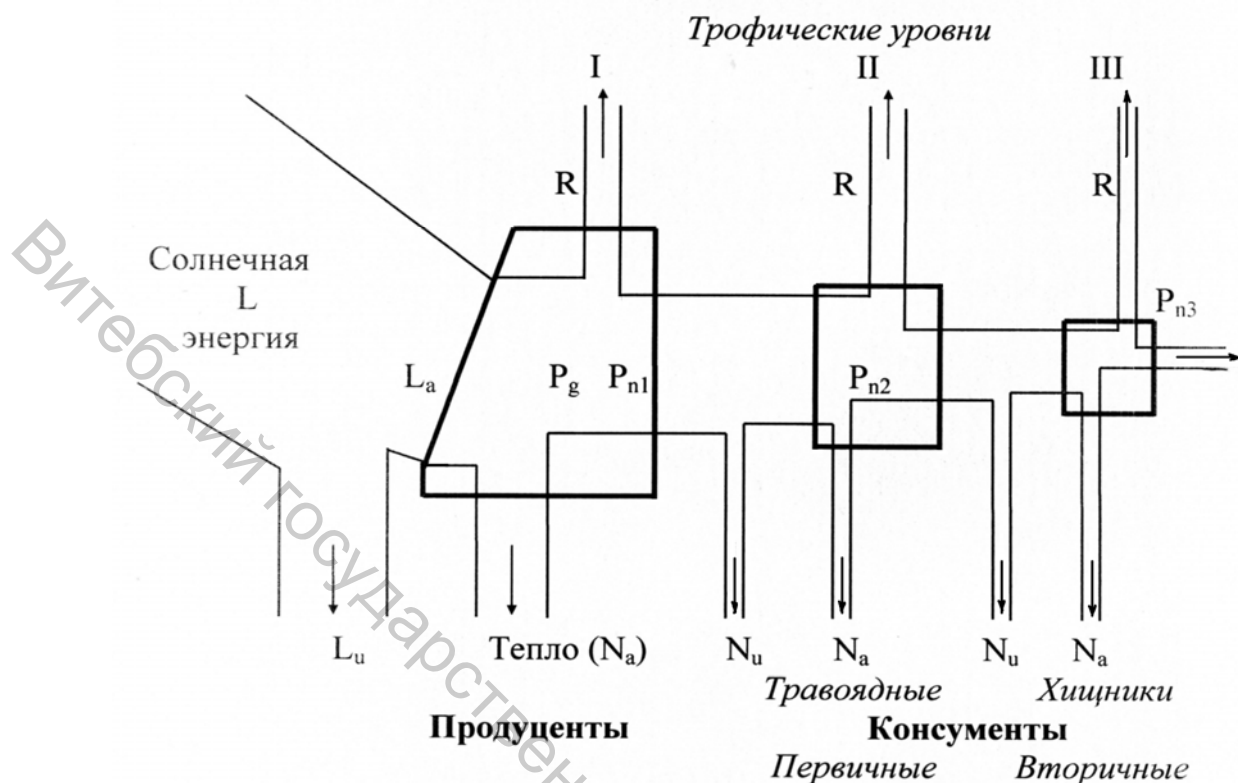


Рисунок 2.4 – Поток энергии в простой трофической цепи
(цифры даны в кДж/м² за день)

Прирост биомассы растений рано или поздно потребляется первичными консументами. При переходе с одного трофического уровня на другой часть доступной энергии N_u не воспринимается. Консументы питаются, тратят полученную с пищей энергию на выполнение разнообразных жизненных функций, растут и дают, таким образом, новую продукцию. Это вторичная продукция экосистемы, которая, в свою очередь, используется консументами второго порядка.

В среднем при переходе с одного трофического уровня на другой общая энергия уменьшается приблизительно в 10 раз (правило 10 % Р. Линдемана). Чем длиннее пищевая цепь, тем меньше остается к ее концу доступной энергии. Поэтому число трофических уровней никогда не бывает слишком большим и чаще всего не превышает 4–5 уровней.

Например, если заяц съел 10 кг растительной массы, то его собственная масса может увеличиться на 1 кг. Лисица или волк, поедая 1 кг зайчатины, увеличивают свою массу уже только на 100 г, или на 1 % от биомассы растений, съеденных зайцем. Следовательно, через верхние трофические уровни экологических пирамид проходит значительно

меньшее количество энергии, чем через нижние. Вот почему большие хищные животные всегда редки, и не существует хищников, которые питались бы волками, – они просто не прокормились бы, настолько волки немногочисленны.

Поскольку в обратный поток (к продуцентам) поступает ничтожное количество изначально вовлеченной энергии (не более 0,25 – 0,35 %), говорить о круговороте энергии нельзя. Существует лишь круговорот веществ, поддерживаемый потоком энергии.

2.2 БИОСФЕРА

Биосфера – одно из наиболее важных понятий экологии. Термин “биосфера” впервые был предложен в 1873 году австрийским геологом Эдвардом Зюссом для обозначения области существования живых организмов на Земле. В начале прошлого столетия учение о биосфере было развито и преобразовано выдающимся русским и советским естествоиспытателем академиком В.И. Вернадским.

В современном понимании *биосфера* – это совокупность частей земных оболочек (лито-, гидро- и атмосферы), которая заселена живыми организмами, находится под их воздействием и занята продуктами их жизнедеятельности.

Совокупность всего живого на Земле вместе с окружением и ресурсами называют экосферой. *Экосфера* – глобальная система, объединяющая все современные экосистемы Земли.

Вернадский В.И. впервые подчеркнул исключительно важную роль живых организмов в образовании биосферы. По его определению, биосфера – структурная оболочка Земли, созданная жизнью, где не только живут, но которая преобразована живыми организмами и связана с их жизнедеятельностью. Таким образом, биосфера – это, с одной стороны, среда жизни, с другой, – результат жизнедеятельности организмов.

Отличительной чертой биосферы является участие во всех процессах “*живого вещества*”, то есть совокупности всех организмов на планете (растительный и животный мир, микроорганизмы). Суммарная биомасса живого вещества биосферы составляет 2 – 3 трлн. т, причем 98 % ее – это биомасса наземных растений. Биосферу населяют около 1,5 млн. видов животных и 500 тыс. видов растений.

В.И. Вернадский доказал, что живое вещество планеты выступает как мощнейший геологический фактор, способный изменять поверхность планеты и формировать экосистемы, благоприятные для его развития. Живое вещество обладает способностью захватывать энергию Солнца и создавать химические соединения, распад которых сопровождается выделением энергии, производящей химическую и физическую работу.

2.2.1 Размеры, структура и состав биосферы

По учению В.И. Вернадского, биосфера – это область нашей планеты, в которой существует или когда-либо существовала жизнь и которая постоянно подвергается воздействию живых организмов. Поэтому биосфера представляет собой область существования не только современных, но и былых экосистем и простирается далеко за пределы современной экосферы, включая области, где находятся биогенные вещества.

Биогенные вещества – совокупность веществ, возникших в результате жизнедеятельности организмов. Почти весь кислород атмосферы имеет биогенное происхождение. Биогенными являются также многие полезные ископаемые, например, нефть, уголь, торф, мел и др.

Благодаря такому подходу В.И. Вернадский существенно расширил границы биосферы, включив в нее гидросферу (глубиной до 11 км), нижние слои атмосферы (до озонового слоя, высотой 25 – 35 км), где сосредоточен практически весь кислород, и часть литосферы до глубины залегания полезных ископаемых биогенного происхождения (8 – 10 м, реже 3 км).

Биосфера имеет иерархическую структуру, которая представлена на рисунке 2.5. Традиционно в структуре биосферы выделяют атмосферу, гидросферу и литосферу. Атмосфера делится на слои в зависимости от температуры воздуха. Границей между слоями является изотерма 0 °С. Слой, имеющий температуру ниже 0 °С, называется альтобиосферой, выше 0 °С – тропобиосферой.

Гидросфера включает в себя океанобиосферу и аквабиосферу, т. е. солоно- и пресноводную среду, а также делится на слои в зависимости от освещенности: фото-, дисфото- и афотосферы.

Гео(био)сфера состоит из террабиосферы (твёрдо-водной среды) и литобиосферы (твёрдо-воздушной среды). Выделенные подсферы включают экосистемы различного иерархического уровня.

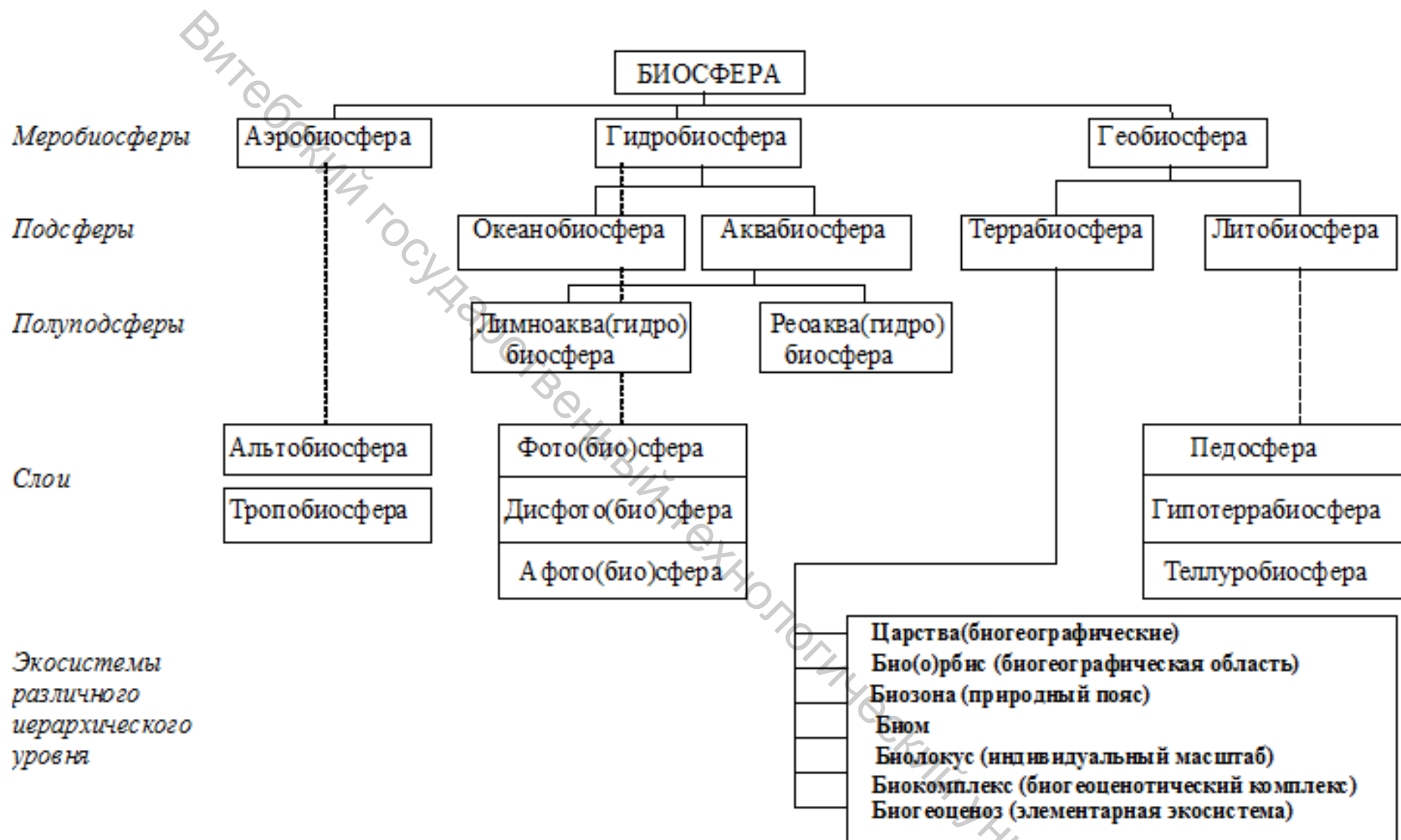


Рисунок 2.5 – Иерархия систем биосферы

Состав биосферы включает 7 глубоко разнородных частей:

- живое вещество;
- биогенное вещество;
- косное вещество;
- биокосное вещество;
- вещество в радиоактивном распаде;
- вещество рассеянных атомов, не связанных химическими реакциями;
- вещество космического происхождения.

Понятия живого и биогенного веществ приведены выше.

Косное вещество – совокупность веществ, в образовании которых живые организмы не участвуют, т. е. горные породы магматического, неорганического происхождения, вода.

Биокосное вещество – совокупность веществ, являющихся продуктами распада и переработки горных и осадочных пород живыми организмами (почва, природные воды).

В.И. Вернадский впервые показал, что химическое состояние наружной коры нашей планеты всецело находится под влиянием жизни и определяется живыми организмами, с деятельностью которых связан великий планетарный процесс – миграция химических элементов в биосфере.

2.2.2 Круговорот веществ в биосфере

Самой существенной особенностью биосферы является биогенная миграция атомов химических элементов, вызванная энергией Солнца. Солнечная энергия вызывает на Земле два вида круговоротов веществ:

- большой (биогеохимический), протекающий в пределах биосферы;
- малый (биотический), проходящий в границах элементарных экологических систем (рис. 2.3).

Круговорот веществ – закономерный процесс многократного участия веществ в явлениях, протекающих в биосфере планеты. Вещество, вовлеченное в круговорот, не только перемещается, но и испытывает трансформацию и нередко меняет свое физическое и химическое состояния. Особенно активную роль в ускорении круговорота и трансформации играют живые организмы.

Большой (биогеохимический) круговорот веществ – это безостановочный планетарный процесс закономерного циклического, неравномерного во времени и пространстве перераспределения вещества, энергии и информации, многократно входящих в непрерывно обновляющиеся экологические системы биосферы.

Малый круговорот веществ развивается на основе большого и заключается в круговой циркуляции веществ между почвой, растениями, микроорганизмами и животными.

Оба круговорота взаимосвязаны и представляют собой единый процесс, который обеспечивает воспроизводство живого вещества и оказывает активное влияние на облик биосферы.

На нашей планете всегда существовал геохимический круговорот веществ, но с появлением жизни на Земле геохимические связи стали биогеохимическими – более сложными и разнообразными. Поэтому говорят о биогеохимическом круговороте веществ, или биогеохимическом цикле.

Различают три основных типа биогеохимических круговоротов:

- круговорот воды;
- круговорот химических элементов преимущественно в газовой фазе (кислород, углерод, азот и др.);
- круговорот химических элементов преимущественно в твердой и жидкой фазах (фосфор, калий, кальций и др.).

Рассмотрим в качестве примера некоторые биогеохимические круговороты веществ.

Круговорот углерода (рисунок 2.6) на суше начинается с фиксации углекислого газа растениями в процессе фотосинтеза. Из CO_2 и H_2O образуются углеводы и высвобождается кислород. Фиксированный в растениях углерод в некоторой степени потребляется животными. Отжившие животные и растения разлагаются микроорганизмами, в результате чего углерод мертвого органического вещества окисляется до углекислого газа и снова попадает в атмосферу. Кроме того, углерод частично выделяется на всех стадиях круговорота в составе CO_2 во время дыхания растений и животных. Подобный круговорот углерода совершается и в океане.

Круговорот азота (рисунок 2.7). Азот, содержание которого в атмосфере составляет 78 %, усваивается растениями лишь после соединения его с водородом или кислородом. Это, как правило, происходит в результате различных физических явлений, протекающих в атмосфере (атмосферная фиксация) и производстве (промышленная фиксация), а также в результате действия азотфиксирующих бактерий или водорослей (биофиксация). Соединения азота используются растениями и через них по пищевым цепям попадают к животным. Растительные и животные отходы, мертвые организмы разлагаются, и с помощью денитрифицирующих бактерий происходит восстановление азота и возвращение его в атмосферу.

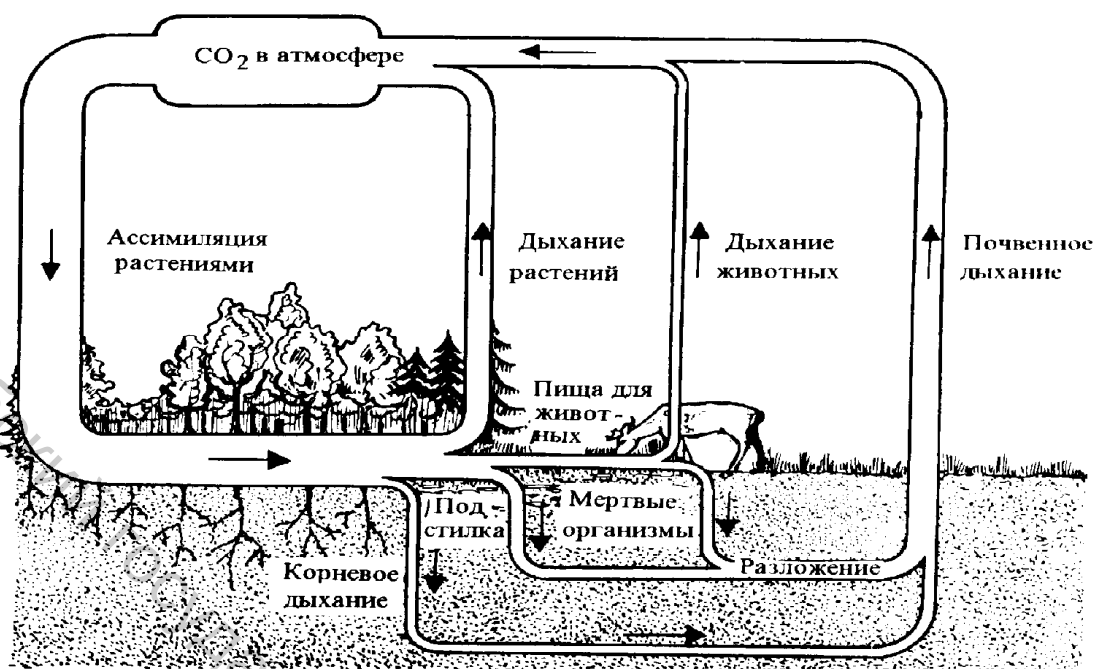


Рисунок 2.6 – Круговорот углерода

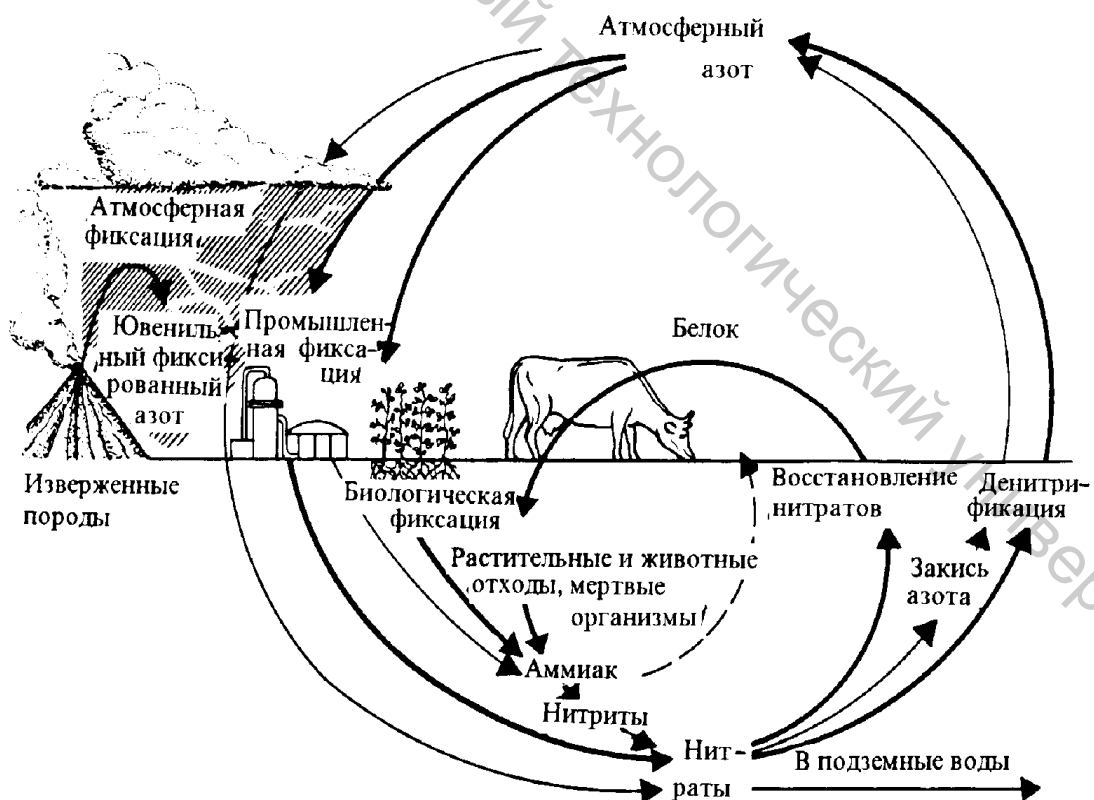


Рисунок 2.7 – Круговорот азота

Биогеохимические круговороты веществ и связанные с ними превращения энергии являются основой динамического равновесия и устойчивости биосферы. Ненарушенные биогеохимические циклы имеют почти круговой, почти замкнутый характер. Этим поддерживается известное постоянство и равновесие состава, количества и концентрации компонентов в биосфере, например, состава атмосферного воздуха, концентрации солей в воде океанов и т. п. В свою очередь, подобное постоянство обуславливает генетическую и физиологическую приспособленность живых организмов к существованию на Земле.

С другой стороны, неполная замкнутость циклов в геологическом масштабе времени приводит к концентрированию или рассеиванию отдельных элементов. Например, концентрирование азота и кислорода в атмосфере, воды в океанах, образование залежей фосфатов, железной руды.

Общепланетарные биогеохимические циклы, существующие в биосфере, складывались длительное время и протекают довольно медленно. По оценкам ученых, полный оборот углекислого газа в атмосфере, т. е. время его полного замещения, составляет 300 лет, кислорода – 2000 лет. В этих пределах колеблется и продолжительность круговоротов других элементов.

Огромные по размерам и происходящие в крайне короткие сроки (порядка десятков лет) масштабы антропогенных воздействий на биосферу нарушают установившиеся скорости биогеохимических круговоротов, что может привести к опасным, непоправимым последствиям.

Например, в настоящее время сельское хозяйство и промышленность дают почти на 60 % больше фиксированного азота, чем естественные наземные экосистемы. Это приводит к нарушению круговорота азота и, в результате, к накоплению нитратов в почве и далее в трофических цепях. Нитраты, как известно, являются опасными веществами, вызывающими отравление живых организмов.

В руках человека концентрируются огромные запасы металлов, фосфатов, серы, синтезируются колоссальные количества азотсодержащих и других веществ. В атмосферу выбрасываются с дымовыми газами продукты сгорания топлива: оксиды азота, серы и другие вредные вещества. Накапливаются огромные энергетические мощности. Все это способствует изменению хода геохимических процессов и требует глубокого изучения всех природных превращений веществ на Земле с тем, чтобы установить рациональные взаимоотношения в системе «человек – природа».

2.2.3 Основные функции биосферы

Живые организмы выполняют ряд фундаментальных биологических функций планетарного масштаба.

Газовая функция. Живые существа постоянно обмениваются кислородом и углекислым газом с окружающей средой в процессах фотосинтеза и дыхания, участвуют в создании азота, метана и других веществ, формируя состав атмосферы. Они строго контролируют концентрации этих веществ, оптимальные для современной жизни.

Концентрационная функция. Живые организмы пропускают через свое тело большие объемы воздуха и природных растворов. При этом они извлекают и накапливают вещества, многократно увеличивая их концентрацию. Концентрации биогенных элементов (углерода, кислорода, калия, магния, серы и др.) в теле живых организмов в сотни тысяч раз превышают их концентрации в окружающей среде.

Окислительно-восстановительная функция. Многие вещества в природе крайне устойчивы и не подвергаются окислению в обычных условиях. Живые клетки обладают настолько эффективным катализатором (ферментами), что способны осуществлять многие окислительно-восстановительные реакции в миллионы раз быстрее, чем это может происходить в абиотической среде. Благодаря этому живые организмы существенно ускоряют процессы миграции химических элементов в биосфере.

Информационная функция. Организмы оказались способными к получению информации путем соединения потока энергии с активной молекулярной структурой, играющей роль программы. Способность воспринимать, хранить и передавать молекулярную информацию совершила опережающую эволюцию в природе и стала важнейшим экологическим системообразующим фактором.

Перечисленные функции живого вещества образуют мощную **средообразующую функцию** биосферы. Деятельность живых организмов обусловила современный состав атмосферы. Растительный покров оказывает существенное влияние на водный баланс, распределение влаги и климатические особенности больших пространств. Живые организмы играют ведущую роль в самоочищении воздушной и водной сред. Благодаря растениям, животным и микроорганизмам создается почва и поддерживается ее плодородие. Таким образом, живое вещество планеты формирует и контролирует состояние биосферы.

Следует четко представлять, что окружающая нас среда – это не возникшая когда-то фиксированная и непреходящая физическая данность, а живое дыхание природы, каждое мгновение создаваемое работой множества живых существ.

2.3 СИСТЕМНЫЕ ЗАКОНЫ ЭКОЛОГИИ

Системные законы экологии отражают фундаментальные закономерности существования и развития биосферы. В наиболее общем виде они сформулированы американским экологом Б. Коммонером:

« все связано со всем »;

« все должно куда-то деваться »;

« ничто не дается даром »;

« природа “ знает ” лучше ».

Законы Б. Коммонера не претендуют на систематологическую строгость. Это скорее афористические правила, которыми должны пользоваться люди в процессах природопользования. В них не дается расшифровка причинно-следственных связей, а лишь указывается на явления.

Закон *« все связано со всем »* – отражает всеобщую связь вещей и явлений в природе и в человеческом обществе.

Всеохватность связей может быть продемонстрирована на любом системном уровне. Однако живые системы характеризуются наиболее разнообразными, разветвленными и интенсивными взаимопереходами вещества, энергии и информации. Они образуют экологические сети взаимосвязей.

Биологические системы на любом иерархическом уровне получают для своего существования из окружающей среды вещества, энергию, информацию и отдают в окружающую среду трансформированные вещества, энергию и информацию. Обмен между организмами и окружающей средой веществом и информацией, а также их общее участие в проведении и распределении потока энергии является основой тесных взаимоотношений, взаимосвязей, взаимозависимости между живыми организмами и окружающей их средой.

Подтверждением действия рассматриваемого закона может служить химический состав живых организмов. Живое вещество, в основном, состоит из химических элементов, являющихся водными и воздушными мигрантами, которые образуют газообразные и растворимые соединения. 99,9 % массы живых организмов приходится на те 14 элементов, которые преобладают в земной коре: углерод, азот, кальций и др. Поэтому жизнь можно считать химической производной земной коры. В организмах обнаружены почти все элементы таблицы Менделеева, т. е. они характеризуются той же химией, что и неживая природа.

Множественность связей относится не только к локальным экосистемам. Все живое на Земле подчинено космическим силам, единому потоку солнечной энергии, его ритмам. Глобальные круговороты веществ, ветры, океанические течения, реки, миграции птиц и рыб, переносы семян и спор, деятельность человека и влияние антропогенных

объектов – все это в той или иной степени связывает пространственно удаленные природные комплексы и придает биосфере признаки единой коммуникативной системы.

Густая динамическая сеть связей и зависимостей характерна также для человеческого общества. Причем эта сеть связей переплетена с системой связей в природе. И природа, и общество находятся в одной сети системных взаимодействий.

Закон *«все должно куда-то деваться»* отражает, по сути, известные законы сохранения.

В отличие от человеческого производства и быта, живая природа в целом практически безотходна. В ней нет такой вещи, как мусор. Благодаря наличию биотического круговорота веществ, все остатки органических соединений разлагаются до простых неорганических веществ и рано или поздно вновь потребляются растениями. При этом в биосфере в целом всегда соблюдается количественный баланс масс и равенство скоростей синтеза и распада.

Деятельность человека привела к изменению химического состава среды обитания, возникновению необычных для поверхности земли, воды и воздуха высоких концентраций ряда элементов, появлению стойких синтетических соединений, чуждых живым организмам. Поскольку из всего колоссального объема материалов и веществ, извлекаемых из недр, перерабатываемых и синтезируемых человеком, в природный круговорот попадает лишь малая часть, то замкнутость круговоротов веществ существенно нарушается. Появляется огромное количество разнообразных отходов, нарушающих функционирование экологических систем.

Закон *«ничто не дается даром»*. В экологическом контексте за этим утверждением скрывается мысль о качественной направленности эволюции систем, о цене развития. Как известно, системы развиваются в сторону усложнения и совершенствования организации. Это развитие происходит за счет окружающей среды, а также собственных качественных ресурсов. Любое новое приобретение в эволюции системы обязательно сопровождается утратой какой-то части прежнего достояния и возникновением новых, все более сложных проблем.

Действие данной закономерности можно продемонстрировать на следующих примерах. Первые клетки – сине-зеленые водоросли – были необычайно жизнестойки, выживали в любой, даже агрессивной среде, и не знали смерти, размножаясь простым делением. Появившиеся вслед за ними ядерные фотосинтезирующие клетки приобрели более совершенную энергетику, но заплатили за это утратой бессмертия. Возникновение генетического кода и механизма передачи наследственных программ развития увеличило разнообразие форм и приспособляемость

свободных клеток, но зато оказалась резко пониженной их индивидуальная физико-химическая устойчивость. Им понадобилась кооперация.

С появлением многоклеточных организмов (грибов, растений, животных) и выходом их на сушу во много раз увеличилось биоразнообразие. Но вместе с многоклеточностью к живым существам пришли старость и болезни, в том числе инфекции, злокачественные опухоли, паразитизм и т. п.

По отношению к экономии природы и экономике человека закон “ничто не дается даром” звучит так: *не существует бесплатных ресурсов; пространство, энергия, солнечный свет, вода, кислород, какими бы «неисчерпаемыми» не казались их запасы на Земле, неукоснительно оплачиваются любой расходующей их системой.*

Закон «природа “знает” лучше» – главный критерий эволюционного отбора. Это утверждение очень важно для понимания взаимоотношений человека и природы.

Люди создали множество вещей, которых нет в природе, и на определенном этапе эволюции человек провозгласил свое превосходство над ней. Однако такое представление оказалось ложным. Природа не имеет тех или иных веществ, объектов и т. д. не потому, что не смогла создать их, а потому, что не посчитала нужным или, испробовав, не стала развивать, отказалась.

Несомненно, человеческая техника по многим характеристикам (прочность, мощность, концентрация энергии, скорость движения, дальность передачи и др.) превзошла возможности живых организмов. Но по изобретательности использования законов природы, по принципам, оригинальности, совершенству и красоте конструктивных решений, по экономичности и эффективности, по здравому смыслу технические устройства намного уступают биологическим системам. В этом легко убедиться, сравнив солнечную батарею и зеленый лист растения, компьютер и человеческий мозг и др. Превосходство живого относится и к экологическим системам, которые намного более устойчивы, чем искусственные системы.

Возможность «знать лучше» природа выработала на протяжении миллиардов лет в бесчисленном чередовании актов отбора, проб и ошибок. Все в природе – от простых молекул до человека – должно было пройти очень жесткий отбор, прежде чем занять свое место в биосфере. Сегодня планету населяет лишь одна тысячная часть испытанных эволюцией видов растений и животных.

Главный критерий этого отбора – вписанность в глобальный биотический круговорот, увеличение его эффективности, заполненность всех экологических ниш. С каждым биологическим видом, который нарушил этот закон, уменьшая замкнутость биотического круговорота, эволюция рано или поздно расстается.

В начале 70-х годов XX столетия Н.Ф. Реймерсом был сформулирован **закон внутреннего динамического равновесия экосистем**: *вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем и их иерархии взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально-структурные, количественные и качественные перемены, сохраняющие общую сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств системы, где эти изменения происходят, или в их иерархии.*

Данный закон раскрывает механизм экологического баланса. Экологическая система находится в состоянии динамического равновесия. Она непрерывно балансирует, выравнивая рождаемость и смертность, микро- и макроэволюцию, разные энергетические и химические процессы.

При внешнем воздействии равновесие в экосистеме может нарушиться. Чтобы этого не произошло, системы вынуждены своевременно реагировать на изменения потоков вещества и энергии. При этом сумма динамических качеств, информации, вещества и энергии в системах остается неизменной, хотя сами элементы количественно меняются. Упрощенно эту закономерность можно представить в виде уравнения: $a + b + c + d = f$. Слагаемые a, b, c и d могут меняться, а сумма f остается постоянной ($f = \text{const}$). Однако уравнение справедливо до тех пор, пока процессы в природе проходят сами собой.

Человеческая деятельность ощутимо меняет структуру экосистем. Люди или слишком много берут из экосистемы, или слишком много вносят в нее новых элементов разного свойства. Поэтому динамическое равновесие нарушается, меняется сумма компонентов системы.

Справедливость закона внутреннего динамического равновесия подтверждают такие примеры взаимодействия человека с природными экосистемами, как приаральская, азовская, волжско-каспийская экологические катастрофы и другие.

Из рассмотренного закона вытекает 4 важные следствия.

1. *Любые изменения среды (вещества, энергии, информации, динамических качеств экосистемы) неизбежно приводят к развитию природных цепных реакций, идущих в сторону нейтрализации произведенного изменения или формирования новых природных систем, образование которых при значительных изменениях среды может принять необратимый характер.*

Под *цепной реакцией* в природе понимается цепь природных явлений, изменение каждого из которых влечет за собой изменение других, связанных с ним явлений.

Действие рассматриваемой закономерности можно продемонстрировать на следующих примерах. Распаханный луг при отсутствии

дальнейшего воздействия через некоторое время возвращается в естественное исходное состояние. Таким образом, наблюдается нейтрализация произведенных изменений. При сильном загрязнении озеро теряет возможность самоочищения, в воде развиваются анаэробные организмы, и оно превращается в болото, т. е. формируется новая природная система.

2. *Взаимодействие вещественно-энергетических экологических компонентов (энергия, газы, жидкости, продуценты, консументы и т. д.), информации и динамических качеств природных систем нелинейно.*

При слабом воздействии или незначительном изменении одного из компонентов экосистемы могут возникнуть сильные отклонения в других компонентах и во всей системе в целом. Например, малые отклонения в газовом составе атмосферы, связанные с ее загрязнением оксидами серы и азота, вызывают огромные изменения в экосистемах суши и водной среды. Именно они приводят к возникновению кислотных осадков, а с ними к деградации и гибели лесов, обезрыблению озер и пр. Столь же незначительное изменение концентрации углекислого газа в атмосфере ведет к усилению парникового эффекта.

3. *Производимые в крупных экосистемах изменения относительно необратимы – проходя по иерархии экосистем снизу вверх, от места воздействия до биосферы в целом, они меняют глобальные процессы и тем самым переводят их на новый эволюционный уровень.*

Например, изменения химического состава атмосферы, ее температуры, влажности, освещенности и т. п. приводят к возникновению новых, более приспособленных к новым условиям экологических систем, т. е. направляют эволюцию биосферы. Причем эволюционировавшая экологическая система уже не может вернуться к прежнему состоянию, как и организм (вид, популяция) не может повторить полностью своих предков или вернуться от старости к рождению.

4. *Любое местное преобразование природы вызывает в биосфере и в ее крупных подразделениях ответные реакции, приводящие к относительной неизменности эколого-экономического потенциала, увеличение которого возможно лишь путем значительного возрастания энергетических вложений.*

Пока изменения среды слабы и произведены на относительно небольшой площади, они или ограничиваются конкретным местом, или “гаснут” в цепи иерархии экосистем. Но как только перемены достигают существенных величин для крупных экосистем, они приводят к значительным сдвигам в этих обширных природных образованиях, а через них и во всей биосфере Земли.

Сдвигая динамическое равновесное состояние природных систем с помощью значительных вложений энергии (например, путем распаш-

ки и других приемов) для увеличения получаемой полезной продукции (урожая) или создания благоприятного для жизни и деятельности человека состояния среды люди нарушают соотношение энергетических компонентов, ведущее к снижению природно-ресурсного потенциала вплоть до опустынивания территории. Иногда возникают ситуации, когда “чем больше пустынь мы превращаем в сады, тем больше садов мы превращаем в пустыни”. При этом в силу нелинейности процессов опустынивание по темпам значительно опережает создание “цветущих садов”.

В качестве примера грубого нарушения вещественно-энергетического равновесия в природных системах, подтверждающего действие закона внутреннего динамического равновесия и следствий, вытекающих из него, рассмотрим приаральскую экологическую катастрофу.

В погоне за мнимой “хлопковой независимостью” в 60-е годы XX столетия в республиках Средней Азии и на юге Казахстана насаждалась монокультура хлопка, и происходило безоглядное расширение масштабов ирригации. Вступали в строй новые водохранилища, магистральные каналы и оросительные системы в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи. Это привело к резкому сокращению речного стока, и Арал стал быстро высыхать. К концу 80-х годов он потерял $2/3$ объема и 50 % площади поверхности, уровень упал на 14 м, вода отступила от прежних берегов на десятки километров. Высохшее дно Аральского моря получило название новой пустыни – Арал-кум. Около 30 тыс. км² покрылось солончаками и смесью соли с высохшим илом. Соленая пыль с примесью пестицидов рассеивается ветрами и становится одним из заметных загрязнителей атмосферы. Произошло сильное обеднение фауны Приаралья: из 178 видов позвоночных животных осталось только 38. И, конечно, пострадало население, проживавшее на берегу моря. Оно потеряло многовековые источники продовольственных ресурсов и чистой пресной воды. Сильное загрязнение среды привело к чрезвычайно высокой заболеваемости людей.

2.4 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Существование любого организма или группы организмов зависит от комплекса определенных условий или, другими словами, факторов среды.

Экологические факторы – это такие свойства компонентов экосистемы и ее внешней среды, которые оказывают непосредственное действие на живые организмы, а также на характер их отношений друг с другом и особями других популяций.

2.4.1 Классификации экологических факторов

Экологические факторы классифицируются по нескольким критериям.

Внешние факторы воздействуют на организм, популяцию, экосистему, но не испытывают непосредственного обратного действия. К ним относятся излучение Солнца, атмосферное давление, скорость течения, ветер и т. п. В отличие от них, **внутренние факторы** связаны со свойствами самой экосистемы и образуют ее состав: численность популяций, пища, концентрации веществ, состав приземного слоя воздуха и др.

По природе источников и характеру действия факторы среды разделяются на абиотические, биотические и антропогенные.

Абиотические факторы – это все свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы. К ним относятся физические и химические факторы.

Физические факторы включают космические, климатические, почвенно-грунтовые, геологические факторы, физические поля (гравитационное, магнитное, электромагнитное), ионизирующую и проникающую радиацию, движения сред (акустические колебания, волны, течения, приливы), суточные и сезонные изменения в природе.

Космические факторы – это поступающая от Солнца энергия и периодическая смена освещенности по времени суток и года, волны галактического пространства.

Климатические факторы – температура, влажность и прозрачность атмосферного воздуха, движение воздушных масс, атмосферное давление, количество осадков и др.

К почвенно-грунтовым факторам относятся почвы различной механической структуры и плодородности, вода различной степени прозрачности и т. д.

Химические факторы представляют собой компонентный состав воздуха, воды, почвы, примеси промышленного происхождения.

Многие абиотические факторы могут быть охарактеризованы количественно и поддаются объективному измерению.

Биотические факторы – это вся совокупность влияния жизнедеятельности одних организмов на другие. Каждый организм постоянно испытывает на себе прямое или косвенное влияние других существ, вступает в связь с представителями своего вида и других видов, зависит от них и сам оказывает воздействие. К этому типу факторов относятся совместная охота и защита от врагов, борьба за пищу и территорию, хищничество, симбиоз и т. п.

Особую роль в биосфере играют **антропогенные факторы**, порожденные деятельностью человека и человеческого общества в целом.

Одна часть их связана с хозяйственным изъятием природных ресурсов, нарушением естественных ландшафтов. К ней относятся: вырубка лесов, промысел растений, рыб, птиц и зверей, замена природных комплексов сооружениями, коммуникациями, свалками и пустырями.

Другие антропогенные воздействия обусловлены загрязнением природной среды (воздуха, водоемов, земли) побочными продуктами, отходами производства и потребления.

Антропогенные факторы можно также разделить на техногенные и нетехногенные.

Техногенные факторы связаны с применением техники, влиянием промышленности, транспорта, строительства на природные экологические системы и окружающую человека среду.

Нетехногенные антропогенные факторы связаны, в основном, с бытом и поведением человека в природе.

Воздействие экологических факторов может быть как **прямым**, так и **косвенным**. Например, влияние температуры, солнечной радиации на живые существа чаще всего рассматриваются как прямое воздействие факторов. В то же время в природе немаловажную роль играют факторы, непосредственно не действующие на организмы, но, тем не менее, оказывающие значительное влияние на их жизнедеятельность. Например, насекомоядные птицы не поедают деревья, но они поедают многих насекомых, которые кормятся листьями или опыляют цветки. Таким образом, поедая насекомых-опылителей, птицы косвенным образом воздействуют на число производимых деревом плодов, на количество пищи, доступной животным, которые питаются плодами и проростками, на хищников и т. д.

2.4.2 Закономерности действия экологических факторов

Все экологические факторы определенным образом упорядочены, что позволяет сформулировать ряд правил, принципов и законов.

Из совокупности факторов среды можно выделить факторы, которые сильнее всего ограничивают успешность жизни организмов. Такие факторы называют **лимитирующими**.

В 1840 году немецкий ученый-агрохимик Ю. Либих, обобщая результаты проведенных исследований, установил, что урожай сельскохозяйственных культур зачастую ограничивается (лимитируется) не теми элементами питания, которые требуются в больших количествах, а теми, которые необходимы в минимальных количествах. Но этих элементов, как правило, в почве тоже мало. Причем недостаток какого-либо одного вещества не компенсируется избытком всех остальных. Например, если в почве много азота, калия и других питательных веществ, но

не хватает фосфора, растения будут нормально развиваться до тех пор, пока не усвоят весь фосфор. Указанная закономерность получила название **закона минимума Ю. Либиха**.

Позже открытая закономерность была истолкована для действия любого экологического фактора, находящегося в минимуме по сравнению с другими экологическими воздействиями.

В наиболее общем виде **закон ограничивающих (лимитирующих) факторов** сформулирован **Ф. Блэкманом**: *факторы среды, имеющие в конкретных условиях пессимальное (наихудшее) значение, особенно затрудняют (ограничивают) возможность существования вида в данных условиях, вопреки и несмотря на оптимальное сочетание других отдельных условий*.

Лимитирующим может быть любой из действующих в природе экологических факторов: вода, тепло, свет, ветер, рельеф, содержание в почве необходимых для жизнедеятельности растений химических элементов, количество доступного кислорода и углекислого газа и т. д.

Близок по смыслу к вышеизложенному **закон толерантности Шелфорда**: *лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору*.

Согласно закону толерантности, избыток какого-либо воздействия может быть так же вреден, как и его недостаток. Например, урожай может погибнуть как при засушливом, так и при слишком дождливом лете.

Зависимость жизнеспособности организмов от интенсивности действия экологического фактора можно представить в виде графика (рисунок 2.8).

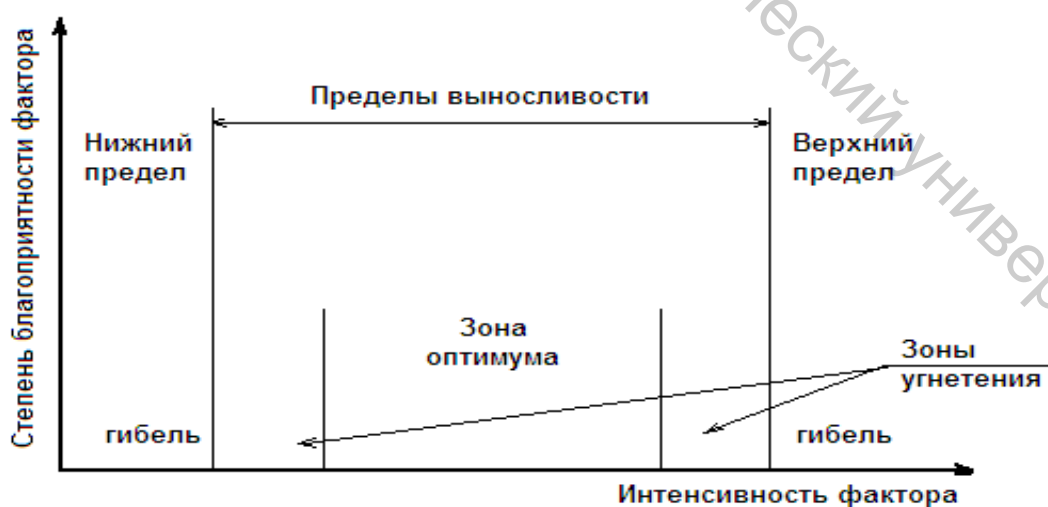


Рисунок 2.8 – Влияние интенсивности действия экологического фактора на жизнеспособность организмов

В идеале для каждого вида можно указать такую интенсивность фактора, при которой жизнедеятельность особей протекает наилучшим образом. Благоприятная сила воздействия называется *зоной оптимума* экологического фактора, или просто оптимумом для организмов данного вида. В этой гипотетической зоне скорость роста, размножения, интенсивность дыхания, выживаемость и т. п. максимальны. Согласно **закону оптимума**, *каждый фактор имеет лишь определенные пределы положительного влияния на биосистемы.*

Результат действия переменного фактора зависит, прежде всего, от силы его проявления. Как недостаточное, так и избыточное действие фактора отрицательно сказывается на жизнедеятельности особи. Чем сильнее отклонение от оптимума, тем больше выражено угнетающее действие данного фактора на организм. Интенсивность фактора, при которой организм максимально угнетен, но еще может существовать, называется *пессимум*.

Максимально и минимально переносимые значения фактора (верхний и нижний пределы выносливости) – это критические точки, за пределами которых существование уже невозможно, наступает смерть. Пределы выносливости между критическими точками называют *экологической эквивалентностью (валентностью)* живых существ по отношению к конкретному фактору среды.

Представители разных видов сильно отличаются друг от друга как по положению оптимума, так и по экологической валентности. Кривая может быть симметричной и асимметричной, “широкой” или “узкой” в зависимости от вида и характера фактора. Одна и та же сила проявления фактора может быть оптимальной для одного вида, пессимальной для другого и выходить за пределы выносливости для третьего.

В обычных условиях на организмы действует не один фактор, а их множество. Поэтому не каждый фактор в отдельности определяет развитие организма, а их взаимосвязь и взаимное усиление или ослабление. Оптимальная зона и пределы выносливости организмов по отношению к какому-либо фактору могут смещаться в зависимости от того, с какой силой и в каком сочетании действуют одновременно другие факторы. Например, жару легче переносить в сухом, а не во влажном воздухе. Таким образом, один и тот же фактор в сочетании с другими оказывает неодинаковое экологическое воздействие.

Этот факт отражает **закон совокупного (совместного) действия факторов**: *взаимосвязь экологических факторов и их взаимное усиление и ослабление определяют воздействие на организм и успешность его жизни.*

Тема 3. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И РЕСУРСЫ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

3.1 Экономическая сущность понятий «природные условия» и «природные ресурсы»

Природные ресурсы – важнейшие факторы среды, характеризующие доступность для организмов различных форм вещества и энергии.

С позиций использования их в экономике человека **природные ресурсы** – это ресурсы, образовавшиеся в природной среде в результате естественных природных процессов, а также силы природы, которые используются человеком для поддержания своего существования.

Природная среда служит естественным базисом хозяйственной деятельности людей. Вся производственная деятельность человека может быть представлена как процесс преобразования природы в формы, приемлемые для использования. С точки зрения потребностей общества все тела и силы природы могут быть условно подразделены на две группы: непосредственно участвующие в материальном производстве и сфере нематериальных услуг (природные ресурсы) и все остальные (обычно относимые к природным условиям).

Природные условия – элементы природы, которые, как правило, непосредственно в процессе производства не используются, но оказывают влияние на жизнедеятельность людей. К ним относятся солнечное излучение, тепло Земли, рельеф местности, климат и др. Они могут благоприятно (оптимальный температурный режим, достаточная влажность воздуха) или негативно (высокогорный рельеф, суровый климат, болота, пустыни и т. п.) сказываться на хозяйственной деятельности человека.

Природные ресурсы – это тела и силы природы, которые при данном уровне развития производительных сил могут быть использованы в качестве предметов потребления (питьевая вода, промысловые животные, рыба, дикорастущие растения и т. д.) или средств производства (предметов и средств труда), составляя его сырьевую и энергетическую базу.

Ресурсы, с помощью которых человек воздействует на природу, или которые приспособливает для собственного потребления, называются средствами труда. В роли средств труда выступает земля – как место, на котором происходит процесс труда, как кладовая различных полезных ископаемых и носительница определенных естественных свойств и энергии. К средствам труда относятся и такие свойства при-

роды, как сила ветра, сила падающей воды, сила приливов и отливов, химические и биологические реакции и т. д.

Предметы труда – это природные материалы, которые в процессе производства подвергаются обработке и изменяют свою форму. К ним относятся залежи полезных ископаемых, естественные леса, рыбные ресурсы водоемов и др.

3.2 Классификации природных ресурсов

Существуют различные классификации природных ресурсов. Рассмотрим естественную, экологическую, хозяйственную (экономическую) и рыночную классификации.

Естественная классификация основана на разделении ресурсов по принадлежности к тем или иным компонентам природной среды: земельные, минеральные, водные, климатические, атмосферные, растительного и животного мира (биологические) и т. д.

С эколого-экономической точки зрения наибольший интерес представляет классификация природных ресурсов по признакам истощаемости и возобновляемости (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Классификация природных ресурсов по истощаемости

К неисчерпаемым ресурсам часто относят космические (солнечную радиацию, гравитацию) и планетарные ресурсы (наличие атмосферы, гидросферы, геотермальной энергии).

Следует отметить, что выделение в отдельную группу неисчерпаемых природных ресурсов очень условно. Неисчерпаемость ресурса подразумевает его бесконечность. Однако по прогнозам ученых даже Солнечная энергия через 5 млрд. может иссякнуть.

Исчерпаемые природные ресурсы имеют дополнительное деление на невозобновимые, относительно невозобновимые и возобновимые.

Невозобновимые ресурсы – ресурсы, которые совершенно не восстанавливаются или восстанавливаются во много раз медленнее, чем используются человеком.

Относительно невозобновимые ресурсы – ресурсы, которые обладают способностью самовосстановления, но этот процесс происходит в течение многих десятилетий и даже столетий.

Возобновимые ресурсы – ресурсы, способные восстанавливаться через размножение или другие природные циклы за сроки, соизмеримые со сроками их потребления.

В основе хозяйственной (экономической) классификации заложено преимущественное использование ресурсов в различных подразделениях народного хозяйства:

- ресурсы материального производства:
 - промышленные (топливные, энергетические, металлические руды, водные, лесосырьевые и др.);
 - сельскохозяйственные (земельные, климатические, воды для орошения);
 - строительные (минеральные строительные материалы, древесина и др.);
- ресурсы сферы услуг:
 - прямого потребления (питьевая вода, дикорастущие растения, промысловые животные);
 - косвенного использования (климатические ресурсы для отдыха и лечения, водоемы и леса для рекреационных и спортивных целей, эстетические ресурсы ландшафта).

В условиях формирования рыночных отношений практический интерес представляет классификация природных ресурсов как предметов торговли – рыночная классификация, в соответствии с которой выделяют следующие группы:

- ресурсы стратегического назначения, торговля которыми должна быть строго ограничена, поскольку может привести к подрыву безопасности государства (например, урановые руды и другие радиоактивные компоненты);
- ресурсы экспортного значения, обеспечивающие основной приток валютных поступлений (нефть, природный газ, лес, калийные соли и т. п.);
- ресурсы внутреннего рынка, имеющие, как правило, повсеместное распространение (минеральное строительное сырье и др.)

3.3 Роль природных условий и ресурсов в развитии и размещении производительных сил

Природные ресурсы и условия являются важнейшими факторами экономического развития. Характер их залегания или размещения может ускорять или замедлять развитие производительных сил страны. От естественных свойств земли, особенностей климата, лесной и другой растительности, животного мира, воды рек, озер, богатств недр, чистоты воздуха во многом зависят темпы производства и благосостояние людей.

Степень доступности природных ресурсов влияет на производительность труда: она тем выше, чем богаче и доступнее, чем меньше, следовательно, издержки, необходимые для производства конечного продукта. Ведь одинаковые затраты труда приносят неравнозначные результаты в зависимости от качественных особенностей ресурсов: плодородия почв, содержания полезного вещества в рудах и т. п. На уровень производительности оказывают существенное влияние и природные условия хозяйственного освоения естественных ресурсов. Затраты будут различными при разных способах добычи полезных ископаемых, связанных с характером их залегания (открытая или шахтная добыча, мощность пластов и т. п.), при обработке земель в связи с различиями в рельефе, почвенном покрове и т. д.

Распределение природных ресурсов по территории неравномерно, что в значительной степени определяет территориальное разделение труда и хозяйственную специализацию тех или иных регионов. Часто природно-ресурсный фактор служит основой формирования хозяйственной структуры территории, определяет территориальную организа-

цию производительных сил. Например, развитие и размещение отраслей, непосредственно связанных с использованием природных ресурсов (добывающая промышленность, гидроэнергетика, лесозаготовки, земледелие), обусловлено их географией.

Природные ресурсы – это естественная база развития экономики страны. Поэтому важное значение имеет их экономическая оценка и установление природно-ресурсного потенциала территории.

Природно-ресурсный потенциал – совокупность природных ресурсов региона, которые используются или могут быть использованы в хозяйстве с учетом тенденций научно-технического прогресса. Величина природно-ресурсного потенциала определяется как сумма потенциалов отдельных видов природных ресурсов (минеральных, водных, лесных, земельных и др.) и зависит от целого ряда факторов. Важнейшими из них являются: численность имеющихся в регионе природных ресурсов, их количественные и качественные характеристики, комплексность использования каждого вида природных ресурсов.

Природно-ресурсный потенциал – важнейшая часть национального богатства любой страны. В частности, природно-ресурсный потенциал Республики Беларусь связан с достаточно высокой обеспеченностью земельными ресурсами (выше среднемировых), более благоприятными климатическими условиями, достаточными водными и лесными ресурсами. Вместе с тем на ее территории относительно невысокая концентрация минерально-сырьевых ресурсов, особенно топливно-энергетических. В связи с этим первостепенное значение приобретает политика ресурсосбережения. Совершенствование технологий, снижение материало- и энергоемкости производства позволяет сократить потребление сырьевых и топливно-энергетических ресурсов на 20 – 35 %.

Природно-ресурсный потенциал страны и ее регионов изменяется в процессе природопользования, что обусловлено, с одной стороны истощением отдельных видов природных ресурсов вследствие истощаемости и нерационального природопользования. С другой стороны, научно-технический прогресс открывает возможности для вовлечения в хозяйственный оборот новых видов природных ресурсов, расширение сырьевой и топливно-энергетической базы страны.

Тема 4. ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЩЕСТВА И ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

4.1 Природопользование как совокупность всех форм антропогенного воздействия на окружающую среду

Воздействия на природную среду с участием человека могут быть как прямыми, так и опосредованными (косвенными).

Прямое воздействие на природу – это непосредственное изменение природы в процессе хозяйственной деятельности человека (вырубка лесов, осушение болот, орошение полей и т. п.).

Опосредованными воздействиями на природу называются непреднамеренные изменения природной среды в результате цепи природных реакций, вызванных проведением хозяйственных мероприятий.

Цепь природных реакций, возникающих вследствие вторжения хозяйственной деятельности человека в природную среду, можно рассмотреть на примере вырубки лесов в бассейне реки. В результате указанного воздействия происходит, во-первых, гибель всех компонентов биогеоценоза, в данном случае леса (растительный и животный мир, климатический режим), во-вторых, усыхание притоков реки и снижение уровня грунтовых вод, уменьшение влажности почвы, снижение уровня воды в реке и озере, в которое она впадает. Эти факторы по мере их увеличения вызывают дефицит воды для города, гибель рыбы и других водных животных и растений.

Строительство плотины и ирригационной системы с целью восстановления водности реки и нормального режима увлажнения на полях не решает проблемы уровня грунтовых вод и прекращения усыхания озера. Напротив, расход воды на испарение в оросительной системе усугубляет недостаток речного стока в озеро, а подпор вод под платиной приводит к подтоплению местности и заболачиванию.

Таким образом, прямое воздействие на конкретную экологическую систему со стороны человека привело к целому ряду негативных явлений. Поэтому при проведении мероприятий, направленных на улучшение экологической ситуации, их полезность должна оцениваться с учетом как прямых, так и опосредованных воздействий на природную среду, так как ущерб от них может превысить полезный эффект основного мероприятия.

Совокупность прямых и косвенных влияний человечества на окружающую его среду называется **антропогенными воздействиями**. С другой стороны, **совокупность воздействий человека на природу называют природопользованием**.

Природопользование может быть рациональным и нерациональным. Под **рациональным природопользованием** понимается система

деятельности, призванная обеспечить экономную эксплуатацию природных ресурсов и условий, а также наиболее эффективный режим их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей. Рациональное природопользование – высокоэффективное хозяйствование, не приводящее к резким изменениям природно-ресурсного потенциала и глубоким переменам в окружающей среде, наносящим урон здоровью и угрожающим самой жизни.

Нерациональное природопользование ведет к истощению природных ресурсов (даже восстанавливаемых), нарушению экологического равновесия природных систем, загрязнению окружающей среды.

В результате природопользования происходит извлечение природных ресурсов, перераспределение на Земле водных ресурсов, изменение местного климата, преобразование некоторых черт рельефа, уменьшение биологического разнообразия биocenозов, загрязнение компонентов среды огромным количеством различных веществ и физических факторов. В связи с этим природная среда испытывает определенную нагрузку.

Нагрузка на природу представляет собой соотношение силы антропогенных воздействий и степени восстановительных способностей природы. Она определяется по реакции отдельных экологических компонентов окружающей среды. Ими могут быть изменение водности, видового состава растений, животных и др. При определенных значениях нагрузки изменяется характер экологического равновесия, сначала локально, затем регионально и, в конечном счете, глобально.

Предельно допустимой нагрузкой (ПДН) на природу считается нагрузка, под воздействием которой отклонение от нормального состояния системы не превышает естественных изменений и, следовательно, не вызывает нежелательных последствий у живых организмов и не ведет к ухудшению качества среды.

Для снижения нагрузки на природную среду человечеством прикладываются дополнительные экономические усилия, направленные на устранение дисбаланса между силой антропогенных влияний и восстановительной способностью природы.

4.2 Природно-промышленные системы

Производственная деятельность человека не может рассматриваться как нечто изолированное от окружающей среды. Человек всегда пользовался и пользуется природными благами для создания различных видов продукции, необходимых человеческому обществу. В то же время антропогенные выбросы вредных веществ и другие факторы ока-

зывают влияние на процессы, протекающие в естественных экосистемах. Поэтому при наличии хозяйственного звена в структуру экосистемы следует включать нооценоз – совокупность средств труда, общества, продуктов труда. Таким образом, традиционная схема материально-энергетической единицы биосферы (биогеоценоз) преобразуется в новую схему материально-энергетической единицы техносферы – нообиогеоценоз. Принципиальная схема нообиогеоценоза представлена на рисунке 4.1.

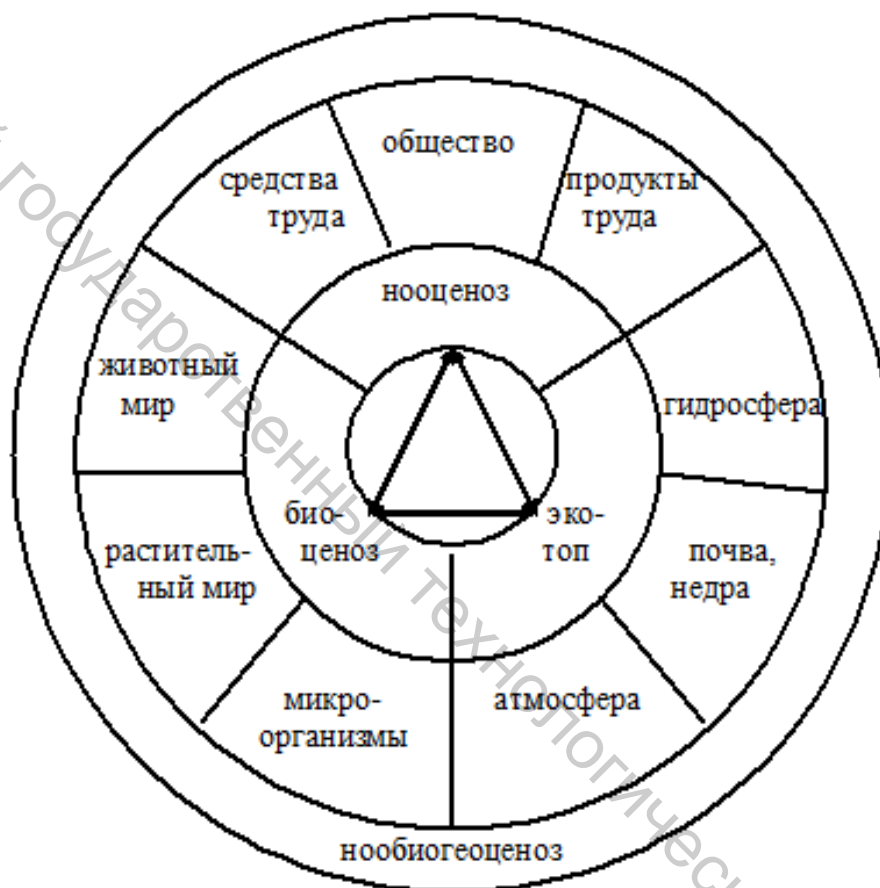


Рисунок 4.1 – Схема нообиогеоценоза

В состав нообиогеоценоза входят три равноправных сообщества, которые совместно взаимодействуют и обуславливают существование и функционирование системы. Природная среда в нообиогеоценозе представлена экотопом, включающим воду, воздух и почву, и биоценозом, состоящим из растительности, микроорганизмов и животного мира. Хозяйственное звено представлено нооценозом с его средствами и продуктами труда, а также обществом с социальными законами развития. Структурные составляющие нообиогеоценоза функционируют совместно и связаны между собой потоками энергии и вещества.

Таким образом, **природно-промышленная система** (ППС) – это ограниченная определенной территорией часть техносферы, в которой природные, социальные и производственные структуры и процессы связаны взаимно поддерживающими потоками вещества, энергии и информации.

Природно-промышленные системы имеют иерархическую структуру, которая выражается следующей последовательностью (снизу вверх):

- нообиогеоценоз – элементарная природно-промышленная система;
- природно-промышленный комплекс (ППК);
- территориально-производственный комплекс (ТПК);
- техносфера.

Примерами элементарных природно-промышленных систем являются агроэкосистемы, техноэкосистемы, урбаэкосистемы, то есть системы, где выполняется только один вид деятельности. **Агроэкосистемы** представляют собой искусственные биогеоценозы, возникающие в результате сельскохозяйственной деятельности людей (искусственно создаваемые луга, поля, сады, пастбища). **Техноэкосистемы** возникают в результате промышленной деятельности (топливно-энергетические комплексы, промышленные предприятия). **Урбаэкосистемы** связаны с поселениями людей (города, поселки).

Строго говоря, выделить элементарную природно-промышленную систему в чистом виде достаточно сложно, так как человек выполняет на определенной территории, как правило, несколько видов деятельности одновременно.

Природно-промышленный комплекс – это относительно самостоятельная региональная природно-промышленная система, в структуру которой входят промышленные, коммунально-бытовые и аграрные объекты, которые функционируют как единое целое на основе определенного типа обмена веществом, энергией и информацией. Примером ППК является городское хозяйство, включающее различные виды хозяйственной деятельности.

Совокупность природно-промышленных систем регионального уровня представляет собой **территориально-производственный комплекс**. ТПК может включать в себя несколько природно-промышленных систем, в основе которых могут лежать промышленные, коммунально-бытовые и аграрные звенья.

Техносфера – часть биосферы, преобразованная людьми с помощью прямого или косвенного действия технических средств и занятая продуктами производственной деятельности.

Главным компонентом, определяющим направление и характер функционирования природно-промышленной системы, является хозяй-

ственное звено. В его структуре выделяют объекты основного производства, предприятия вспомогательного производства, объекты энергетики, организации по строительству новых и реконструкции старых действующих промышленных предприятий.

В любой природно-промышленной системе осуществляется обмен веществом и энергией между хозяйственным звеном системы и окружающей средой (рисунок 4.2).

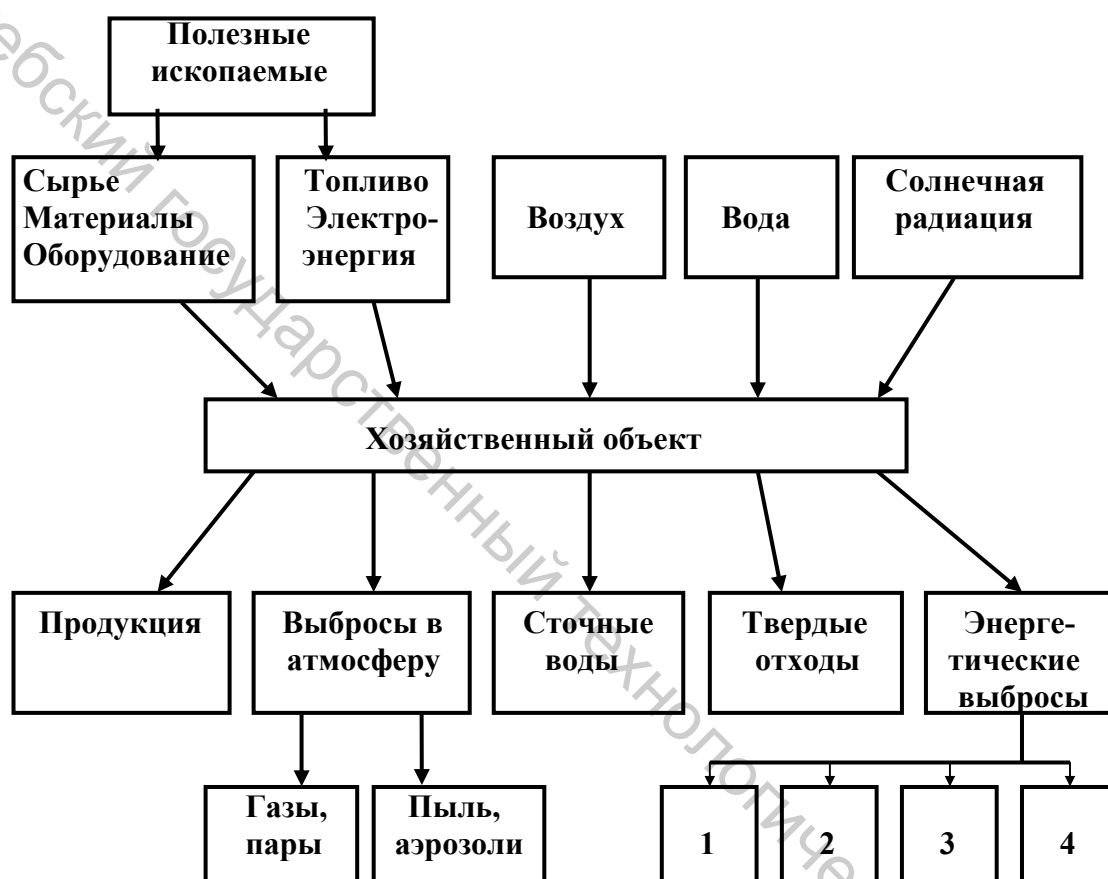


Рисунок 4.2 – Обмен веществом и энергией в природно-промышленных системах: 1 – тепловые выбросы; 2 – шум, вибрация, ультра- и инфразвук; 3 – электромагнитные поля; 4 – ионизирующие излучения

Основной отличительной особенностью природно-промышленной экологической системы является то, что практически все элементы в этой системе находятся под постоянным воздействием промышленных предприятий и испытывают на себе их влияние. В большинстве случаев сельскохозяйственные, лесные и другие угодья, расположенные в таком районе, снижают свою продуктивность, а иногда и полностью деградируют. Качество сельскохозяйственной и животноводческой продукции,

получаемой на территории таких комплексов, должно постоянно контролироваться, так как неизбежно вовлечение части компонентов вредных выбросов предприятий в круговорот веществ экологической системы и далее в организм человека.

4.3 Загрязнение окружающей среды

Окружающая среда – это совокупность природных, природно-антропогенных и антропогенных объектов, явлений и процессов, внешних по отношению к человеку, с которыми он взаимодействует в процессе своей деятельности.

Загрязнением окружающей среды называется привнесение в нее или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее, физических, химических, информационных или биологических агентов, а также превышение в контролируемое время естественного среднегодовой концентрации или интенсивности действия агентов, приводящее к отрицательным последствиям.

Загрязнением является все то, что находится не в том месте, не в то время и не в том количестве, какое естественно для природы и выводит ее из состояния равновесия. Загрязнение природной среды может быть вызвано любым агентом, в том числе, на первый взгляд, самым “чистым”, если он находится в избытке, т. е. отличается от наблюдаемой в обычных условиях нормы. Например, трудно представить в роли загрязнителя кислород. Однако если его в атмосфере станет больше, чем 21 %, то это приведет к повышению пожаро- и взрывоопасности среды, а также к усилению процессов окисления в сравнении с процессами образования органического вещества, что вызовет нарушение экологического равновесия.

Причины, вызывающие загрязнение, могут быть как естественными, так и антропогенными. **Природные загрязнения** среды вызываются обычно катастрофическими причинами, которые происходят без влияния человека на природные процессы: извержение вулканов, селевые потоки, пылевые бури, лесные пожары и т. п. **Антропогенные загрязнения**, соответственно, возникают в результате хозяйственной или иной деятельности человека.

Различают первичное и вторичное загрязнение среды. **Первичное загрязнение** – поступление в среду загрязнителей, непосредственно образующихся в ходе естественных и антропогенных процессов. **Вторичное загрязнение** – образование опасных загрязнителей в ходе физико-химических процессов, идущих в среде после поступления в нее первичных загрязнителей. Причем первичные загрязнители сами по себе могут быть нетоксичными.

И природные, и антропогенные загрязнения обладают характерными свойствами. В связи с этим различают физические, химические и биологические виды загрязнений.

Физическим загрязнением называют загрязнение, которое связано с изменением физических параметров среды: механических, тепловых, акустических, электромагнитных, радиационных, световых и т. п.

Механическое загрязнение осуществляется относительно инертными в физико-химическом отношении отходами человеческой деятельности, такими как полимерные материалы в виде различных упаковок и тары, строительным и бытовым мусором, твердыми отходами промышленного производства и т. д.

Тепловое загрязнение является результатом повышения температуры среды, главным образом, в связи с промышленными выбросами теплой воды, потоков дымовых газов или нагретого воздуха. Температура выбросов обычно выше средней многолетней температуры приземного слоя воздуха. Из труб промышленных предприятий, выхлопных труб двигателей внутреннего сгорания, при отоплении домов, лесных пожарах выделяются вещества, нагретые до 60 градусов Цельсия и более. Среднегодовая температура атмосферного воздуха над крупными городами и промышленными центрами на 6 – 7 градусов выше температуры воздуха прилегающих территорий. Сброс нагретых вод во многих случаях обуславливает повышение температуры воды в водоемах на 6 – 8 градусов Цельсия.

Развитие промышленности, транспорта, энергетики приводит к **акустическому загрязнению** среды, которое проявляется в виде превышения естественного (фоновое) уровня шума и ненормального изменения звуковых характеристик (периодичности, силы звука и т. п.) в населенных пунктах, в жилых и производственных помещениях. Практически любые звуки, возникшие не из природных источников, рассматриваются как антропогенное шумовое загрязнение. Наиболее мощными источниками акустического загрязнения являются автомобильный и рельсовый транспорт, промышленные предприятия, авиация, приборы бытовой техники. На долю транспорта приходится 60 – 80 % всех шумов, проникающих в места пребывания людей.

Электромагнитные загрязнения возникают от линий электропередачи, радио и телевидения, работы некоторых промышленных установок и т. д. При воздействиях на компоненты экологических систем электромагнитные загрязнения приводят к нарушениям в тонких клеточных и молекулярных биологических структурах. Известно, что этот вид загрязнения способствует образованию в организмах злокачественных опухолей.

Химическое загрязнение проявляется в изменении естественных химических свойств среды. Оно происходит, когда превышаются сред-

немноголетние колебания количества каких-либо веществ для рассматриваемого периода или при проникновении в среду химических веществ, которые отсутствовали в ней раньше. Примерами химического загрязнения являются загрязнения тяжелыми металлами, пестицидами, отдельными химическими веществами и элементами.

Загрязнение среды может быть и **биологическим**, которое возникает вследствие привнесения в нее и размножения нежелательных организмов. Если в экосистемы и технологические устройства проникают микроорганизмы, то загрязнение называется бактериологическим, или **микробиологическим**. Биологическим загрязнением является также распространение в среде нежелательных биогенных веществ (выделений, мертвых тел и т. п.) на территории или акватории, где они ранее не наблюдались.

В зависимости от масштабов распространения различают глобальное, региональное и локальное загрязнения.

Глобальное загрязнение обнаруживается в любой точке планеты далеко от его источников. Например, ДДТ – ядохимикат, использовавшийся для уничтожения вредных насекомых в Европе и Азии, обнаружен в печени пингвинов в Антарктиде, т. е. месте, весьма удаленном от районов его возможного применения.

Региональное загрязнение – это загрязнение, которое обнаруживается в пределах значительных пространств, но не охватывает всю планету. Примером такого загрязнения является загрязнение 70 % территории Беларуси в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Локальным загрязнением называется загрязнение небольшого района, как правило, вокруг промышленного предприятия, населенного пункта и тому подобных мест.

4.4 Диалектика взаимоотношений человека и природы

4.4.1 Законы системы «человек – природа»

В развитии взаимоотношений природы и общества наблюдаются определенные закономерности, связанные с уровнем развития производительных сил, степенью воздействия их на окружающую среду.

Между человеком и природой всегда существовали и существуют в настоящее время неразрывные связи. В ходе исторического развития эти связи претерпевают изменения, что приводит к одновременным переменам и в природе, и в формах хозяйствования. Формы хозяйствования меняются вследствие затруднений, которые проистекают от перемен в природе. В свою очередь, перемены в хозяйстве вызывают изменения в природе. Эта постоянная обратная связь получила название

закона обратной связи взаимодействия «человек-биосфера» П. Дансера, или закона бумеранга.

Так, с целью надежного обеспечения себя продуктами питания, защиты от непредсказуемых явлений природы человек в свое время перешел от собирательства к пастбищно-кочевому скотоводству и подсечно-огневому земледелию, созданию искусственных агросистем, промышленного производства. Переход к новым формам хозяйствования требовал вырубки лесов, осушения болот, изъятия природных ресурсов в огромных количествах. Изменяющиеся условия окружающей среды ставили новые проблемы перед человечеством. Решая их, человечество создавало новые формы хозяйствования. Таким образом, давление человеческой цивилизации на природную среду постоянно увеличивалось. Если в древности люди вызывали изменения только на уровне элементарных экологических систем, то в настоящее время – в биосфере в целом.

Закон незаменимости биосферы: *биосфера – это единственная система, обеспечивающая устойчивость среды обитания при любых возникающих возмущениях.* Искусственные системы, создаваемые человеком, не могут обеспечить стабилизацию окружающей среды с той же степенью точности, как естественные сообщества. Поэтому сокращение естественной среды в объеме, превышающем пороговое значение, лишает устойчивости окружающую среду, которая не может быть восстановлена за счет создания очистных сооружений и перехода к безотходному производству. Необходимо сохранить естественную природу на большей части поверхности Земли, а не в заповедниках и зоопарках.

Правило меры преобразования природных систем: *в ходе эксплуатации природных систем нельзя переходить некоторые пределы, позволяющие этим системам сохранять свойство самоподдержания (самоорганизации и саморегулирования).*

4.4.2 Законы природопользования

Накопленный опыт взаимодействия человека с природой приводит к необходимости признать действие **закона ограниченности (исчерпаемости) природных ресурсов:** *все природные ресурсы и естественные условия Земли конечны.* Эта конечность возникает либо в силу прямой исчерпаемости ресурсов, либо в результате возмущения среды обитания, делающейся непригодной для жизни и хозяйства человека.

Первобытные люди считали территорию Земли бесконечной, а ресурсы неисчерпаемыми. Современный человек знает, что планета имеет четко ограниченные размеры, а на ограниченном пространстве не может

быть ничего бесконечного. Следовательно, нет неисчерпаемых природных ресурсов. Однако есть и еще одна причина, по которой ресурсы нельзя считать бесконечными. Человечество стало безудержно и опасно растущим глобальным целым. Растущее человечество со своими все увеличивающимися потребностями легко исчерпывает ресурсы любой емкости.

Для современного человечества территория планеты уже не только не может считаться необъятной, но делается исчезающе малой при всей ее громадной величине. Даже те ресурсы, которые кажутся неисчерпаемыми (поток солнечной энергии и других мощных природных явлений) по сравнению с энергопотреблением человечества оказываются резко ограниченными.

Ограниченность природных ресурсов не может не воздействовать на производительные силы общества, а через них и на социальные отношения. В связи с этим действует **закон соответствия между развитием производительных сил и природно-ресурсным потенциалом общественного прогресса**. *Всегда наблюдалось соответствие между развитием производительных сил и природно-ресурсным потенциалом общественного прогресса*, которое можно представить в виде следующей схемы:

Природно-ресурсный потенциал ⇔ Производительные силы ⇔ Производственные отношения

При дисбалансе как в правой, так и в левой половине динамической системы возникают кризисные ситуации. Собственно, эта динамика, в конечном счете, служит внешней причиной общественного развития, подвергающегося неоднократным испытаниям экологическими кризисами (рисунок 4.3).

Под ***экологическим кризисом*** понимается критическое состояние окружающей среды, вызванное напряженными взаимоотношениями между человечеством и природой, характеризующимися несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсно-экологическим возможностям биосферы.

Кризисное состояние во взаимоотношениях между человечеством и природой приводит к ответной реакции человечества и возникновению ***экологической революции***.

Например, кризис древнего собирательства и промысла вызвал первую сельскохозяйственную революцию и обусловил переход к производящему хозяйству. Кризис продуцентов, т. е. исчерпание наиболее доступных ресурсов, прежде всего древесины для топлива и строительства, а также достижение пределов продуктивности домашнего сельско-

го хозяйства, привел к промышленной революции и развитию индустриальной цивилизации.

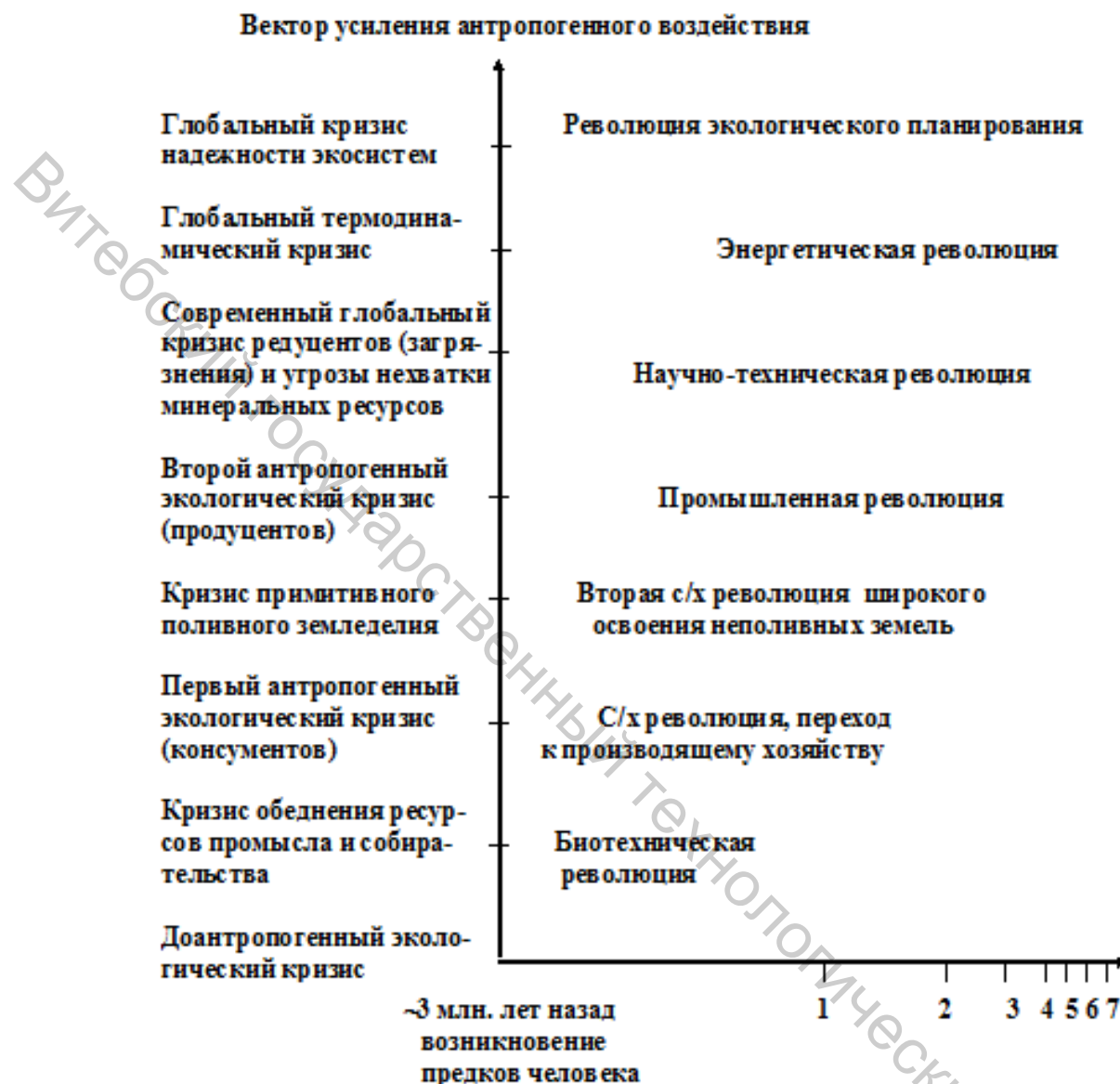


Рисунок 4.3 – Экологические кризисы и революции:

- 1 – 35 – 50 тыс. лет назад; 2 – 10 – 50 тыс. лет назад; 3 – 2 тыс. лет назад;
4 – 150 – 350 лет назад; 5 – 30 – 50 лет назад; 6 – современность;
7 – прогнозный период времени (масштаб условный)

Современный экологический кризис характеризуется опасным загрязнением окружающей среды, приближением к максимальному использованию минеральных ресурсов и энергии на поверхности Земли, а также резким нарушением экологического равновесия. Он носит название “кризиса редуцентов”, которые не в состоянии разлагать весь “букет” загрязнителей, производимых человечеством, особенно тех, что не имеют природных аналогов, а потому нет и организмов для их утилиза-

ции и превращения в исходные химические элементы. Этому кризису соответствует высший этап научно-технической революции – реутилизация продуктов и создание безотходного производства.

Характерной особенностью нашего времени является интенсификация и глобализация воздействия человека на окружающую его природную среду, что сопровождается небывалыми ранее интенсификацией и глобализацией негативных последствий этого воздействия. Если раньше человечество испытывало локальные и региональные экологические кризисы, которые могли привести к гибели какой-либо цивилизации, но не препятствовали дальнейшему прогрессу человеческого рода в целом, то теперешняя экологическая ситуация грозит глобальным экологическим коллапсом, поскольку современный человек разрушает механизмы целостного функционирования биосферы в планетарном масштабе. Именно это обстоятельство и позволяет говорить о наличии глобального экологического кризиса и угрозе экологической катастрофы.

При современном глобальном экологическом кризисе загрязнения (редуцентов) и угрозе нехватки минеральных ресурсов могут наступить два других экологических кризиса: глобальный термодинамический и кризис надежности экосистем. Реакция человечества на эти кризисы может проявиться в энергетической революции, в частности, открытии новых источников энергии, и революции экологического планирования, т. е. переходе к стратегиям всемирной экономии природных ресурсов и оптимизации взаимодействий человека с биосферой.

Опыт показывает, что современная экологическая ситуация явно ухудшается за счет попыток коренных преобразований систем природы с помощью технических устройств. Не соблюдая закона оптимальности и правила меры преобразования природных систем, люди вызывают к жизни **правило неизбежных цепных реакций “жесткого” управления природой**: *“жесткое”, как правило, техническое управление природными процессами вызывает цепные природные реакции, значительная часть которых оказывается экологически, социально и экономически неприемлемыми в длительном интервале времени.*

Техногенные изменения вызывают действие закона внутреннего динамического равновесия и значительное увеличение энергетических затрат согласно закону снижения энергетической эффективности природопользования. Связано это с тем, что энергоемкие природные процессы заменяются техногенными. Из-за множественности и слабой изученности связей между природными объектами окончательные последствия воздействия на экосистемы могут проявиться через несколько десятилетий самым неожиданным образом. Во многих случаях отрица-

тельные экологические и экономические последствия в будущем значительно превосходят тот положительный эффект, ради которого осуществлялось первичное воздействие. Таким образом, экономические цели, к которым стремятся люди, часто оказываются в тени мощных цепных реакций. Примеры, демонстрирующие проявления цепных природных реакций в результате “жесткого” управления природой, рассмотрены в предыдущих разделах.

Однако помимо “жесткого”, существует и “мягкое” управление природой. **Правило “мягкого” управления природой:** *“мягкое” управление природными процессами, системное направление их в необходимое русло с учетом законов природы эффективнее грубых техногенных вмешательств.* Такое управление построено на инициации полезных природных цепных реакций.

Для подтверждения данного утверждения приведем пример. В начале 60-х годов любители аквариумных растений завезли в Австралию из Южной Америки водоросль рода сальвиния, характерную для водоемов тропических и субтропических стран, и распространили по всему континенту, – выливая воду из аквариумов в канализацию. Сальвиния, не имея серьезных врагов, в короткое время заполонила все штаты, превращая водоемы в зеленое месиво, забивая водосточные каналы и очистные сооружения, сделала воду непригодной для использования в промышленности. Одна из горнодобывающих компаний на борьбу с ней израсходовала 160 тыс. долларов. Однако, несмотря на применение ядохимикатов, все усилия, а с ними и деньги пропали даром.

Спасение пришло оттуда же, откуда прибыла сальвиния. Маленький черный жук, обитающий в водоемах Бразилии, сделал то, что не смог сделать человек. Ученые выпустили в озера 1,5 тыс. бразильских жуков. Через год их было 6 тысяч. За это время они уничтожили более 50 тонн растений и вернули водоемам первоначальный вид. Ученые получили неоспоримое доказательство преимущества биологических методов решения экологических проблем, т. е. методов управления природными процессами на базе естественных закономерностей их существования и развития.

Чем рачительнее подход к природным ресурсам и среде обитания, тем меньше вложений необходимо для успешного развития. Исходя из этого можно сформулировать **правило “экологичное – экономично”:** *экологичное всегда экономно, а потому в конечном итоге экономично: приводит к меньшему увеличению энергетических затрат и всех других усилий.*

4.4.3 Принципы природопользования

В истории человечества выделяют несколько качественно своеобразных этапов взаимодействия общества и природы. Каждому этапу соответствовали свои принципы природопользования.

Так, до второй половины XX века существовала концепция покорения природы. Этот период характеризуется быстрым увеличением объема добычи всех полезных ископаемых, развитием сельского хозяйства, индустриализацией промышленности, возникновением транспорта, энергетики и других современных отраслей народного хозяйства. Критерием эффективности экономики в это время было получение максимума благ (прибыли) при минимальных затратах. Природные ресурсы и экосистемы принимались неистощимыми. Такую модель экономики называют «фронтальной экономикой».

В основе природопользования при фронтальной экономике лежит так называемый **«экономический принцип»**. Для него характерны следующие особенности:

- 1) природа рассматривается как неограниченный источник используемых человеком ресурсов и место для размещения различных отходов;
- 2) природоохранная деятельность носит как бы «благотворительный» характер, т. е. ограничивается созданием отдельных заповедников, охраной некоторых уникальных памятников природы и т. п.

Такое развитие природопользования не вызывало опасений до тех пор, пока был относительно низкий уровень развития производительных сил. Однако XX столетие ознаменовалось быстрым ростом населения и потребления материальных и энергетических ресурсов. Масштабы производства в мире увеличились в 20 раз. Техногенные воздействия на окружающую среду по своим масштабам стали соизмеримы со многими природными процессами, деятельность человека привела к существенным нарушениям круговорота веществ и обменных энергетических процессов в биосфере.

Резкое ухудшение качества окружающей среды и рост, в связи с этим, экономических издержек привели к появлению концепции «охраны природы». Ведущим принципом природопользования становится **эколого-экономический**, согласно которому критерием эффективности хозяйственной деятельности является получение максимума экономических результатов при минимальных затратах и нарушениях природной среды.

Однако при реализации данного принципа экономические интересы остаются все же на первом плане, так как понятие «минимальное нарушение» природной среды неконкретно и подвержено произвольному толкованию. Тем не менее, его внедрение в жизнь в некоторой степени

затормозило процесс прогрессирующего разрушения природной среды и позволило добиться определенной экологической стабилизации. Но коренного улучшения состояния окружающей среды не произошло, так как во главе угла по-прежнему находится рост экономики, максимальное наращивание производства в целях более полного удовлетворения потребностей людей.

Реализация в 60 – 80-х годах XX ст. эколого-экономического принципа природопользования способствовала утверждению в общественном сознании нового природоохранного мышления, разработке и частичному внедрению новых экологических технологий, расширению природно-заповедного фонда. Однако вследствие интенсивного экономического развития, вовлечения в сферу природопользования новых элементов природы и нарастания антропогенного воздействия на природную среду не произошло коренного перелома в решении проблемы взаимодействия общества и природы.

В настоящее время возникла необходимость перехода от «оборонительных» природоохранных действий, направленных на борьбу с последствиями нерациональной хозяйственной деятельности к упреждающим действиям – созданию такой системы рационального природопользования, которая исключала бы саму возможность возникновения конфликтных ситуаций между обществом и природой. Природопользование должно базироваться на новом **социоэкологическом** принципе, когда максимальный экономический эффект достигается при сохранении динамического равновесия экосистем. Реализация этого принципа позволит перейти от пассивной защиты природы к активному рациональному природопользованию. Обязательным условием социально-экономического развития должно стать восстановление и сохранение высокого качества окружающей среды.

4.4.4 Ноосфера

Масштабы и характер воздействия человека на важнейшие компоненты природной среды возросли настолько, что стали оказывать решающее влияние на всю биосферу. Человек, по определению академика В.И. Вернадского, стал могучей геологической силой, преобразующей планету. Глобальный характер взаимоотношений человека со средой своего обитания привел к появлению понятия ноосферы.

В переводе с греческого “ноосфера” – это сфера разума. С научной точки зрения **ноосфера** – это коллективное сознание, которое станет контролировать направление будущей эволюции планеты.

Развивая концепцию ноосферы, В.И. Вернадский определил ее как **этап эволюции биосферы, который характеризуется ведущей ролью**

разумной и сознательной деятельности человеческого общества в развитии биосферы. Он рассуждал следующим образом. “... Все человечество, вместе взятое, представляет ничтожную массу вещества планеты. Мощность его связана не с его материей, но с его мозгом, разумом и направляемым этим разумом его трудом”. Человек должен понять, “что он не есть случайное, независимое от окружающего свободно действующее природное явление. Он составляет неизбежное проявление большого природного процесса, закономерно длящегося в течение, по крайней мере, 2-х миллионов лет”.

Согласно закону ноосферы В.И. Вернадского: *биосфера неизбежно превратится в ноосферу, т. е. сферу, где разум человека будет играть доминирующую роль в развитии системы человек – природа. Хаотичное саморазвитие, основанное на процессах естественной саморегуляции, будет заменено разумной стратегией, базирующейся на прогнозно-плановых началах, регулировании процессов естественного развития.*

Однако в свете опыта XX столетия идея Вернадского В.И. о ноосфере утопична. Эта мечта и вера, конечно, светлая, но весьма далекая от реальности и недостаточная как научный прогноз. Хотя сам закон, безусловно, справедлив в том смысле, что, если человечество не начнет разумно регулировать свое давление на природу, сообразуясь с ее законами, биосфера в измененном виде может сохраниться, но цивилизация погибнет. Только гуманизация общества, относительно бесконфликтное его включение в систему биосферы может спасти человечество. Управлять люди будут не природой, а прежде всего собой. И в этом смысл закона ноосферы.

Раздел II. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Современное состояние взаимоотношений человеческого общества с природой требует принятия ряда мер по регулированию антропогенных воздействий на конкретные компоненты окружающей среды и биосферу в целом. В целях сохранения пригодной для жизни и здоровья людей среды обитания в настоящем и будущем необходимо осуществлять государственный и общественный контроль за состоянием природных условий и источниками загрязнения, совершенствовать технологические процессы и оборудование, создавать более эффективные средства улавливания и обезвреживания загрязнителей. Перечисленные меры являются составной частью природопользования, которая носит название «Охрана окружающей среды».

Охрана окружающей среды – это система мероприятий, направленных на обеспечение качества окружающей среды. Под **качеством окружающей природной среды** понимают степень соответствия ее характеристик потребностям людей и технологическим требованиям.

Традиционно рассматриваются мероприятия по сохранению качества отдельных природных компонентов: атмосферы, гидросферы, земель, растительного и животного мира, недр.

Тема 5. ЭКОЛОГИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА

5.1 Эколого-экономическое значение атмосферы

Атмосфера – газовая оболочка Земли, которая простирается на высоту 1,5 – 2 тыс. км над уровнем моря или суши. Ее суммарная масса составляет около $5,15 \cdot 10^{15}$ т.

Структурно атмосфера делится на тропосферу, стратосферу и ионосферу. Нижний, прилегающий к земной поверхности слой атмосферы называется тропосферой. Он простирается до высоты 8 – 10 км над полюсами и 16 – 18 км над экватором. Здесь содержится 80 % всей массы воздуха, основное количество атмосферных примесей и практически весь водяной пар. Именно в этом слое атмосферы формируются погодные условия и климат планеты.

Над тропосферой располагается стратосфера. Верхняя ее граница проходит на высоте 50 – 55 км от поверхности суши. Стратосфера сильно разрежена. Она содержит озоновый слой, который поглощает губительное для живых организмов ультрафиолетовое излучение Солнца,

влияет на тепловые условия у поверхности Земли и физические процессы в тропосфере.

За стратосферой располагается ионосфера. Протяженность ее достигает сотен километров. Под действием космических излучений атомы в ионосфере ионизируются, и поэтому ионосфера представляет собой область заряженных частиц – ионов и электронов.

Наибольшее воздействие на живые организмы и биологические процессы, протекающие на суше и в океане, оказывает приземный слой атмосферы.

Атмосферный воздух у поверхности Земли – это естественная смесь газов, сложившаяся в ходе эволюции планеты. Современный ее состав включает 78,08 % азота (N_2), 20,9 % кислорода (O_2), около 1 % аргона (Ar) и 0,03 % углекислого газа (CO_2). Это и есть тот воздух, которым дышат все живые организмы. Без пищи человек может жить 5 недель, без воды – 5 дней, без воздуха – 5 минут.

Атмосфера Земли уникальна. Кислород, содержащийся в воздухе, жизненно необходим для дыхания растений и животных. Он появился на Земле примерно 2 млрд. лет тому назад, когда происходило формирование ее поверхности при активной вулканической деятельности. Постепенное возрастание доли кислорода в атмосфере происходило в течение последних 20 млн. лет. Главную роль в этом играло развитие растительного мира суши и океана. Как известно, кислород образуется в результате фотосинтеза органических продуктов в растениях и поступает затем в атмосферу.

Кислород – химически очень активный газ. Если бы не жизнедеятельность растений, то молекулы этого газа вступили бы в различные химические реакции и примерно за 100 тыс. лет исчезли из атмосферы. В то же время избыток кислорода может угрожать нашему существованию, так как чистый кислород становится ядом, если дышать им очень долго. К тому же, если бы в атмосфере было слишком много O_2 , то горючие материалы стали бы слишком огнеопасны, и их трудно было бы держать под контролем. В настоящее время пока наблюдается примерное сохранение равновесия между производством кислорода и его потреблением. Однако интенсивное потребление O_2 промышленностью и транспортом в последнее время вызывает опасение, так как может нарушить баланс кислорода в окружающей среде.

Углекислый газ оказывает существенное влияние на температуру планеты. Обладая большей плотностью, чем кислород или азот, этот газ плотно покрывает водный и почвенный покров Земли. Сам по себе CO_2 является опасным компонентом атмосферы для всего живого. Повышение содержания CO_2 в приземном слое атмосферы может привести к массовому уничтожению живого в почвенном покрове и ухудшению его плодородия.

В отличие от кислорода, который поставляется в атмосферу зелеными растениями, углекислый газ улавливается этими же растениями и связывается в органические соединения. Образование CO_2 связано с окислением органических веществ в различных процессах.

Азот, входящий в состав атмосферного воздуха в наибольших количествах, является инертным газом (в переводе с греческого – “безжизненный”). В воздухе он находится в молекулярном состоянии в бездействии. Азот практически не участвует в геохимических процессах и лишь накапливается в атмосфере. В тоже время N_2 является важнейшим строительным материалом для белков, нуклеиновых кислот и других соединений. Элементом жизни он становится только в химических соединениях – легко растворимых азотнокислых и аммиачных солях. Однако связанного азота в воздухе нет, и в обычных условиях большинство организмов не в состоянии извлечь его из атмосферы.

Атмосфера не только поддерживает жизнь, она служит также защитным экраном. На высоте 20 – 25 км от поверхности Земли под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца часть молекул кислорода расщепляется на свободные атомы. Последние могут вновь вступать в соединения с молекулами O_2 и образовывать трехатомную его форму O_3 – озон.

Озон играет исключительную роль в жизни планеты. Он образует в высших слоях атмосферы тонкий слой – так называемый озоновый экран, который отфильтровывает вредный компонент солнечного излучения – ультрафиолетовые лучи. Прямое влияние этих лучей губительно для всего живого. Не будь озонового слоя, это излучение уничтожило бы жизнь на Земле.

Газовая оболочка предохраняет Землю от метеоритной бомбардировки. Большинство метеоритов никогда не достигает земной поверхности, так как сгорает при вхождении в атмосферу с огромной скоростью.

Кроме того, атмосфера способствует сохранению тепла на планете, которое в противном случае рассеивалось бы в холоде космического пространства. Солнечная энергия, проникающая в форме коротких электромагнитных волн через атмосферу к земной поверхности, в значительной мере отражается от нее в виде более длинных волн. Частично отраженные волны задерживаются и экранируются нижними слоями атмосферы обратно на поверхность Земли. Так наша планета использует солнечное тепло дважды. Это явление носит название парникового эффекта. Без него жизнь на Земле была бы невозможна, так как первичные лучи Солнца разогревают ее поверхность лишь до -18°C . Отраженные же тропосферой потоки тепловой энергии повышают эту среднюю температуру до $+15^\circ\text{C}$. При такой температуре поверхность планеты и атмосфера находятся в тепловом равновесии.

Нагревание атмосферы происходит благодаря наличию в ней так называемых парниковых газов: углекислого газа, метана, оксида азота (N_2O) и паров воды, которые способны, с одной стороны, поглощать (улавливать) инфракрасное излучение Земли, а с другой – отражать часть его обратно на Землю (рисунок 5.1). Без “газового одеяла”, окутывающего планету, температура на ее поверхности была бы ниже на 30 – 40 °С, а существование живых организмов в таких условиях весьма проблематично.

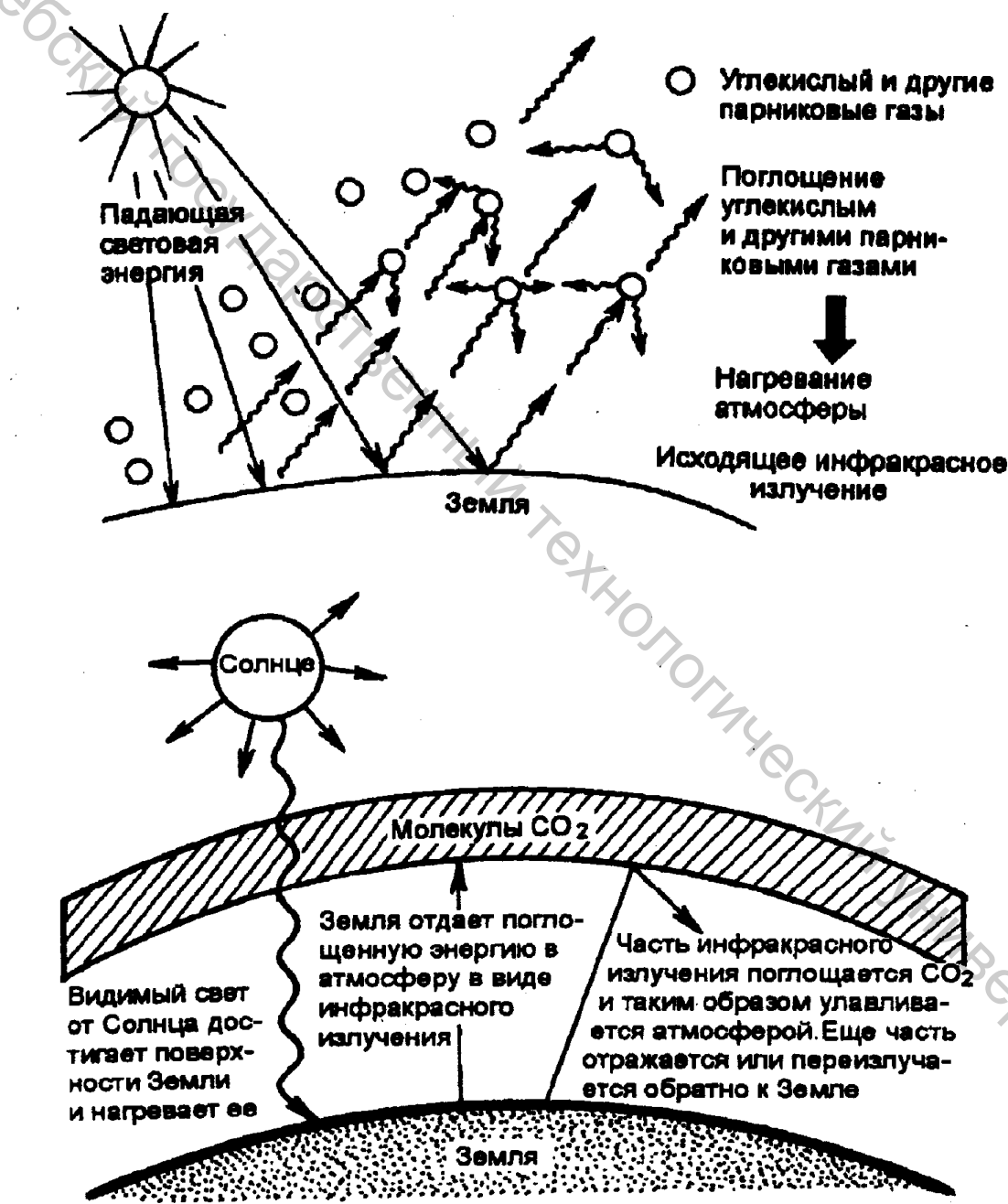


Рисунок 5.1 – Схема парникового эффекта

Атмосфера оказывает благотворное воздействие на климат Земли, предохраняя ее от чрезмерного охлаждения и нагревания. Суточные колебания температуры на нашей планете без атмосферы достигли бы 200 °С. Кроме того, атмосфера выполняет роль переносчика влаги и является средой распространения света и звука.

Атмосферный воздух широко используется как природный ресурс в народном хозяйстве. Он является источником сырья и энергии, средой перемещения летательных аппаратов. Из атмосферного азота производятся минеральные азотные удобрения, азотная кислота и ее соли. Азот и аргон используются в технологических процессах металлургии, химической и нефтехимической промышленности. Из атмосферного воздуха получают также кислород и водород.

Изменение сложившихся физических и химических свойств атмосферы может отрицательно сказаться на жизненно важных процессах Земли и привести к ухудшению состояния растительного и животного мира. Загрязненный воздух оказывает негативное влияние на здоровье людей, их работоспособность и продолжительность жизни.

Таким образом, можно выделить экологические и экономические функции атмосферы.

Экологические функции атмосферы:

- обеспечение растительного и животного мира жизненно необходимыми газовыми элементами;
- сохранение тепла на планете (терморегулирующая функция);
- защита Земли от неблагоприятных космических воздействий;
- участие в переносе влаги и формировании климатических условий;
- среда распространения света, звука, заболеваний.

Экономические функции атмосферы:

- источник сырья (азот, аргон и др.);
- источник энергии (ветровая энергия);
- среда перемещения летательных аппаратов.

5.2 Источники загрязнения атмосферы

Воздушная среда подвергается массированному загрязнению вредными веществами. Объекты, от которых загрязняющие вещества поступают в атмосферу, называются **источниками загрязнения (выбросов)**. Они могут быть естественными или антропогенными. Естественными источниками загрязнения являются вулканические извержения, пылевые бури, лесные пожары и др. Уровень загрязнения атмосферы этими источниками является фоновым и мало изменяется с течением

времени. Антропогенные загрязнения отличаются многообразием видов и многочисленностью источников.

Все антропогенные источники загрязнения подразделяются на точечные, линейные и площадные. Точечные источники могут быть стационарными или мобильными.

К **стационарным точечным источникам** относятся дымовые трубы электростанций, котельных, технологических установок, печей, вентиляционные трубы предприятий и др.

Мобильными источниками выбросов являются транспортные средства, оснащенные двигателями, эксплуатация которых влечет за собой выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Линейные источники загрязнения воздушного бассейна представляют собой дороги и улицы, по которым систематически движется транспорт, а также открыто расположенные технологические линии предприятий и т. п.

К **площадным источникам** относятся площадки хранения сыпучих материалов, отвалы горных пород, объекты хранения отходов, а также вентиляционные фонари, окна, двери, неплотности оборудования, зданий, через которые примеси могут поступать в атмосферу.

Источники выбросов загрязняющих веществ делятся на организованные и неорганизованные.

К **организованным стационарным источникам выбросов** относятся источники выбросов, оборудованные устройствами, посредством которых производится локализация поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников выделения загрязняющих веществ. Например, трубы, вентиляционные окна и др.

Неорганизованные стационарные источники выбросов – источники выбросов, не оборудованные устройствами, посредством которых производится локализация поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников выделения загрязняющих веществ.

К неорганизованным стационарным источникам выбросов относятся:

- линейные, если загрязняющие вещества поступают в атмосферный воздух от газопроводов;
- площадные, если загрязняющие вещества поступают в атмосферный воздух от рассредоточенных источников выделения загрязняющих веществ, в том числе от сооружений по очистке сточных вод, площадок хранения сыпучих материалов, отвалов горных пород, объектов захоронения отходов, объектов хранения отходов, объектов тяготения мобильных источников выбросов.

5.3 Наиболее распространенные загрязнители атмосферы

Особенно остро проблема загрязнения атмосферы стала во второй половине XX века в связи с чрезвычайно высокими темпами роста промышленного производства, выработки и потребления электроэнергии, выпуска и использования в большом количестве транспортных средств.

С появлением двигателей внутреннего сгорания, крупных тепловых электростанций, дальнейшим развитием промышленности в воздушный бассейн ежегодно поступает более 20 млрд. т углекислого газа, 250 млн. т пыли, 200 млн. т оксида углерода, 150 млн. т сернистого газа, 50 млн. т оксидов азота, 50 млн. т различных углеводородов.

Таким образом, наиболее распространенными веществами, загрязняющими воздух, являются:

- оксид углерода;
- диоксид серы;
- оксиды азота NO_x ;
- углеводороды C_nH_m ;
- твердые частицы (пыль) органического и неорганического происхождения.

Примерный относительный состав загрязняющих веществ в атмосфере промышленных городов: CO – 45 %, SO_2 – 18 %, C_nH_m – 15 %, твердые частицы – 12 %, NO_x – 10 %.

Оксид углерода (CO) – бесцветный газ, не имеющий запаха и вкуса. Действуя на нервную и сердечно-сосудистую системы, CO вызывает удушье. Первичные симптомы отравления (головная боль) возникают при концентрациях 200 – 220 мг/м^3 и длительности воздействия в течение 2 – 3 часов. При повышении концентрации появляется ощущение пульса в висках, головокружение.

Диоксид серы (SO_2) – бесцветный газ с острым запахом. Его присутствие создает неприятный вкус во рту уже при концентрациях 3 – 6 мг/м^3 . При концентрациях 20 – 30 мг/м^3 он действует раздражающе на слизистую оболочку глаз и дыхательные пути. При концентрациях примерно 50 мг/м^3 образует соединения с влагой H_2SO_3 и H_2SO_4 . В природе наиболее чувствительны к SO_2 хвойные и лиственные леса, так как это вещество накапливается в листьях и хвое. При больших концентрациях SO_2 происходит усыхание сосны.

Оксиды азота NO_x (NO , N_2O , NO_2 , N_2O_3 , N_2O_5) не имеют цвета и запаха, ядовиты, раздражают органы дыхания. Наиболее опасными являются NO и NO_2 . Вдыхание ядовитых паров диоксида азота может привести к серьезному отравлению. В контакте с водой NO_x образуют кислоты HNO_3 и HNO_2 , которые в легких создают отек. Особенно опас-

ны оксиды азота в городах, где они, взаимодействуя с углеводородами выхлопных газов автомашин, образуют фотохимический туман – «смог».

Твердые частицы (*пыль, взвешенные вещества*) – это мельчайшие частицы твердого вещества, взвешенные в воздухе. Присутствие пыли в воздухе приводит к уменьшению прозрачности атмосферы и усилению рассеивания солнечных лучей. Кроме того, частицы пыли являются ядрами конденсации водяных паров, а также обладают адсорбционной способностью к токсичным веществам. Степень вредного воздействия пыли на организм человека зависит от количества вдыхаемой пыли, ее химического состава, степени дисперсности пылинок, их формы, твердости, электрозаряженности, растворимости в воде и биологических средах.

Частицы диаметром более 10 мкм не попадают в дыхательные пути и не оказывают воздействия на здоровье. Поэтому в качестве порога обычно рассматривается аэродинамический диаметр пылевых частиц 10 мкм и менее. Именно эти частицы поступают в бронхи или легкие и, тем самым, влияют на здоровье и смертность. Наиболее опасными являются твердые частицы мелкой фракции размером менее 2,5 мкм.

Многие **углеводороды C_nH_m** являются токсичными веществами. А такие вещества как бензол, полициклические ароматические углеводороды (бенз(а)пирен), диоксины, полихлорированные бифенилы и другие канцерогенны.

Кроме указанных выше, в атмосферу выбрасываются и другие вредные вещества. Всего в настоящее время известно около 7 млн. химических соединений. Из них примерно 3 млн. используются в практике, 40 тыс. – обладают вредными свойствами и 12 тыс. – токсичны.

В зависимости от степени вредности при воздействии на организм человека вещества подразделяются на 4 класса опасности:

- 1) чрезвычайно опасные (тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий, ванадий, никель, хром) и их соединения и др.);
- 2) высокоопасные (диоксид азота, аэрозоли серной и соляной кислот, формальдегид, фтористый водород, сероводород, хлор и др.);
- 3) умеренно опасные (сернистый ангидрид, капролактан, фенол, ксилол, уксусная кислота и др.);
- 4) малоопасные (окись углерода, ацетон, этилацетат, скипидар, этиловый спирт и др.).

5.4 Последствия загрязнения воздушной среды

Накопление вредных веществ в атмосфере приводит к изменению климатических условий на планете:

- усиливается парниковый эффект;
- выпадают кислотные осадки;
- происходит истончение защитного озонового слоя.

Усиление парникового эффекта связано с заметным увеличением количества CO_2 и других парниковообразующих газов, которые появляются, главным образом, вследствие сжигания огромных объемов топлива органического происхождения. При нынешних тенденциях средняя температура на Земле уже к концу XXI века может повыситься на 2,5 – 5 °С. Такое отклонение от нормы чревато экологической катастрофой. Если 18 тыс. лет назад во времена последнего оледенения Земли достаточно было средней температуре снизиться на 4 °С, чтобы процветавшие в недавнем прошлом районы планеты на много столетий покрылись ледниками толщиной до 4 км, то теперь надвигается противоположная угроза: таяние полярных ледниковых шапок и повышение уровня Мирового океана. К концу XXI века, по прогнозам, он может повыситься от 60 до 100 см. Это создаст угрозу затопления низменных прибрежных районов земной суши, где сейчас проживает примерно 70 % населения планеты.

Кислотные осадки образуются в результате растворения в атмосферной влаге оксидов азота, серы и других веществ, которые попадают в воздух при сжигании угля и мазута на электростанциях, использующих ископаемое топливо, а также за счет выхлопных газов автомобилей, работающих на бензине. Выпадая, они наносят непоправимый ущерб лесам и водоемам, нарушая естественные процессы в почве, нормальный рост и развитие как растений, так и животных. Кислотные дожди наблюдаются в Северной Америке, Европе, а также промышленно развитых странах Востока. Здесь быстро прогрессирует вымирание лесов с их флорой и фауной, а также происходит обеднение видового биологического разнообразия озёр.

Озоновый слой является основным регулятором уровня биологически активного ультрафиолетового (УФ) солнечного излучения, достигающего поверхности Земли. Небольшие дозы УФ излучения оказывают тонизирующее действие на организм, а повышенные – пагубны для всего живого. **Разрушение озонового слоя** и последующий рост уровня УФ излучения вызывают ослабление иммунной системы организма, поражение глаз (катаракта), увеличение числа заболеваний раком кожи.

В естественных условиях, сложившихся на протяжении тысячелетий существования Земли, образование и разрушение озона под воздей-

ствием УФ излучения находится в равновесии. Но активная деятельность человека, развитие промышленности привели к тому, что в атмосферу стало выбрасываться большое количество веществ, содержащих радикалы хлора, брома, фтора, являющихся катализаторами, способствующими распаду озона. Радикалы Cl, F, Br образуются в результате воздействия УФ излучения на хлорфторуглероды, попадающие в верхние слои атмосферы.

Хлорфторуглероды широко используются в качестве хладагентов в холодильном оборудовании (фреоны); вспенивающих агентов в производстве пенопластов; растворителей для очистки металлических поверхностей и деталей; распылителей для аэрозольных упаковок; агентов пожаротушения и т. п.

Атмосферные загрязнения оказывают многообразное **вредное влияние на организм** человека, животных, растения и микроорганизмы. Исследованиями доказано, что в промышленных центрах с высоким уровнем загрязнения воздуха резко возрастает количество заболеваний, особенно среди людей старшего возраста и детей, повышается смертность. Токсичные вещества, попадающие в атмосферу, вызывают острые и хронические отравления, нарушения иммунной системы, аллергические, онкологические и другие тяжелые заболевания людей и животных, а также мутагенные изменения. Из-за чрезмерного загрязнения воздуха городов ежегодно преждевременно умирают 300 – 700 тыс. человек, а половина детей имеет хронические бронхиальные недуги.

Загрязнение воздушного бассейна вызывает значительные **потери в народном хозяйстве**. В промышленном производстве – это разрушение металлических конструкций, ускоренный износ оборудования, повреждение крыш и фасадов зданий, снижение качества выпускаемой продукции.

5.5 Регламентация качества воздушной среды

Согласно Закону РБ «Об охране атмосферного воздуха» (2008 г.), нормирование в области охраны атмосферного воздуха заключается в разработке, утверждении и введении в действие:

- нормативов качества атмосферного воздуха;
- технологических нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- нормативов содержания загрязняющих веществ в отработавших газах мобильных источников выбросов;
- нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- нормативов допустимой антропогенной нагрузки на атмосфер-

ный воздух;

- лимитов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и иных нормативов в соответствии с законодательством об охране окружающей среды.

Нормативы качества атмосферного воздуха – величины допустимых концентраций химических веществ, их смеси, микроорганизмов в атмосферном воздухе, при соблюдении которых не оказывается ни прямое, ни косвенное вредное воздействие, включая отдаленные последствия на окружающую среду, здоровье человека.

К нормативам качества атмосферного воздуха относятся:

- нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ (ПДК) в атмосферном воздухе и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения;
- нормативы экологически безопасных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе особо охраняемых природных территорий.

Концентрация, т. е. масса вещества в единице объема воздуха при нормальных условиях (температура 0 °С, давление 101,3 кПа), является основной физической характеристикой примесей атмосферы. Она определяет физическое, химическое и другие виды воздействия вещества на человека и окружающую среду и служит основным параметром при нормировании содержания примесей в атмосфере.

Максимальная концентрация вредных веществ, не оказывающая вредного воздействия на здоровье человека, называется **предельно допустимой концентрацией (ПДК)**. Определяется ПДК врачами-гигиенистами на основании экспериментальных исследований над подопытными животными, а также на основании наблюдений за состоянием здоровья людей, находящихся под влиянием вредных веществ.

ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест – это такие концентрации, воздействие которых на организм человека периодически или в течение всей жизни прямо или косвенно через экологические системы не приводит к возникновению заболеваний.

Для загрязняющих веществ, находящихся в воздухе населенных мест, устанавливаются максимальная разовая, среднесуточная и среднегодовая предельно допустимые концентрации.

Максимальная разовая ПДК_{м.р.} (мкг/м³) – концентрация вещества в воздухе населенных мест, которая при вдыхании в течение 20 мин не вызывает рефлекторных реакций в организме человека. Примерами рефлекторных реакций, возникающих в организме в ответ на воздействия различных веществ, находящихся в воздухе, могут быть ощущение

запаха, изменение световой чувствительности глаз, чихание, кашель и др.

Среднесуточная (среднегодовая) ПДК_{сс.} (ПДК_{сг.}) (мкг/м³) – концентрация вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании. ПДК_{с.с.} устанавливается для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного или другого влияния вещества на организм человека.

Наибольшая концентрация каждого вредного вещества в приземном слое не должна превышать ПДК_{м.р.} в течение 20 мин. Если время воздействия вредного вещества превышает 20 мин., то концентрация не должна быть больше ПДК_{с.с.}.

Данные о ПДК для различных вредных веществ, загрязняющих воздушную среду, приводятся в гигиенических нормативах "Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест".

Современные условия характеризуются одновременным загрязнением атмосферы множеством различных загрязнителей. В некоторых случаях совместно действующие вещества способны взаимно усиливать вредное действие друг друга. Такое явление называется **эффектом суммации**. Эффектом суммации обладают: ацетон и фенол, формальдегид и соляная кислота, угарный газ и нитросоединения и др. Полный перечень веществ, обладающих эффектом суммации, приводится в указанных выше нормативных документах.

При совместном действии нескольких веществ допустимыми следует считать такие концентрации, которые удовлетворяют неравенству:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1,$$

где C_i – концентрации вредных веществ в воздухе при их совместном присутствии;

$ПДК_i$ – предельно допустимые концентрации веществ, установленные при их изолированном пребывании.

В настоящее время известно около 7 миллионов различных веществ. Установить ПДК для каждого из них не представляется возможным. В связи с этим для некоторых загрязнителей определяется **ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ)**. Данная величина получается расчетным путем на основе известных токсикометрических параметров и физико-химических свойств веществ.

В крупных промышленных центрах, где сосредоточено много предприятий, соблюдение лишь нормативов ПДК недостаточно для сохранения качества воздуха. Если каждый объект хозяйственной деятельности будет выбрасывать в атмосферу загрязняющие вещества в количествах, близких к верхнему пределу этих норм, суммарный эффект загрязнения атмосферы окажется значительно выше допустимого. Поэтому в настоящее время для каждого действующего или проектируемого источника загрязнения атмосферы разрабатывают и внедряют нормативы допустимых выбросов.

Нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух – максимальные величины поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух, при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества атмосферного воздуха.

К нормативам допустимых выбросов (НДВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух относятся:

- предельная масса выброса (предельно допустимый выброс) загрязняющего вещества в атмосферный воздух в единицу времени (т/год, г/с);
- предельное значение концентрации выброса загрязняющего вещества в атмосферный воздух.

Предельная масса выброса загрязняющего вещества устанавливается для тех (стационарных) источников выбросов, у которых установлены технологические нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Предельное значение концентрации загрязняющего вещества устанавливается только для источников выбросов, для которых установлены соответствующие требования в технических нормативных правовых актах, действующих в Республики Беларусь.

Главным условием при установлении НДВ является то, что выбросы загрязняющих веществ не создадут приземных концентраций загрязняющих веществ или групп суммации, превышающих нормативы качества атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны и (или) в жилой зоне, и обеспечат выполнение требований, установленных в технических нормативных правовых актах.

Другими словами, при расчете нормативов допустимых выбросов должно соблюдаться условие: $C + C_{\phi} \leq \text{ПДК}$, где C – концентрация вещества в приземном слое, создаваемая расчетным источником выброса; C_{ϕ} – фоновая концентрация вещества. Кроме того, учитывается эффект суммации вредного действия нескольких веществ.

Нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух устанавливаются с учетом:

- нормативов качества атмосферного воздуха;
- фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном

воздухе;

- концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе зоны воздействия источников выбросов;
- прогнозов изменения профиля, объемов производства продукции, вида выполняемых работ, объема оказываемых услуг, используемых сырья и материалов, внедрения наилучших доступных технических методов;
- технологических нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- нормативов допустимой антропогенной нагрузки на атмосферный воздух;
- показателей по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, устанавливаемых в государственных, отраслевых или территориальных программах в области охраны атмосферного воздуха и др.

В отличие от нормативов качества атмосферного воздуха (ПДК, ОБУВ), нормативы допустимых выбросов имеют большую природозащитную направленность. Если норма ПДК вредного вещества, выбрасываемого источником, может быть достигнута путем разбавления выброса, то для того, чтобы выполнить заданный уровень норматива допустимого выброса, необходимо совершенствовать технологический процесс или строить специальные очистные сооружения.

Нормативы допустимого выброса устанавливаются для каждого источника выброса на предприятии, что дает возможность оценить долю каждого технологического процесса в суммарном выбросе предприятия. Это, в свою очередь, позволяет изменять или модернизировать не весь процесс, а лишь те стадии, которые вносят максимальный вклад в загрязнение окружающей среды.

Если по объективным причинам значения НДВ для источника на данном этапе не могут быть достигнуты, то вводится поэтапное снижение выброса вредных веществ. При этом устанавливается норматив временно допустимых выбросов (ВДВ) или временно согласованный выброс (ВСВ), которые являются промежуточным этапом при переходе к НДВ.

Временно допустимый выброс (ВДВ) – временный норматив (масса вещества в единицу времени), установленный для стационарных источников выбросов, предприятий, регионов с учетом состояния атмосферного воздуха и социально-экономических условий развития территории для поэтапного достижения установленных нормативов допустимых выбросов. На каждом этапе устанавливают ВСВ на уровне аналогичных предприятий с передовой технологией.

С целью характеристики не только объема выброса, но и его опасности для окружающей среды введено понятие «**приведенная мас-**

са выброса». Приведенная масса выброса M вычисляется на основе информации о количестве поступающих в атмосферу веществ и их относительной агрессивности:

$$M = \sum_{i=1}^n (m_i A_i),$$

где M – приведенная масса выброса, условных тонн / год;

m_i – фактическая масса выброса примеси i -го типа, т/год;

A_i – показатель относительной агрессивности примеси, характеризующий количество CO , эквивалентное по воздействию на окружающую среду одной тонне примеси i -го типа, усл.т/т.

Таким образом, чем более опасно вещество, тем больше получается его приведенная масса. Например, в валовом выбросе вредных веществ от автотранспорта преобладает угарный газ, который составляет около 70 % от общего объема выброса. В то же время CO – малоопасное вещество, и поэтому при учете опасности веществ в тех же выбросах на первое место выходят свинец и его соединения, которые составляют более половины приведенных масс.

Для характеристики качества воздушной среды в каждом городе по данным наблюдения рассчитывается комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА):

$$ИЗА_m = \sum_{i=1}^m \left(\frac{C_{cp.i}}{ПДК_{с.с.i}} \right)^{k_i},$$

где $C_{cp.i}$ – среднегодовая концентрация примеси, мг/м³;

k_i – коэффициент, устанавливаемый в зависимости от класса опасности вещества – загрязнителя: 1 класс – 1,7; 2 класс – 1,3; 3 класс – 1; 4 класс – 0,9.

В таблице 5.1 приведены для сравнения величины ИЗА и валовых выбросов веществ от стационарных и передвижных источников для отдельных городов Беларуси за 2005 год. Как видно из таблицы, высокие валовые выбросы не всегда соответствуют повышенной опасности загрязнения.

Уровень загрязнения воздуха считается высоким, если ИЗА превышает 9.

Таблица 5.1 – Сведения по валовым выбросам и ИЗА некоторых городов Республики Беларусь

Город	Валовой выброс, тыс.т	ИЗА	Вещества, определяющие приоритет города
Витебск	5,5	10,2	Формальдегид, фенол, оксид азота, аммиак, взвешенные вещества
Гомель	7,9	7,5	Формальдегид, фенол, аммиак, оксид углерода, взвешенные вещества
Новополоцк	56,5	5,1	Формальдегид, фенол, аммиак, диоксид азота, оксид углерода
Минск	38,8	3,2	Формальдегид, аммиак, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота

Однако, как известно, воздух загрязняется не только химическими веществами, но подвергается воздействию со стороны физических и биологических факторов. В связи с этим ведется нормирование акустического, вибрационного, электромагнитного воздействия и радиационного загрязнения. Для этих видов загрязнения устанавливаются предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия.

Предельно допустимые уровни физических воздействий (шума, вибрации, напряженности электромагнитных полей, ионизирующих излучений и т. п.) на окружающую среду не должны вызывать патологических изменений в организме или заболеваний человека, животных или растений.

Биологическое загрязнение атмосферного воздуха микроорганизмами нормируется их количеством на один кубический метр воздуха.

5.6 Основные направления охраны атмосферы

В целях поддержания состояния воздушной среды на уровне, обеспечивающем нормальное функционирование природных систем и здоровье людей, применяется комплекс мер по предупреждению вредного антропогенного воздействия на атмосферу. Совокупность организационных, экономических, технических, правовых и иных мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения атмосферного воздуха, называется охраной атмосферного воздуха.

Специалистам, работающим на промышленных предприятиях, необходимо иметь представление о тех мероприятиях, которые способствуют уменьшению вредных воздействий на население со стороны конкретных производств. Эти мероприятия можно объединить в несколько

групп:

- технологические мероприятия;
- санитарно-технические мероприятия;
- планировочные мероприятия;
- контроль и регулирование состояния воздушной среды.

5.6.1 Технологические мероприятия

Самым эффективным способом защиты атмосферного воздуха от загрязнений является совершенствование технологического оборудования и процессов, протекающих с выделением вредных веществ и физических факторов, полный переход к безотходным (малоотходным) технологиям и производствам. Указанные мероприятия позволяют сократить выделения загрязняющих веществ и других вредных факторов воздействия непосредственно в источнике их появления. К важнейшим технологическим мероприятиям, способствующим снижению количества выбросов в атмосферу, относятся следующие.

- ***Снижение материалоемкости и энергоемкости продукции.*** Данное мероприятие приводит к экономии природных ресурсов, используемых в качестве сырья и материалов, топлива и энергии, при производстве изделий. Это, в свою очередь, позволяет уменьшить загрязнение атмосферы веществами, выделяющимися в многочисленных процессах обработки сырья и при сжигании топлива.
- ***Сокращение технологических процессов*** путем уменьшения количества технологических операций, проходящих с выделением вредных факторов загрязнения. Например, возможности современного прядильного производства позволяют получать пряжу сразу из чесальной ленты, исключая стадию, связанную с изготовлением ровницы. Соответственно, снижается выделение пыли, сокращается потребление энергии и сопутствующие ему выбросы газообразных веществ.
- ***Создание непрерывных технологических процессов.*** К уменьшению выбросов примесей в атмосферу приводит объединение отдельных технологических операций, таких как, например, рыхление волокнистой массы и ее трепание в одном разрыхлительно-трепальном агрегате; совмещение операций снования нитей и их замасливания и др.
- ***Создание нового оборудования*** с меньшим уровнем выбросов примесей в окружающую среду. Современное оборудование, про-

ектируемое и внедряемое в легкой промышленности, оснащается встроенными местными системами аспирации загрязненного воздуха. Такие системы имеет практически все прядильное оборудование, ткацкие станки, раскройное оборудование швейного и обувного производств. В обувном производстве существенно снижается запыленность воздуха при замене оборудования по механической обработке материалов (раскрой, шлифование, фрезерование и т. п.) оборудованием по производству формованных деталей обуви, не требующих обработки. Кроме того, предусматривается разработка комбинированного, многофункционального оборудования.

- **Автоматизация и компьютеризация производственных процессов** позволяет проводить технологические процессы в узких рамках оптимальных параметров, что, с одной стороны, сводит к минимуму потери сырья и топлива, а с другой – обеспечивает безопасность производства.
- **Замена токсичных веществ малотоксичными или нетоксичными.** Сырье, применяемое для изготовления продукции легкой промышленности, не является токсичным. Однако на различных стадиях обработки сырья, полуфабрикатов и готовых изделий используются вспомогательные материалы (красители, аппреты и др.), в состав которых входят вещества, вредные для окружающей среды и человека (пестициды, тяжелые металлы, формальдегид, хлорорганические переносчики и др.). Поэтому при разработке технологических процессов следует стремиться применять неопасные вещества.
- **Герметизация оборудования, аппаратуры, коммуникаций.** Технологическое оборудование, работа которого связана с выделением вредных веществ, тепла, влаги и других вредных факторов, должно быть изолировано от окружающей среды. Особенно это относится к прядильно-отделочному оборудованию, оборудованию по паровому прессованию изделий, приготовлению и использованию клеев, а также пневмотранспорту сырья и полуфабрикатов.
- **Применение замкнутых газооборотных систем** позволяет полностью исключить выбросы вредных веществ в атмосферу. Однако в легкой промышленности такое мероприятие пока не применяется.
- **Использование ценных компонентов выбросов** от одних технологических операций в других технологических процессах. Например, взвешенные вещества в виде сажи, выделяющиеся при сжигании топлива, могут использоваться для производства красок или как наполнитель для пластмасс и резины, выбросы оксидов

серы – для производства серной кислоты. Пыль из пылеулавливающих установок можно применять в производстве строительных материалов.

- **Строгое соблюдение технологических режимов и поддержание оборудования в исправном состоянии** является не менее эффективным мероприятием по защите атмосферы, чем указанные выше.

5.6.2 Санитарно-технические мероприятия

В случае, когда выбросы веществ не могут быть ликвидированы путем совершенствования технологического процесса, прибегают к их очистке с помощью специального санитарно-технического оборудования. Очистка предполагает удаление из воздуха сопутствующих примесей. Способы очистки и соответствующее им оборудование очень разнообразны и многочисленны. Ниже приведена классификация современных методов пыле- и газопылеулавливания (рисунок 5.2).

МЕТОДЫ ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ. Согласно классификации, методы пылеулавливания делятся на сухие, мокрые и электрические, в зависимости от свойств среды, в которой осуществляется процесс очистки. К сухим механическим пылеуловителям относятся аппараты, в которых используются различные методы осаждения: гравитационный, инерционный и центробежный.

Гравитационные пылеуловители. Процесс очистки воздуха от пыли осуществляется в пылеосадительных камерах. Осаждение пыли здесь происходит под действием силы тяжести. Эффективность таких камер невелика, и применяются они для улавливания крупной пыли с размером частиц более 100 мкм.

Инерционные пылеуловители. Очистка от пыли проходит в различных аппаратах в результате изменения направления движения газового потока или установки на его пути препятствия. При резком изменении направления движения частицы пыли под действием силы инерции стремятся двигаться в прежнем направлении и поэтому ударяются о препятствие. После поворота газового потока они выпадают в бункер. Применяются пылеуловители данной конструкции для задержания частиц размером 50 мкм и более. Указанный способ обеспечивает степень улавливания пыли примерно 50 – 70 %.

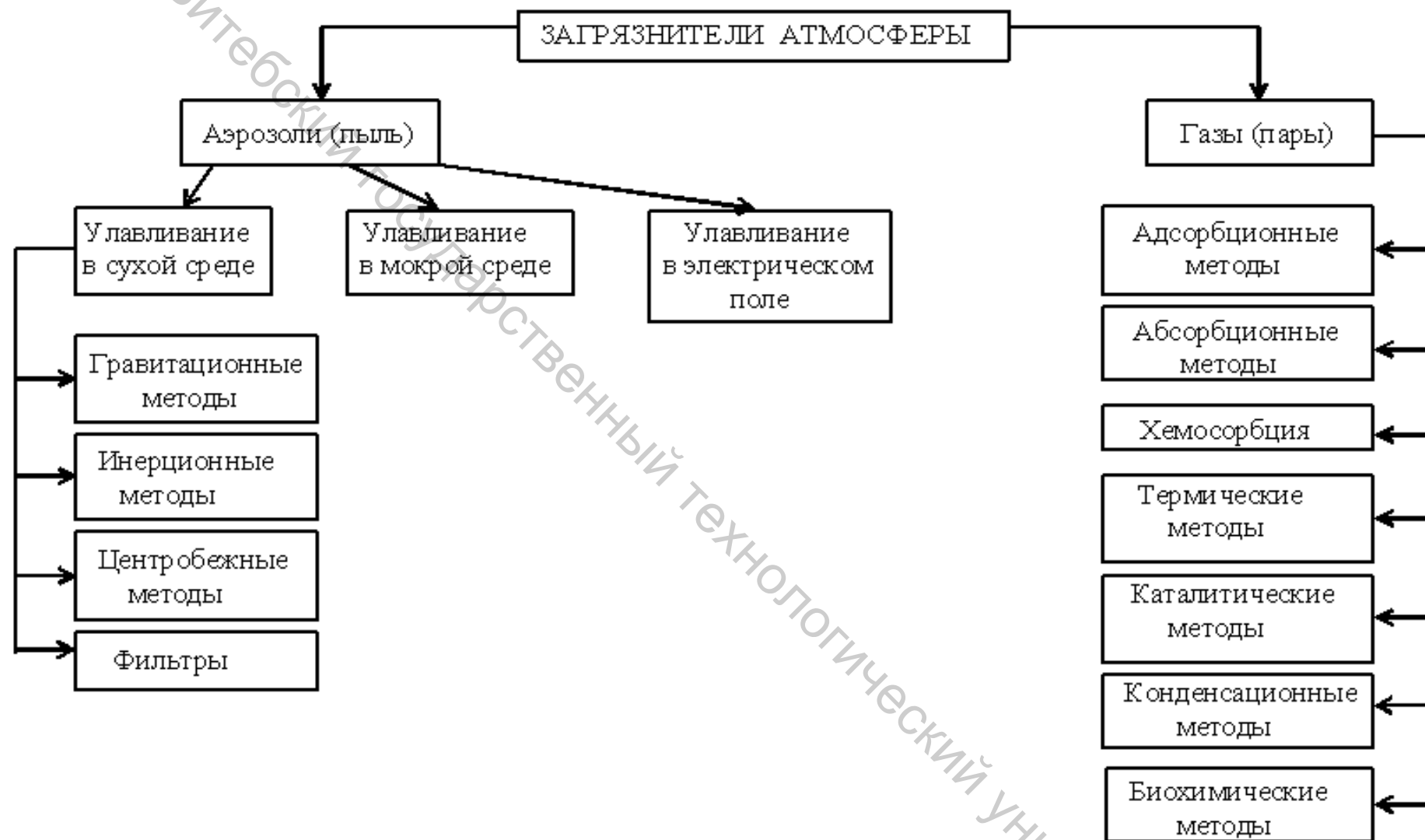


Рисунок 5.2 – Методы пыле- и газоулавливания

Центробежные пылеуловители. Данный метод пылеулавливания реализуется, как правило, в одиночных, групповых и батарейных циклонах, вихревых и динамических пылеуловителях. Принцип их работы основан на использовании центробежных сил. Эффективность улавливания частиц пыли в циклоне составляет, как правило, 80 % при диаметре 10 мкм и около 60 % при диаметре 2,5 мкм.

Перечисленные аппараты отличаются простотой изготовления и эксплуатации, их достаточно широко используют в промышленности. Однако эффективность улавливания пыли в них сравнительно невысока, и поэтому они чаще всего применяются для предварительной очистки газов от крупной пыли.

К сухим пылеуловителям относятся также фильтры. **Фильтры** используются для тонкой очистки вентиляционного воздуха. Процесс фильтрования состоит в задержании частиц примесей на пористых перегородках. Частицы задерживаются в порах, а газ полностью проходит через них. При правильной эксплуатации фильтров эффективность очистки может достигать 99 %.

Наряду с сухими пылеуловителями в промышленности используются **мокрые пылеуловители**. Они характеризуются высокой эффективностью очистки от мелкодисперсной пыли (до 0,1 мкм), а также очистки от пыли горячих и взрывоопасных газов.

Аппараты мокрой очистки работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхности капель жидкости или поверхности плёнки жидкости под действием сил инерции и броуновского движения. В качестве орошающей жидкости чаще всего используется вода. Общим недостатком аппаратов мокрого пылеулавливания является необходимость обработки сточных вод и выделение уловленной пыли в виде шлама, что связано с увеличением затрат.

Высокой степенью очистки (до 99,9 %) обладают **электрофильтры**. Очистка газов от пыли в них происходит под действием электрических сил. Электрофильтры используются для улавливания наиболее мелких частиц пыли размером до 0,01 мкм. Недостатком электрофильтров является высокое потребление электроэнергии и в связи с этим дороговизна.

Высокой степенью очистки (до 99,9 %) обладают **электрофильтры**. Очистка газов от пыли в них происходит под действием электрических сил. Электрофильтры используются для улавливания наиболее мелких частиц пыли размером до 0,01 мкм. Недостатком электрофильтров является высокое потребление электроэнергии и в связи с этим дороговизна.

МЕТОДЫ ГАЗОУЛАВЛИВАНИЯ. Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от вредных газов используются методы адсорбции, абсорбции, хемосорбции, а также термическая, каталитическая, конденсационная и биохимическая очистка.

Метод абсорбции заключается в поглощении одного или нескольких компонентов газовой смеси абсорбентом (жидким поглотителем) с образованием раствора. Используется абсорбция для очистки газов от оксидов серы, азота, углерода, галогенов и т. п.

В абсорберах для очистки применяют жидкие вещества: воду, растворы солей и др. При этом некоторые вредные вещества растворяются в абсорбенте, а другие вступают с ним в химическую реакцию. В первом случае происходит *физическая абсорбция*, во втором – *хемосорбция*.

Недостатком абсорберов является необходимость удаления отработанного сорбента, так как он может создать вторичное загрязнение, в частности, водоемов.

Метод адсорбции основан на способности некоторых твердых веществ с ультрамикроскопической внутренней структурой селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты из газовой смеси. Этот метод используется для очистки газов от паров летучих растворителей, оксидов серы и азота, паров ртути и др.

Адсорбция подразделяется на *физическую адсорбцию* и *хемосорбцию*. При физической адсорбции молекулы газа прилипают к поверхности твердого тела под действием межмолекулярных сил притяжения, при хемосорбции – вступают с ним в химическую реакцию и удерживаются химическими силами.

В качестве адсорбентов, или поглотителей, применяют пористые материалы с высокоразвитой внутренней поверхностью: активированный уголь, активированный глинозем, силикагель, алюмогель и другие.

Метод хемосорбции основан на поглощении газов и паров твердыми и жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений. Для проведения очистки методом хемосорбции используется такое же оборудование, как при абсорбции и адсорбции.

Термические методы очистки выбросов основаны на способности токсичных компонентов окисляться до менее токсичных при наличии свободного кислорода и высокой температуры газовой смеси (600 – 800°C). Они применимы для обезвреживания практически любых паров и газов, продукты горения которых менее токсичны, чем исходные вещества. Указанный метод получил широкое распространение в связи с

высокой эффективностью обезвреживания, универсальностью, простотой аппаратного оформления и обслуживания, низкой стоимостью.

Каталитические методы очистки используют для превращения токсичных компонентов промышленных выбросов в вещества безвредные или менее вредные для окружающей среды на поверхности твердых катализаторов. В качестве катализаторов применяются металлы платиновой группы (палладий, платина, радий) или более дешевые, но менее эффективные и стабильные в эксплуатации составы, включающие никель, медь, цинк, ванадий и др. Каталитическое окисление осуществляется при температуре 250 – 450 °С. Указанная температура существенно ниже, чем при термическом окислении. Кроме того, каталитическое окисление выгодно отличается от термического кратковременностью протекания процесса.

В основе **метода конденсации** лежит явление конденсации паров летучих растворителей при понижении температуры. Смесь паров растворителя с воздухом предварительно охлаждается в теплообменнике, а потом конденсируется на поверхности и удаляется.

Биохимические методы газоочистки основаны на способности микроорганизмов разрушать и преобразовывать различные соединения. Разложение веществ происходит под действием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами. Биохимические методы более всего применимы для очистки отходящих газов постоянного состава. При частом изменении состава газа микроорганизмы не успевают адаптироваться к новым веществам и вырабатывают недостаточное количество ферментов для разложения. Высокий эффект газоочистки достигается при условии, что скорость биохимического окисления уловленных веществ больше скорости их поступления из газовой фазы.

Рассеивание выбросов в атмосфере. Рассмотренные выше мероприятия не всегда дают желаемый результат в силу целого ряда причин. Поэтому до настоящего времени приходится прибегать к отведению выбросов, содержащих остаточное количество загрязнителей, в верхние слои атмосферы через высокие трубы. Сущность метода заключается в том, что мощные потоки дымовых газов, двигаясь в трубе с высокой скоростью за счет естественной тяги, рассеиваются на значительном расстоянии от источника загрязнения. С увеличением высоты выброса степень рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере возрастает, а их концентрация снижается до допустимых значений в воздушном слое, прилегающем к земной поверхности.

Распределение концентрации примесей в атмосфере от организованного высокого источника выбросов представлено на рисунке 5.3.

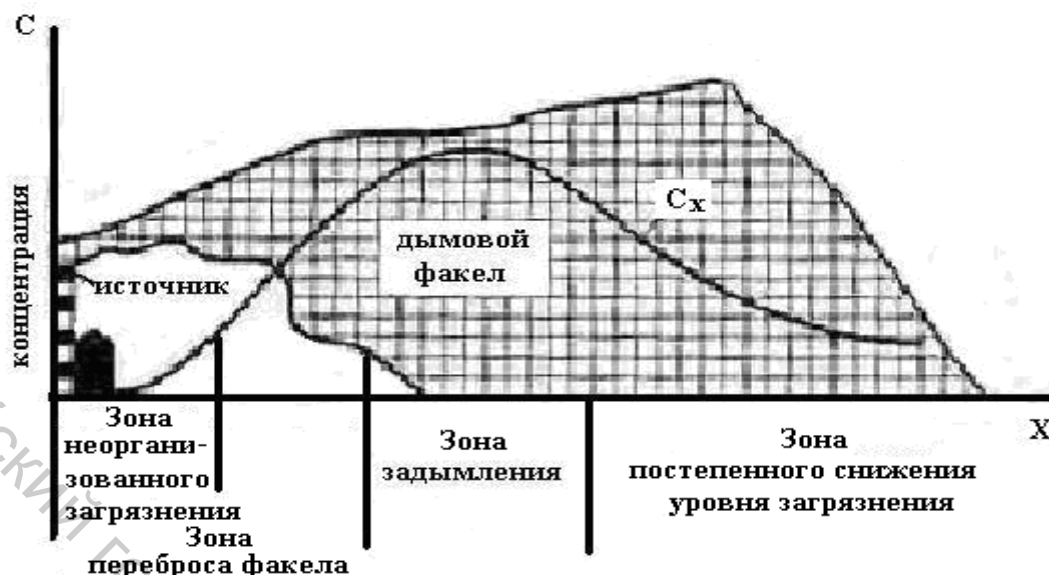


Рисунок 5.3 – Распределение концентрации примесей в атмосфере от организованного высокого источника выбросов

По мере удаления от источника в направлении распространения промышленного выброса можно условно выделить три зоны загрязнения атмосферы:

- 1) зону переброса факела выброса, характеризующуюся относительно невысоким содержанием вредных веществ в приземном слое;
- 2) зону задымления с максимальным содержанием вредных веществ;
- 3) зону постепенного снижения уровня загрязнения.

Зона задымления наиболее опасна для населения и должна быть исключена из жилой застройки. Размеры этой зоны находятся в пределах 10 – 49 высот источника.

Рассмотренный способ примитивен и не снижает загрязнения атмосферы в целом, так как общая масса выброса при его использовании не уменьшается. Тем не менее, он широко применяется в настоящее время, поскольку не все производства работают по безотходной технологии и не для всех выбросов разработаны эффективные способы очистки.

5.6.3 Планировочные мероприятия

Планировочные мероприятия позволяют при постоянстве валовых выбросов существенно снизить их воздействие на человека. При разработке этих мероприятий особое внимание уделяется выбору площадки для места строительства хозяйственных объектов и взаимному

расположению производственных зданий и жилых массивов.

Площадка для строительства предприятий должна выбираться с учетом аэроклиматической характеристики и рельефа местности. Промышленный объект должен располагаться на ровном возвышенном месте, хорошо продуваемом ветрами. Площадка жилой застройки не должна находиться выше площадки предприятия, так как в этом случае теряется преимущество высоких труб, применяемых для рассеивания промышленных выбросов.

Взаимное расположение предприятий и населенных пунктов определяется с учетом господствующих ветров в данной местности. Направление господствующего ветра устанавливается по средней розе ветров теплого периода года. Промышленный объект, являющийся источником выделения вредных веществ, должен располагаться за чертой населенного пункта, с подветренной стороны от жилых массивов, т. е. так, чтобы выбросы уносились в сторону от жилых кварталов.

Цехи, выделяющие наибольшее количество вредных веществ, следует располагать по краю производственной территории со стороны, противоположной к населенному пункту. Кроме того, взаимное расположение цехов должно быть таким, чтобы при направлении ветров в сторону жилых кварталов их выбросы не объединялись.

Для защиты воздушной среды в населенных пунктах от воздействия вредных веществ, запахов, повышенных уровней шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн, ионизирующих излучений и других факторов, возникающих при работе предприятия, устраивают санитарно-защитные зоны.

Санитарно-защитная зона – это территория, отделяющая промышленный объект от жилой застройки. Она предназначена для решения следующих задач:

- обеспечения снижения уровня воздействия до установленных гигиенических нормативов по всем факторам воздействия за ее пределами;
- создания санитарно-защитного барьера между территорией предприятия и территорией жилой застройки;
- организации дополнительных озелененных площадей, обеспечивающих экранирование, ассимиляцию и фильтрацию загрязнителей атмосферного воздуха и повышение комфортности микроклимата.

Размеры санитарно-защитных зон устанавливаются в зависимости от мощности предприятия, условий осуществления технологического процесса, характера и количества выделяющихся вредных факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на среду обитания и здоровье человека.

В СанПиН от 30.06.2009 № 78 «Гигиенические требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных

объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду» приведена санитарная классификация предприятий. Согласно этой классификации все предприятия разделены на пять классов опасности, и для каждого класса установлен минимальный размер санитарно-защитной зоны. Для предприятий I класса опасности – 1000 м, II класса опасности – 500 м, III класса – 300 м, IV класса – 100 м, V класса – 50 м.

Предприятия с технологическими процессами, не выделяющими в атмосферу вредных веществ, допускается размещать в пределах жилых районов. Основная масса предприятий текстильной и легкой промышленности относится к IV и V классам опасности.

Санитарно-защитную зону нельзя рассматривать как резервную территорию предприятия и использовать ее для расширения промышленной площадки. Вместе с тем в ее границах допускается размещать объекты меньшего класса опасности, чем основное производство, а также пожарные депо, гаражи, склады, здания управления, автостоянки и т. п.

Для максимального ослабления влияния на население производственных загрязнений санитарно-защитные зоны должны быть озеленены газоустойчивыми породами деревьев и кустарников. В соответствии с требованиями СанПиН площадь озеленения санитарно-защитной зоны предприятий IV и V классов опасности должна быть не менее 60 % ее общей площади.

5.6.4 Контроль и регулирование состояния воздушной среды (контрольно-запретительные мероприятия)

Контроль и регулирование состояния воздушной среды осуществляются путем установления нормативов качества воздуха, нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ и вредных физических воздействий, инвентаризации выбросов, контроля источников загрязнения атмосферы, запрещения производства отдельных токсичных продуктов и др.

Правовой базой для проведения этого вида мероприятий является закон РБ “Об охране атмосферного воздуха” и другие нормативно-правовые акты, которые устанавливают правовые и организационные основы хозяйственной деятельности в области использования и охраны атмосферного воздуха.

Нормативной основой управления охраной атмосферы являются стандарты, которые содержат: классификацию загрязняющих веществ по составу, требования к методам определения загрязняющих веществ в атмосфере, правила контроля качества воздуха населенных пунктов,

правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями и пр.

Большое значение для охраны воздуха населенных пунктов имеют санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1.13–5–2006 «Гигиенические требования к проектированию, содержанию и эксплуатации производственных предприятий» и СанПиН от 30.06.2009 № 78 «Гигиенические требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду». Они содержат требования к выбору площадки для строительства промышленного объекта, требования к проектированию схем застройки, санитарно-защитным зонам и т. п. Запрещается ввод в эксплуатацию объектов, не соответствующих требованиям законодательства об охране атмосферного воздуха.

Не допускается размещать промышленные объекты, являющиеся источниками загрязнения атмосферы, на территориях с уровнем загрязнения, превышающим установленные нормативы. Реконструкция, расширение и техническое перевооружение действующих объектов на таких территориях разрешаются только при условии сокращения на них выбросов в атмосферу до значений НДВ с учетом перспектив развития.

Субъекты хозяйствования, деятельность которых связана с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, обязаны оснащать источники выбросов сооружениями, оборудованием и аппаратурой для очистки этих выбросов, а также средствами контроля за количественным и качественным составом выбрасываемых веществ.

Предприятия, выбрасывающие в атмосферный воздух более 0,001 т загрязняющих веществ в год, обязаны систематически не реже одного раза в три года проводить инвентаризацию выбросов, т. е. исследование характеристик источников выделения вредных веществ в атмосферу. Инвентаризация проводится службами предприятия совместно со специализированными научными или пусконаладочными организациями, имеющими аккредитованные лаборатории.

Контроль за соблюдением НДВ осуществляется систематически по графику самими предприятиями-природопользователями, а также органами государственного надзора в соответствии с Инструкциями: о порядке проведения локального мониторинга окружающей среды юридическими лицами, осуществляющими эксплуатацию источников вредного воздействия на окружающую среду; об организации производственного контроля в области охраны окружающей среды.

Нарушение установленных нормативов при воздействии на атмосферный воздух влечет за собой ограничение, приостановление выбросов вплоть до прекращения деятельности предприятий.

Тема 6. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

6.1 Эколого-экономическое значение гидросферы

Гидросфера – одна из важнейших составляющих биосферы, объединяющая все свободные воды Земли. Она занимает около 70 % поверхности планеты. Общие запасы воды в свободном состоянии составляют 1386 млн. км³. Если этой водой равномерно покрыть земной шар, то ее слой составит 3700 метров. В то же время, 97 – 98 % воды – это соленые воды морей и океанов, и лишь 2 – 3 % – пресная вода, пригодная для жизни. 75 % пресной воды на Земле находится в труднодоступных местах: на полюсах в виде льда, в подземных горизонтах. Таким образом, менее 1 % от общего количества имеющейся на планете воды доступно живым организмам.

Вода входит в состав всех элементов биосферы. Она является составной частью не только водоемов, но и воздуха, почвы, живых существ. Это не только самое распространенное природное соединение, но, вместе с тем, и самое удивительное вещество на нашей планете.

- Вода – единственное вещество, встречающееся в природе одновременно во всех трех агрегатных состояниях, – твердом, жидком и газообразном.
- Вода – универсальный растворитель, поскольку растворяет больше солей и других веществ, чем любое другое вещество.
- Вода имеет очень редкую способность расширяться при замерзании, благодаря чему лед имеет плотность меньше единицы и плавает на поверхности воды, оставшейся под ним в жидкой фазе. Это свойство воды спасает водные организмы от замерзания.
- Вода – очень прочное химическое соединение.
- Вода имеет самое большое из всех жидкостей поверхностное натяжение, что обуславливает ее высокую капиллярность.
- Газообразная вода – водяной пар легче воздуха, благодаря чему возможно образование облаков и перенос воды в атмосфере.
- Вода имеет очень высокую диэлектрическую проницаемость: химически чистая вода – плохой проводник, но даже следы солей превращают ее в хороший проводник.

Вода – это источник жизни, без нее невозможно существование ни животных, ни растений, ни человека. Она входит в состав клеток и тканей любого животного и растения. Сложнейшие реакции в животных и растительных организмах могут протекать только при наличии воды. Тело человека на 65 % состоит из воды. Тела животных содержат, как правило, не менее 50 % воды. Растения также содержат много воды: картофель – 80 %, помидор – 95 % и т. д.

Под влиянием солнечной энергии и сил гравитации воды Земли могут переходить из одного состояния в другое и находятся в непрерывном движении. Круговорот воды увязывает воедино все части биосферы, образуя в целом замкнутую систему: океан – атмосфера – суша.

Гидросфера играет решающую роль в формировании особых черт планеты. Она принимает участие в процессах обмена кислородом и углекислым газом с атмосферой, способствует поддержанию относительно неизменного климата на Земле. Океаны и моря оказывают смягчающее, регулирующее воздействие на температуру воздуха, накапливая тепло летом и отдавая его атмосфере зимой. В океане происходит циркуляция и перемешивание теплых и холодных вод.

В гидросфере протекает основное количество химических реакций, обуславливающих воспроизводство биомассы и химическую очистку биосферы.

Гидросфера обладает мощной самоочищающей способностью. Самоочищение вод – совокупность процессов, направленных на восстановление экологического благополучия водного объекта. Условно можно выделить физические, химические и биологические факторы самоочищения водоемов. Среди физических факторов первостепенное значение имеют разбавление, растворение и перемешивание веществ, оседание в воде нерастворимых осадков, а также отстаивание загрязненных вод. Важным физическим фактором самоочищения является ультрафиолетовое излучение Солнца. Под его влиянием гибнут бактерии, вирусы, микробы. Из химических факторов самоочищения следует отметить окисление органических и неорганических веществ кислородом, растворенным в воде. Активную роль в самоочищении гидросферы играет совокупная деятельность всех населяющих водоемы организмов. В процессах жизнедеятельности они окисляют (разлагают) органические загрязнители.

Гидросфера является важным источником ценного сырья, топлива и продовольствия для людей и других обитателей суши. Кроме того, океаны, моря, реки и другие водоемы представляют собой природные пути сообщения и имеют рекреационное значение.

Исходя из приведенной выше информации, можно выделить экологические и экономические функции гидросферы.

Экологические функции воды и гидросферы в целом:

- создает условия жизни на Земле;
- является всеобщим растворителем;
- оказывает влияние на погодные и климатические процессы;
- участвует в газообмене;
- среда распространения света, звука, заболеваний;
- выполняет самоочищение.

Экономические функции:

- используется в процессах производства промышленности и сельского хозяйства;
- используется в качестве транспортных путей;
- является источником энергии;
- является источником продуктов питания;
- используется в рекреационных целях.

6.2 Основные направления использования водных ресурсов

Водные ресурсы – это все пригодные для хозяйственного использования запасы воды, включая морские, речные, озерные, подземные, почвенные и др.

В деятельности людей вода находит самое широкое применение. Она является материалом, используемым в промышленности: входит в состав различных видов продукции и технологических процессов, выступает в роли теплоносителя, служит для целей обогрева. Сила падения воды приводит в действие турбины гидроэлектростанций. Водный фактор является определяющим при размещении и развитии ряда промышленных производств, прежде всего химической и нефтехимической промышленности, черной и цветной металлургии, электроэнергетики, некоторых отраслей лесной, легкой и пищевой промышленности. Широко используется вода в строительстве, сельскохозяйственной деятельности человека.

Хозяйственное водопользование может осуществляться с изъятием воды из источника и без него. В связи с этим различают **водопотребление** и **водопользование**. При водопользовании водные ресурсы используются для ведения рыбного хозяйства, судоходства, гидроэнергетики. При водопотреблении вода изымается из ее источников и используется в быту, промышленности и сельском хозяйстве.

Классификация вод по целевому назначению представлена на схеме (рисунок 6.1).

Согласно данной классификации, вода может быть разделена на три группы. Часть ее используется на питьевые и хозяйственно-бытовые нужды. В сельском хозяйстве воду используют для полива сельскохозяйственных культур. В промышленности вода (техническая) используется для получения пара и нагрева оборудования, помещений, продукции (энергетическая вода); для охлаждения в теплообменных аппаратах (охлаждающая вода); в технологических процессах (технологическая вода). Таким образом, вода может быть сырьем, источником энергии, хладагентом, растворителем и т. д.

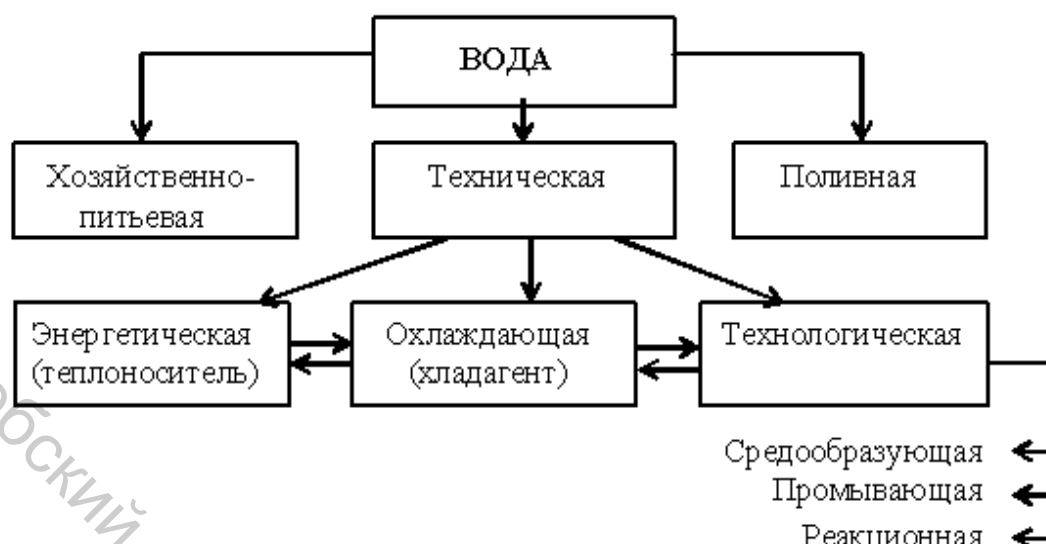


Рисунок 6.1 – Классификация вод по целевому назначению

Водоёмкость всего человеческого хозяйства в XX столетии увеличилась в 12 раз и достигла 5 тыс. км³ в год. Это почти 14 % годового стока всех рек мира, которые остаются преобладающим источником водоснабжения. Около 70 % мирового водопотребления приходится на сельское хозяйство, 13 % – на промышленность, 10 % – на коммунально-бытовые нужды, 7 % – на собственные нужды водного хозяйства (гидроэнергетика, судоходство, рыбное хозяйство и др.).

На первое место по объёму потребления воды в мире вышло сельское хозяйство. Для того чтобы обеспечить продуктами питания все возрастающее население Земли, необходимы огромные затраты воды в земледелии и животноводстве. Так, для выращивания 1 т пшеницы, риса или хлопка требуется 1,5, 4 и 10 тыс. т воды соответственно.

В Республике Беларусь основным потребителем воды является жилищно-коммунальное хозяйство. На бытовое обслуживание населения используется около 47 % всего водопотребления. Потребление воды на душу населения в среднем составляет 220 – 320 л в сутки, в то время как в странах Евросоюза 120 – 150 л. В связи с этим в 2011 году введена норма потребления воды на одного человека, которая составила 140 л в сутки.

Увеличение водопотребления связано с быстрым ростом промышленного производства. Водоёмкость разных производств зависит от вида выпускаемой продукции, применяемых технических средств и технологических схем водоснабжения. Так, на производство 1 т угля расходуется в среднем 0,6 м³ воды, стали – 40, бумаги – 900, резины – 2300, синтетических волокон – до 5000 м³. Большие объёмы воды требуются для охлаждения энергоблоков. В РБ на нужды промышленности используется 27 % общего водопотребления.

6.3 Загрязнение водных объектов

Интенсивное использование водных ресурсов влечет за собой резкое изменение их качественных параметров в результате сброса в воду самых разнообразных загрязнителей антропогенного происхождения.

Ежегодно в водные объекты сбрасывается 160 км³ промышленных стоков, в почвы вносится свыше 500 млн. т минеральных удобрений и около 3 млн. т ядохимикатов, треть которых смывается поверхностными стоками в водоемы. Сюда же в огромных количествах попадают хлорорганические токсины, радионуклиды, тяжелые металлы. 30 % поверхности океана покрыто нефтепродуктами, которые затрудняют поступление кислорода из атмосферы в воду.

Около 1,3 млрд. человек пользуются в быту загрязненной водой. В результате – эпидемии холеры, тифа и других инфекционных заболеваний. Загрязнение рек и морей сопровождается размножением микроорганизмов, массовой гибелью рыб и других водных животных и растений.

Общая масса загрязнителей гидросферы огромна – около 15 млрд. т в год. К наиболее опасным загрязнителям относятся соли тяжелых металлов, фенолы, пестициды и другие органические яды, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и другие моющие средства, минеральные удобрения. Кроме химического загрязнения, определенное значение имеют также механическое, тепловое, радиоактивное и биологическое загрязнения.

Воды, использованные на бытовые, производственные или другие нужды и загрязненные различными примесями, изменившими первоначальный химический состав и физические свойства воды, называются **сточными водами**. Сточными являются также воды, стекающие с территорий населенных пунктов и промышленных предприятий в результате выпадения атмосферных осадков или поливки улиц.

Сточные воды представляют собой сложные гетерогенные смеси, содержащие примеси органического и минерального происхождения, которые находятся в нерастворенном, коллоидном и растворенном состоянии. В зависимости от происхождения, вида и состава они подразделяются на три основные категории:

- **бытовые**, поступающие от жилых и общественных зданий, а также бытовых помещений предприятий;
- **производственные** – воды, использованные в технологических процессах и не отвечающие более требованиям, предъявляемым к их качеству;
- **атмосферные (поверхностные)** – дождевые и талые воды, а также воды, образующиеся в результате смывания дождевой, талой и поливочной водой примесей, скапливающихся на тер-

риториях населенных пунктов и предприятий, крышах и стенах зданий.

Главными источниками антропогенного загрязнения гидросферы служат:

- сточные воды промышленных предприятий;
- сточные воды коммунального хозяйства городов и других населенных пунктов;
- стоки систем орошения, поверхностные стоки с полей и других сельскохозяйственных объектов;
- атмосферные выпадения загрязнителей на поверхность водоемов;
- преднамеренное захоронение на дне морей и океанов различных токсических отходов (в том числе радиоактивных);
- утечка и аварийные выбросы загрязняющих веществ с судов и из подводных трубопроводов.

6.4 Оценка состояния и нормирование качества воды водоемов

Нормирование качества воды рек, озер и водохранилищ проводится в соответствии с санитарными правилами и нормами СанПиН 2.1.2.12–33–2005 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения». Согласно указанным правилам, все водные объекты делятся на две категории водопользования:

- 1) питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности;
- 2) рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест.

Оценка состояния воды в водоемах осуществляется на основе сопоставления фактических и нормативных значений показателей качества воды. Правила устанавливают следующие нормативы качества воды водоемов:

- содержание плавающих примесей и взвешенных веществ;
- органолептические показатели (запах, привкус, окраска);
- температура воды;
- значение pH;
- состав и концентрации минеральных примесей;
- состав и предельно допустимая концентрация вредных веществ и болезнетворных бактерий;
- количество растворенного в воде кислорода;
- биохимическая потребность воды в кислороде;
- химическая потребность воды в кислороде.

Общие требования к качеству воды водоемов представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Общие требования к качеству воды водоемов

Определяемые показатели	Категории водопользования	
	Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
1	2	3
Взвешенные вещества	При сбросе сточных вод, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на	
	0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
	Для водных объектов, содержащих в межень более 30 мг/дм ³ природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5 %. Взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются	
Плавающие примеси	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление других примесей	
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике	
	20 см	10 см
Запахи	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов:	
	обнаруживаемые непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно
Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5 – 8,5	
Минерализация воды	Не более 1000 мг/дм ³ , в т. ч.: хлоридов – 350 мг/дм ³ ; сульфатов – 500 мг/дм ³	

Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/дм ³ в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня	
Биохимическое потребление кислорода (БПК 5)	Не должно превышать при температуре 20 °С:	
	2 мгО ₂ /дм ³	4 мгО ₂ /дм ³
Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость), ХПК	Не должно превышать:	
	15 мгО ₂ /дм ³	30 мгО ₂ /дм ³
Химические вещества	Не должны содержаться в воде водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ	
Возбудители кишечных инфекций	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций	

Наличие в воде вредных веществ ограничивается установлением предельно допустимых концентраций.

ПДК_В (г/м³) – предельно допустимая концентрация вещества в воде водоемов питьевого и хозяйственно-бытового водопользования. Эта концентрация не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений, а также не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

При отсутствии значений ПДК временно устанавливаются величины **ориентировочно допустимых уровней (ОДУ)** воздействия веществ.

Сбрасывать в водоемы воду, содержащую вещества, для которых не установлены значения ПДК или ОДУ, запрещается.

Значение pH характеризует кислотные свойства среды. Вода водоемов должна иметь нейтральную среду, т. е. находиться в пределах от 6,5 по 8,5. Отклонение в меньшую сторону ведет к усилению кислотности, в сторону увеличения – к усилению щелочных свойств.

Общий уровень загрязнения водоемов может характеризоваться количеством кислорода, расходуемым на окисление загрязнителей. При этом различают биохимическую (БПК) и химическую (ХПК) потребности в кислороде.

Под **биохимической потребностью воды в кислороде БПК** (мг О₂/л) понимается такое количество кислорода в воде, которое требуется живым организмам для окисления органических загрязнителей, присутствующих в воде, за определенный промежуток времени. Процесс биохимического окисления протекает медленно, поэтому БПК записывает-

ся с индексом, обозначающим количество суток, в течение которых шло окисление: БПК₅, БПК₁₀ и т. д. Причем, БПК₅ < БПК₁₀. С увеличением индекса БПК стремится к какой-то предельной величине. Эту максимальную величину называют полной биохимической потребностью (БПК_п). При полном окислении органическое вещество разлагается до углекислого газа и воды, т. е. веществ, не опасных для окружающей среды.

Однако в воде содержатся не только органические, но и другие более стойкие загрязнители. Для характеристики их содержания используется **химическая потребность в кислороде**. Под **ХПК** (мг О₂/л) понимается величина, характеризующая общее содержание в воде восстановителей, реагирующих с сильными окислителями. ХПК выражается количеством кислорода, эквивалентным количеству расходуемого окислителя, необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде. На практике окисление пробы сточной воды производится раствором бихромата калия в серной кислоте.

Химическое окисление намного полнее и глубже, чем биохимическое, поэтому ХПК всегда больше БПК. Отношение БПК_п/ХПК называется биохимическим показателем. По его величине судят о возможности и степени очистки сточных вод биологическим методом.

Контроль требований к нормируемым показателям качества воды водоемов осуществляется периодическим отбором и анализом проб воды из поверхностных водоемов.

Чтобы сохранить качество воды в водоемах, для каждого источника сброса сточных вод устанавливается норматив допустимого сброса (предельно допустимый сброс) веществ со сточными водами в водные объекты.

Норматив допустимого сброса (предельно допустимый сброс) – это масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контролируемом пункте.

$$ПДС = q_{см} C_{см} \quad (\text{г/ч}),$$

где $q_{см}$ – максимальный часовой расход сточных вод, м³/ч;

$C_{см}$ – концентрация загрязняющего вещества, г/м³.

При сбросе сточных вод в черте населенного пункта $C_{ст}$ устанавливается на уровне ПДК.

Для общей характеристики загрязнения водоемов используется индекс загрязнения водоема (ИЗВ).

$$ИЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C}{ПДК_i},$$

где C – среднее значение концентрации загрязняющих веществ, мг/л;

6 – строго лимитированное число контролируемых веществ, включая растворенный кислород, легко окисляемые органические вещества (по БПК₅), азот аммонийный, азот нитридный, нефтепродукты, фосфаты.

6.5 Рациональное использование водных ресурсов

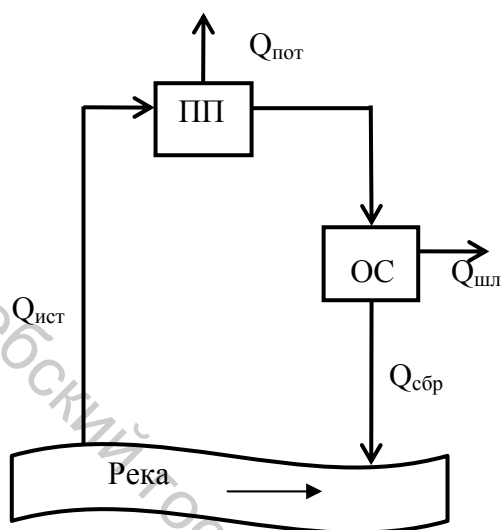
При проектировании вновь строящихся и реконструируемых систем водоотведения населенных пунктов и промышленных предприятий необходимо предусматривать мероприятия, направленные на рациональное и экономное использование водных ресурсов. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения запрещают сбрасывать в водоемы сточные воды, если этого можно избежать, применяя более рациональную технологию, безводные процессы, системы повторного и оборотного водоснабжения, а также, если сточные воды содержат ценные отходы, которые можно использовать.

Замена воды, используемой для энергетических и технологических нужд, воздухом или другими более дешевыми природными ресурсами, позволяет существенно сократить водоемкость некоторых производственных процессов. Примерами безводных технологий могут служить воздушное отопление и охлаждение, пенные технологии отделки изделий.

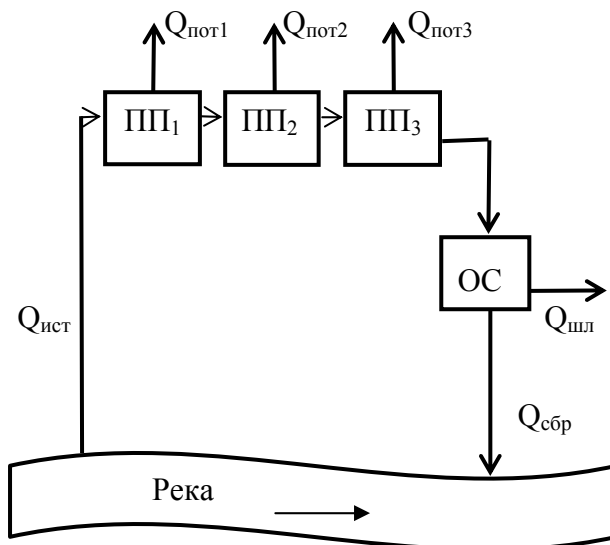
Сущность пенной технологии состоит в замене большей части жидкости в отделочных средах на воздух или сверхкритический диоксид углерода, ресурсы которых практически не ограничены. Вследствие применения данной технологии в 3 – 4 раза снижается влагосодержание обрабатываемого материала, на 40 % сокращаются расход энергии на удаление влаги в процессах тепловой обработки и объем промышленных сточных вод. Экономия воды составляет примерно 30 %.

Существенно сократить водопотребление позволяют современные системы рационального водоснабжения. В настоящее время все чаще вместо прямоточной системы водообеспечения находят применение повторная (последовательная), оборотная или замкнутая системы.

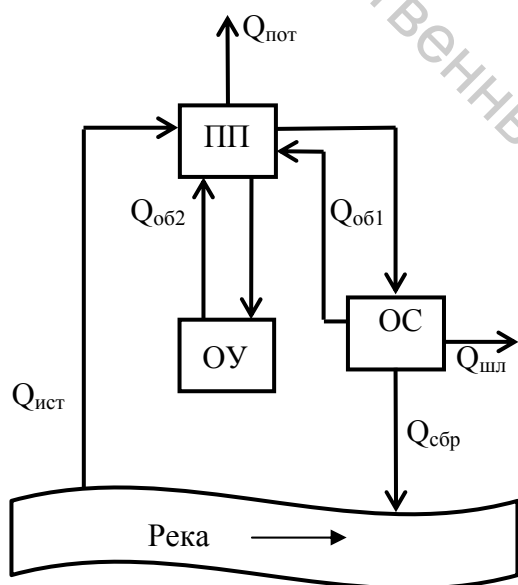
При **прямоточном** водообеспечении (рисунок 6.2 а) вся забираемая из источника вода $Q_{ист}$ после технологического процесса возвращается в водоем, за исключением того количества воды $Q_{пот}$, которое безвозвратно расходуется в производстве, а также удаляется на очистных сооружениях вместе с осадком (шламом) $Q_{шл}$.



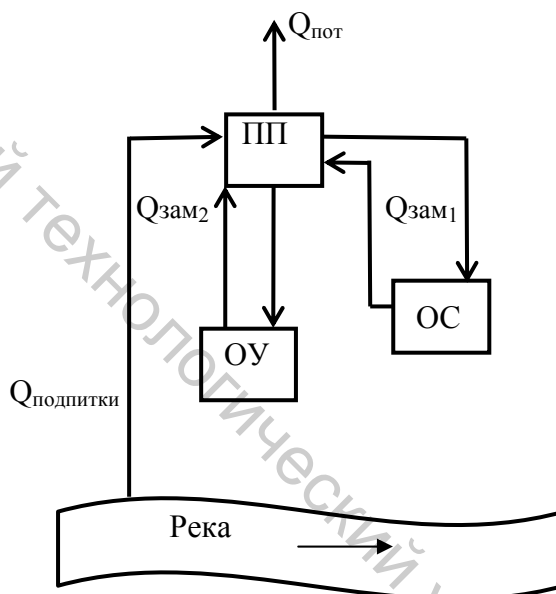
а



б



в



г

Рисунок 6.2 – Схемы водообеспечения промышленных предприятий: а) прямоточная; б) повторно-последовательная; в) оборотная; г) замкнутая

ПП – производственный процесс; ОС – очистные сооружения; ОУ – охлаждающая установка; $Q_{ист}$ – вода, подаваемая от источника; $Q_{пот}$ – вода безвозвратно потребляемая предприятием; $Q_{шл}$ – вода, удаляемая со шламом; $Q_{сбр}$ – вода, сбрасываемая в водоем; $Q_{об1}$ – оборотная вода после очистки; $Q_{об2}$ – оборотная вода после охлаждающих установок; $Q_{подпитки}$ – вода, подаваемая на восполнение потерь в системе; $Q_{зам1}$ – вода, возвращаемая в процесс после очистки; $Q_{зам2}$ – вода, возвращаемая в процесс после охлаждения

Широкое распространение получило **повторное (последовательное)** использование воды. При этой системе водоснабжения вода используется последовательно в нескольких производственных процессах (оборудовании) без дополнительной обработки (очистки) или после соответствующей обработки (очистки) (рисунок 6.2 б). Особенно часто такой способ встречается в отделочном производстве при промывке или крашении продукции.

В ряде отраслей промышленности 90 – 95 % сточных вод используется в системах **оборотного** водообеспечения. Эти системы предназначены для многократного использования воды в технологических процессах после ее охлаждения или очистки. Схема оборотного водоснабжения показана на рисунке 6.2 в. При оборотном водоснабжении предусматривается очистка сточной воды, охлаждение оборотной воды, обработка и повторное использование сточной воды. Применение оборотного водоснабжения позволяет в 10 – 50 раз уменьшить потребление природной воды.

Основным направлением уменьшения сброса сточных вод и загрязнения ими водоемов является создание замкнутых систем водного хозяйства (рисунок 6.2 г). Под **замкнутой системой** водного хозяйства промышленного предприятия понимается система, в которой вода используется в производстве многократно без очистки или после соответствующей обработки, исключая образование каких-либо отходов и сброс сточных вод в водоем. Подпитка замкнутых систем свежей водой допускается в случае, если недостаточно очищенных сточных вод для восполнения потерь воды в этих системах. Свежая вода расходуется только для питьевых и хозяйственно-бытовых целей.

Создание оборотных и замкнутых систем водоснабжения – наиболее перспективный путь уменьшения потребления свежей воды.

6.6 Основные направления охраны водных ресурсов

В целях предотвращения истощения водных ресурсов и улучшения качества поверхностных и подземных вод, проводятся различные организационно-технические мероприятия: ведется учет водных объектов в водном кадастре; рассчитываются водохозяйственные балансы, учитывающие приход и расход воды в республике; устанавливаются нормы потребления воды субъектами хозяйствования и населением и т. п.

Важным мероприятием по сохранению качества природной воды является очистка сточных вод. Методы очистки сточных вод многообразны. Их классификация приведена на схеме (рисунок 6.3).

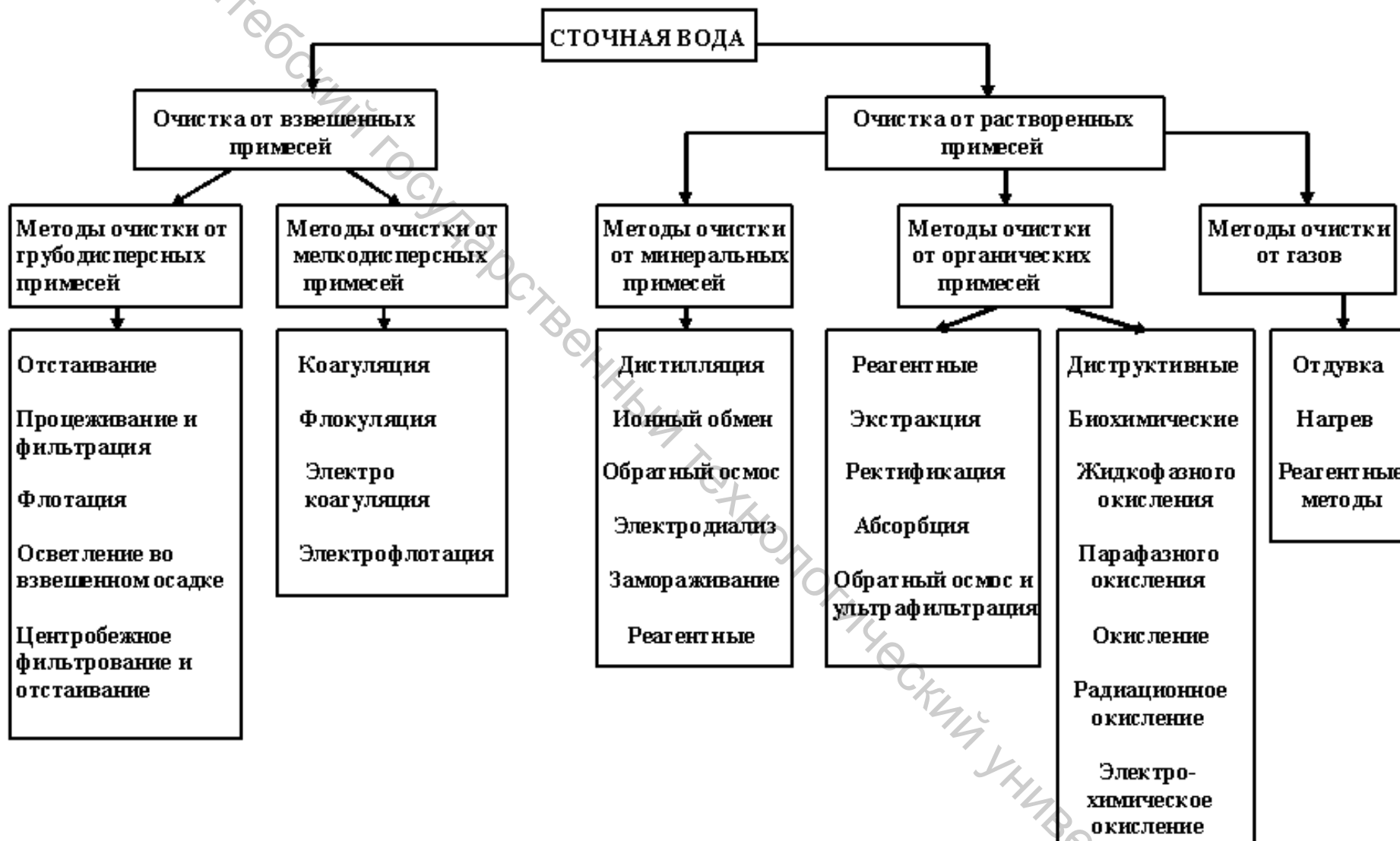


Рисунок 6.3 – Методы очистки сточных вод

В целом все методы очистки производственных и бытовых сточных вод можно разделить на пять групп:

- 1) механические;
- 2) биохимические (биологические);
- 3) физико-химические;
- 4) химические;
- 5) термические.

Механическая очистка применяется для выделения из сточных вод грубодисперсных взвешенных частиц нерастворимых минеральных и органических примесей. Как правило, эта очистка является предварительной и предназначена для подготовки сточных вод к биологическим и физико-химическим методам очистки. К механическим методам очистки относятся: процеживание; отстаивание; удаление всплывающих примесей; удаление взвешенных частиц под действием центробежных сил и отжиманием; фильтрование.

Биохимические (биологические) методы очистки широко применяются на практике для обработки бытовых и производственных сточных вод. В их основе лежит процесс биологического окисления органических соединений, содержащихся в воде. Биологическое окисление осуществляется микроорганизмами: бактериями, простейшими, а также некоторыми более высокоорганизованными организмами – водорослями, грибами и т. п.

Физико-химические методы очистки используют для удаления из сточных вод тонкодисперсных взвешенных частиц (твердых и жидких) с размером до 10 мкм, растворимых газов, минеральных и органических веществ. К ним относятся методы коагуляции, флокуляции, флотации, адсорбции, ионного обмена, экстракции, выпаривания, дистилляции, обратного осмоса и др.

Химические методы очистки сточных вод применяются для удаления растворимых веществ и включают в себя методы нейтрализации, окисления и восстановления. Эти методы связаны с расходом различных реагентов, поэтому требуют больших денежных затрат.

Термические методы очистки используются для обезвреживания сточных вод, содержащих различные минеральные соли (Ca, Mg, Na и др.) и органические вещества. К этим методам относятся: концентрирование сточных с последующим выделением растворенных веществ, термическое окисление органических веществ кислородом воздуха при высоких температурах в присутствии катализатора и др.

Общая схема очистки сточных вод представлена на рисунке 6.4.

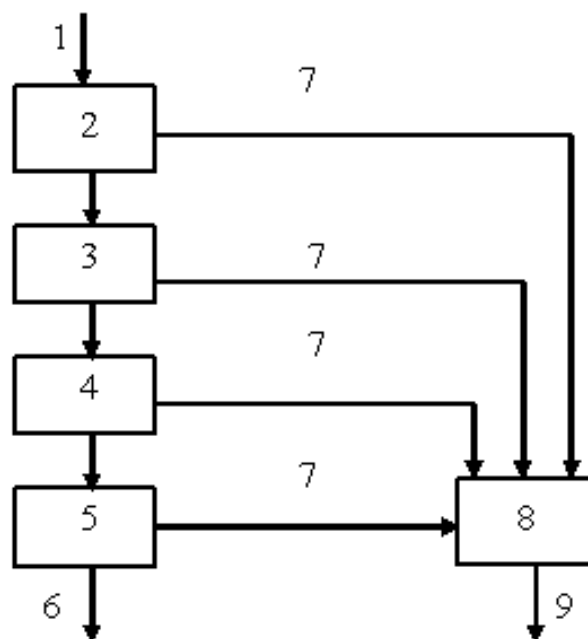


Рисунок 6.4 – Общая схема очистки сточных вод:

1 – необработанные сточные воды; 2 – сооружения механической очистки; 3 – сооружения биологической очистки; 4 – сооружения глубокой очистки; 5 – сооружения по обеззараживанию сточных вод; 6 – очищенные сточные воды; 7 – осадок или избыточная биомасса; 8 – сооружения по обработке осадка; 9 – обработанный осадок

6.7 Правовое и экономическое регулирование охраны водных ресурсов

Правовую основу управления водными ресурсами составляют Водный кодекс Республики Беларусь, Закон Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» и другие нормативные правовые акты.

Водный кодекс Республики Беларусь устанавливает права и обязанности водопользователей. Среди основных обязанностей:

- использование водных объектов в целях, для которых они предназначены, и соблюдение условий водопользования;
- рациональное использование водных ресурсов, проведение необходимых работ по сохранению и улучшению качества воды, восстановлению водных объектов;
- ведение учета количества забираемой и использованной воды;
- осуществление контроля за качеством забираемой воды и отводимых сточных вод;

- поддержание в надлежащем состоянии очистных сооружений.

При размещении, проектировании, строительстве предприятий и других объектов, реконструкции уже существующих, а также при внедрении новых технологических процессов должны предусматриваться мероприятия, обеспечивающие рациональное использование вод, их охрану от загрязнения, учет и контроль количества и качества забираемых и отводимых вод. Запрещается ввод в эксплуатацию новых и реконструируемых предприятий, не оснащенных приборами учета забора и отведения воды, сооружениями и устройствами, которые бы предотвращали вредное воздействие на водные объекты.

Для предотвращения загрязнения водных объектов, а также сохранения среды обитания животных и растительных организмов на землях, прилегающих к речным ресурсам или акваториям водоемов, устанавливаются водоохранные зоны, а в их пределах выделяются прибрежные полосы строго охраняемого режима – территории, на которых ограничена хозяйственная деятельность.

Экономическое регулирование использования и охраны вод включают:

- планирование и финансирование мероприятий по рациональному использованию и охране водных ресурсов;
- установление лимитов водопользования;
- установление нормативов платы за водопользование и водопотребление;
- установление нормативов платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты;
- предоставление налоговых, кредитных и других льгот при использовании малоотходных и безотходных технологий;
- покрытие ущерба, нанесенного водным объектам и здоровью людей по причине нарушения требований водного законодательства.

Тема 7. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

7.1 Антропогенные воздействия на земельные ресурсы

На всех этапах развития человечества земля являлась и является незаменимым средством производства, фундаментом для жизни человека и развития человеческого общества, пространственным базисом для размещения народнохозяйственных объектов и расселения людей. Она служит источником получения продуктов питания и сырья для большинства отраслей промышленности, средой обитания человека.

Земельные ресурсы – часть мирового земельного фонда, пригодная для хозяйственного использования. Они создают основу для ведения сельского и лесного хозяйства, городской застройки и расселения людей, размещения промышленных предприятий, транспортных коммуникаций и всех других видов наземной деятельности человека.

Площадь суши в настоящее время составляет 149,1 млн. км², т.е. 29,2 % от общей площади поверхности Земли. Земельные ресурсы мира располагаются на 129 млн. км², в их состав не включены ледяные пустыни Антарктиды и Арктики. Земельный фонд планеты представляет сочетание разнообразных категорий земель. Сельскохозяйственными угодьями заняты более 35 %, лесами и кустарниками – 30 %, населенными пунктами, промышленностью и транспортом – свыше 3 % от всего земельного фонда.

Общая площадь земель в Беларуси оценивается в 207,6 тыс. км². В структуре земельного фонда РБ 43,1 % занимают сельскохозяйственные земли, 43,5 % – лесные и прочие лесопокрытые земли. Таким образом, на долю продуктивных земель приходится примерно 86,6 % площади. Земли населенных пунктов и земли, отданные промышленности, транспорту и тому подобным объектам, составляют 4,2 %. 4,3 % земель занимают болота, 2,3 % – находятся под водой и 2,6 % – нарушенные и прочие земли.

Важнейшую роль в обеспечении стабильного функционирования экологических систем и человеческого общества играет почва. По В.И. Вернадскому, почва – это биокосное тело, состоящее одновременно из живых и косных тел – минералов, воды, воздуха, органических остатков. Она представляет собой поверхностный слой земной коры, созданный под совокупным влиянием внешних условий: тепла, воды, воздуха, растительных и животных организмов, особенно микроорганизмов. Это результат терпеливого многовекового труда природы. Земля накаплива-

ла его многие тысячелетия с очень медленной скоростью: 1 см чернозема за 100 – 300 лет.

Почва обладает специфическими физическими свойствами: рыхлостью, водопроницаемостью, аэрируемостью и пр. В верхних слоях почвы концентрируются вещества, необходимые для питания растений, – азот, фосфор, калий, кальций и другие. Она является средой обитания многих микроорганизмов и роющих животных. Здесь происходит жизненно необходимый обмен минеральными веществами между биосферой и неорганическим миром: растения получают воду и питательные вещества, а листья и ветки, отмирая, возвращаются в почву, где разлагаются, высвобождая содержащиеся в них минеральные вещества. Таким образом, роль почвы многообразна: с одной стороны, это важный участок всех природных круговоротов, с другой – основа для производства биомассы.

Важным свойством почвы является ее плодородие, т. е. способность обеспечивать условия для продуцирования растениями органического вещества. Плодородие обусловлено всей совокупностью свойств почвы.

Мировые запасы плодородных почв составляют примерно 15 млн. км². Причем, около 40 % обрабатываемых земель частично утратили плодородие. Для получения растительной и животной продукции человечество использует около 10 % суши под пашню и около 20 % – под пастбища. Это та часть земной поверхности, которую, как полагают специалисты, уже не удастся увеличить, несмотря на необходимость производства все большего количества продовольствия в связи с ростом народонаселения.

Почва – главный фундамент жизни, уникальное и, в то же время, легкоуязвимое природное образование. Человек разрушает почву на глубину 1 см всего за 3 года.

Основными причинами потерь и деградации земель являются:

- ветровая и водная эрозия при механической обработке;
- отведение земель под строительство городов, предприятий, дорог и т. п.;
- затопление при строительстве ГЭС;
- закисление кислотными дождями;
- засоление при неграмотной агротехнике и мелиорации;
- загрязнение отходами производства и потребления;
- химическое и радиационное загрязнение;
- потери при авариях и др.

7.2 Загрязнение земель

Загрязнение земель – это внесение в них загрязнителей в количествах и концентрациях, превышающих способность почвенных экосистем к их разложению, утилизации и включению в общий круговорот веществ. Оно обуславливает изменение физико-химических, агротехнических и биологических свойств земли, снижает ее плодородие, ухудшает качество производимой сельскохозяйственной продукции.

Загрязнение земель может осуществляться путем непосредственного внесения в них избыточного количества минеральных удобрений, ядохимикатов, твердых отходов, а также опосредованно через воздушную или водную среду выхлопными газами автотранспорта, осадками, сточными водами и т. п.

В больших масштабах происходит загрязнение почв: при открытых разработках полезных ископаемых вследствие покрытия поверхности земли отвалами пустой породы; отходами промышленности; веществами, переносимыми воздухом, вследствие сельскохозяйственной деятельности, работы транспорта и коммунально-бытовых предприятий.

Поверхность земли испытывает самую значительную по массе и очень опасную антропогенную нагрузку. Ежегодно на землю попадает примерно 85 млрд. т антропогенных отходов. Преобладающая часть этого количества химически инертна. Однако, чтобы разместить его на земле, требуется уничтожить природные экосистемы на значительной площади.

В практике обращения с отходами применяются следующие основные термины и понятия.

Отходы – это вещества или предметы, образующиеся в процессе осуществления экономической деятельности или жизнедеятельности человека и не имеющие определенного предназначения по месту их образования либо утратившие полностью или частично свои потребительские свойства. По происхождению они делятся на отходы производства и отходы потребления.

Отходы производства – остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, образующихся в процессе производства продукции или выполнения работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства, а также сопутствующие вещества, образующиеся в процессе производства и не находящие применения в производстве.

Отходы потребления – отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека, не связанной с осуществлением экономической деятельности. Это изделия и материалы, утратившие свои потребительские качества вследствие физического либо морального износа.

Опасные отходы – отходы, содержащие в своем составе вещества, которые в результате реакционной способности или токсичности создают непосредственную или потенциальную опасность для здоровья человека или состояния окружающей среды самостоятельно либо при вступлении в контакт с другими веществами (отходами) и окружающей средой. Опасные отходы включают токсичные и радиоактивные.

Отходы производства по степени воздействия на организм человека делятся на четыре класса опасности:

1 класс – чрезвычайно опасные, содержащие ртуть, оксид мышьяка, хромовокислый калий и др.;

2 класс – высокоопасные, содержащие хлористую медь, хлористый никель, азотнокислый свинец и др.;

3 класс – умеренно опасные, содержащие сернокислую медь, оксид свинца, щавелевокислую медь, четыреххлористый углерод и др.;

4 класс – малоопасные.

На каждого жителя Земли приходится в среднем за год 0,12 т отходов потребления и около 14 т отходов переработки сырья.

В Республике Беларусь на каждого человека приходится примерно 4 т отходов производства и 220 кг отходов потребления.

Накопление промышленных и бытовых отходов в почве приводит к следующим последствиям:

- нарушению физической структуры почв (изменение способности фильтрации и удержания влаги);
- снижению плодородия почв;
- ухудшению питания растений;
- уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур;
- снижению продуктивности животноводства;
- ухудшению качества продуктов питания;
- увеличению заболеваемости населения;
- деградации почв.

Кроме того, загрязненная почва может стать посредником в загрязнении воздушной и водной среды при выветривании, вымывании, разложении, испарении.

Нормирование химического загрязнения почв осуществляется по предельно допустимым концентрациям ($ПДК_n$).

$ПДК_n$ – это предельно допустимая концентрация химического вещества в пахотном слое почвы, которая не должна вызывать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы. Измеряется эта величина в миллиграммах вещества на килограмм почвы (мг/кг).

7.3 Обращение с отходами

Обращение с отходами – одно из важнейших направлений государственного регулирования природопользования. Это деятельность, связанная с образованием отходов, их сбором, разделением по видам, удалением, хранением, захоронением, перевозкой, обезвреживанием и (или) использованием.

При несоблюдении условий правильного сбора, хранения и утилизации отходы представляют собой потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья людей. В то же время, многие из них являются потенциальными источниками вторичного сырья, и вовлечение их в хозяйственный оборот актуально в условиях ограниченности материальных ресурсов.

Для предупреждения нарушения природного равновесия и деградации окружающей среды с 2000 года в Республике Беларусь действовал закон «Об отходах». В 2007 году он был принят в новой редакции и получил название закона «Об обращении с отходами». В законе установлены единые требования к учету, организации сбора, транспортировке, хранению, переработке, размещению, выдаче разрешений и установлению лимитов на размещение, экологическому контролю в системе обращения с отходами. Также действует целый ряд нормативно-правовых документов, регулирующих отношения в сфере обращения с отходами.

В целях обеспечения экологических требований законодательства РБ для каждого предприятия рассчитываются нормативы образования отходов и устанавливаются лимиты на их размещение.

Нормативы образования отходов производства – это предельное количество отходов определенного вида, образующихся при производстве единицы продукции (или использовании единицы сырья). Они определяются на основе технологических регламентов, удельных нормативов расхода сырья и образования отходов, а также иной нормативно-технической и технологической документации, регламентирующей производство продукции, выполнение работ или оказание услуг.

Лимиты на размещение отходов должны устанавливаться специально уполномоченными органами исполнительной власти РБ с учетом нормативов образования отходов и в соответствии с нормативами предельно допустимых вредных воздействий на окружающую среду.

При необоснованном нарушении нормативов образования отходов и лимитов на их размещение деятельность предприятия может быть ограничена или приостановлена.

На отходы производства должны быть разработаны паспорта опасности отходов. **Технический паспорт отхода** – это нормативно-информационный документ, содержащий данные о происхождении, ус-

ловиях и объемах образования отхода, его технических, физико-химических и иных параметрах, методах их контроля и полях значений, а также сведения о существующих и возможных технологиях переработки отходов. Перечень отходов, подлежащих паспортизации, утверждается постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Паспортизация отходов позволяет определить пути дальнейшего движения отходов. На ее основе разрабатываются схемы централизованного сбора, вывоза и переработки промышленных отходов для использования в качестве вторичного сырья и предотвращения их отрицательного воздействия на окружающую среду.

Отходы производства и потребления содержат компоненты, которые при определенных условиях могут стать ценным сырьем для многих отраслей экономики. Предприятия и организации, имеющие отходы, обязаны экологически обоснованно их использовать, оценивать возможности переработки в собственном производстве и на других предприятиях или разработки новых технологий.

Законом «Об обращении с отходами» запрещено размещение отходов на полигонах при наличии действующих технологий по их использованию. Основным источником информации по этому вопросу является Государственный Реестр технологий по использованию отходов, который ведется соответствующими органами.

Использование отходов в качестве вторичного сырья – применение отходов для производства продукции, энергии, выполнения работ, оказания услуг.

Переработка отходов – технологическая операция или совокупность операций, в результате которых из отходов производится один или несколько видов продукции.

В настоящее время в практике обращения с отходами часто используется понятие рециклирование материальных ресурсов. **Рециклирование** – это процесс переработки отходов в новое сырье или изделия.

7.4 Организация безотходного производства

Несмотря на достигнутые успехи в области охраны окружающей среды, количество газообразных, жидких и твердых отходов растет. Сейчас установлено, что даже при самых больших масштабах строительства очистных сооружений не удастся решить полностью задачу защиты биосферы от вредного воздействия непрерывно развивающегося производства.

Анализ развития производств и динамики образования отходов приводит к неизбежному выводу о том, что дальнейшее развитие произ-

водства не может осуществляться на базе исторически сложившихся традиционных процессов, которые основаны на обеспечении производства «основного продукта» без учета количества и физико-химических свойств получаемых отходов.

Радикальным решением проблем охраны окружающей среды от негативного воздействия промышленных объектов является широкое применение безотходных и малоотходных технологий.

В достаточно полном виде представление о безотходной технологии было сформулировано на Общеευропейском совещании по сотрудничеству в области охраны окружающей среды (Женева, 1979 г.) в Декларации о малоотходной и безотходной технологии и использовании отходов: «Безотходная технология есть практическое применение знаний, методов и средств с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду».

Развитие представлений об окружающей среде и рациональном природопользовании, а также практические задачи создания и внедрения безотходных производств привели к необходимости формулирования нового определения безотходной технологии, которое было принято на семинаре Европейской экономической комиссии ООН по малоотходной технологии:

«Безотходная технология» – это такой способ производства (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле: *сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные сырьевые ресурсы*, таким образом, что любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования».

Рассмотрим основные положения теории безотходного производства.

1. Безотходная технология должна быть практически замкнутой системой, организованной по аналогии с природными экологическими системами.

В природных системах продукты жизнедеятельности одних организмов используются другими организмами, и в целом осуществляется саморегулирующийся биогеохимический круговорот веществ. Основу же безотходного производства должен составлять сознательно организованный и регулируемый человеком техногенный круговорот сырья, продукции и отходов. Общая схема названного круговорота представлена на рисунке 7.1.

Отходы производства и потребления, возникающие на различных стадиях обработки сырья, получения готовой продукции, ее транспортирования, реализации и эксплуатации потребителями, согласно новому

подходу, являются **вторичными материальными ресурсами (ВМР)**. В силу несовершенства существующих технологий не все компоненты ВМР могут повторно использоваться в производстве новой продукции. Та их часть, которая имеет соответствующие технологии переработки и возвращается в производственный процесс, называется **вторичным сырьем**. Направляясь в сферу производства, поток вторичного сырья замыкает процесс перемещения веществ, образуя круговорот.

Однако как в природных экологических системах не существует абсолютной замкнутости, так и в безотходном производстве допускается образование некоторого количества отходов (до 5 %). Часть вторичных материальных ресурсов – неиспользуемые отходы – это отходы, для которых в настоящее время отсутствуют условия применения. Эти отходы обезвреживаются и направляются на длительное захоронение.

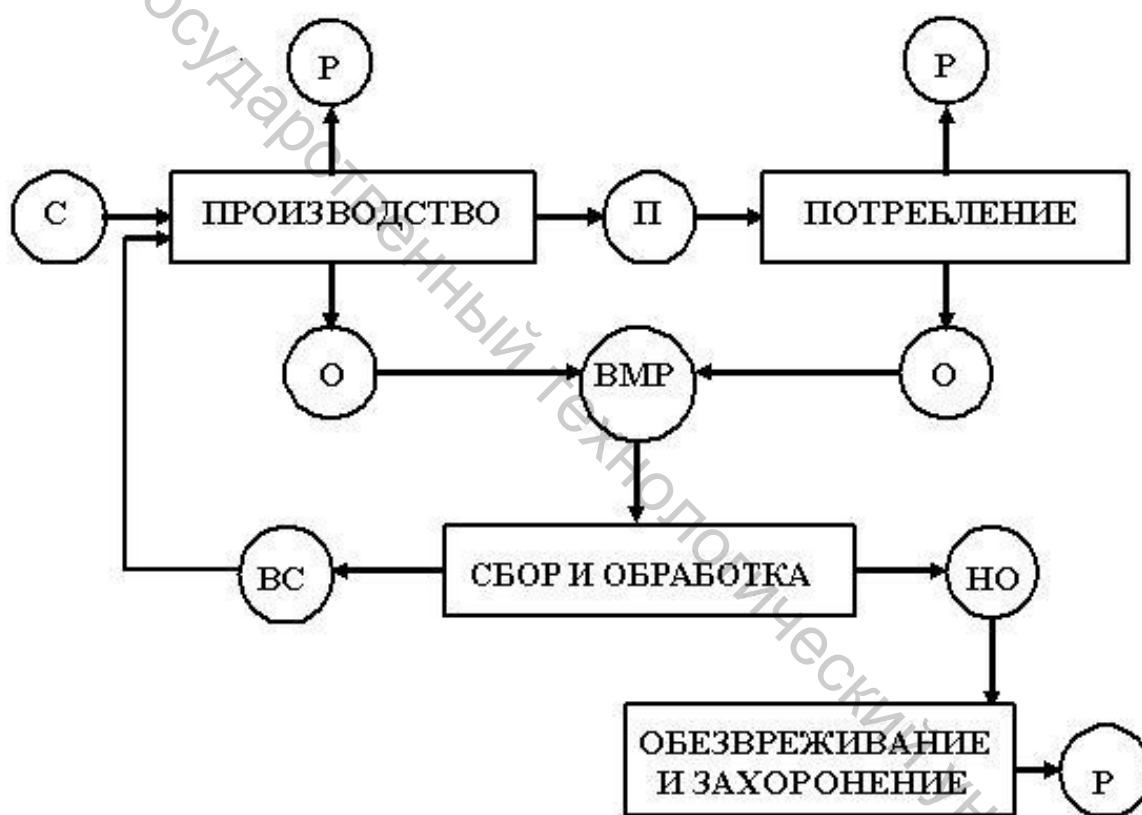


Рисунок 7.1 – Техногенный круговорот сырья, продукции и отходов: С – первичное сырье; П – продукция; Р – рассеивание в окружающей среде газообразных и жидких отходов; О – твердые отходы производства и потребления; ВМР – вторичные материальные ресурсы; ВС – вторичное сырье; НО – неиспользуемые отходы

Необходимость использования сырьевых ресурсов в цикле, включающем как сферу производства, так и сферу потребления, означает,

что безотходное производство может быть организовано только на уровне территориально-производственного комплекса.

Безотходная технология не может быть абсолютно замкнутой системой, так как каждый этап цикла требует затрат энергии, производство которой связано с потреблением природных ресурсов вне замкнутой системы. Вторым препятствием полной замкнутости процесса является износ материалов, их рассеивание в окружающей среде.

2. Основой безотходных производств является комплексная переработка сырья с использованием всех его компонентов. При этом должно быть обеспечено максимально возможное использование потенциала энергетических ресурсов.

Как известно, практически все сырье является комплексным, и в среднем более трети его количества составляют сопутствующие элементы, которые могут быть извлечены только при комплексной его переработке. Сырье следует использовать полностью. Между «основным» и «побочным» продуктами не должно быть принципиальных отличий.

Рассмотрим возможности комплексного использования компонентов сырья на примере льна. Наиболее ценный компонент льна – длинное волокно – применяется для производства пряжи, идущей на изготовление тканей различного назначения. Короткие малоценные волокна нашли широкое применение для получения таких изделий, как вата, нетканые материалы, армированные конструкционные материалы и пр.

Раздробленная солома льна и костра являются отличным материалом для выпуска волокнистых плит средней плотности, изоляционных панелей для строительного производства. Растительные остатки, получающиеся после первичной обработки льна, являются ценным источником целлюлозы. Причем целлюлоза, извлекаемая из льна, имеет высокое качество и может использоваться в производстве бумаги, гигиенических изделий и денежных банкнот.

Лигнин и другие химические вещества, входящие в состав льняного сырья, применяются в химической промышленности. Например, в качестве заменителя феноло-формальдегидных смол в композитах; аппретирующих материалов, являющихся барьерами для проникновения влаги; затвердителей для картона и т. д.

Из семян льна получают льняное масло, которое используется в медицине, косметике и парфюмерии и пр. Более глубокая переработка семян позволяет извлекать целую гамму биологически активных соединений и создавать на их основе новые группы биологически активных препаратов.

Приведенный выше ассортимент изделий показывает, насколько широки возможности использования компонентов растительного волокнистого сырья. Подобные возможности есть и у других видов сырья.

В настоящее время технически возможно (имеются разнообразные технологии и оборудование) повторно использовать до 50 % образующихся отходов. А в будущем, по мнению ученых, промышленное производство будет, в основном, базироваться на возобновимых и вторичных материальных ресурсах, и только на восполнение потерь и расширение объемов производства потребуется первичное сырье. Таким образом, следует целенаправленно повышать роль вторичных материальных ресурсов.

3. Составной частью концепции безотходного производства является *сохранение, или не нарушение нормального функционирования окружающей среды.*

В отличие от современных производств, оказывающих подавляющее влияние на природу, доминирующих в ней, система безотходного производства должна стать равноправной среди окружающих ее экологических систем. Основой для сохранения, или не нарушения нормального функционирования окружающей среды является соблюдение предельно допустимых экологических нагрузок.

Теория безотходного производства в рамках основных законов природопользования базируется на 2-х предпосылках:

- 1) исходные природные ресурсы должны добываться один раз для всех возможных продуктов, а не каждый раз для отдельных;
- 2) создаваемые продукты после использования по прямому назначению должны относительно легко превращаться в исходные элементы нового производства.

Таким образом, при создании безотходного производства следует рассматривать не только производственный процесс, но и конечную продукцию, которая должна характеризоваться:

- долгим сроком службы;
- возможностью многократного использования;
- простотой восстановления (ремонта) в случае нарушения потребительских свойств;
- легкостью возвращения в производственный цикл или перевода в экологически безопасную форму после выхода из строя.

Создание безотходного производства – длительный процесс, требующий решения сложнейших взаимосвязанных технологических, экономических, организационных, психологических и других задач. Поэтому в качестве промежуточного этапа для практических целей используется понятие малоотходного производства.

Малоотходная технология – это такой способ производства (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарно-гигиеническими нормами. При этом по техническим, организационным, экономическим или другим причинам

часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

Таким образом, малоотходные технологии допускают образование большего количества неиспользуемых отходов в сравнении с безотходной технологией, а также воздействие на окружающую среду в пределах санитарно-гигиенических нормативов. В основу критериев, ограничивающих вредное воздействие малоотходного производства на окружающую среду, положены существующие санитарно-гигиенические нормативы – предельно допустимые концентрации и установленные на их основе нормативы допустимых выбросов (сбросов) загрязняющих веществ.

Малоотходное производство базируется на тех же принципах, что и безотходное. Но если создание безотходного производства на любом уровне возможно только при условии одновременного соблюдения всех перечисленных выше принципов, то для малоотходного производства приоритетной является задача ограничения воздействия на окружающую среду.

7.5 Основные направления охраны и восстановления земель

Развитие промышленности, строительство городов, гидротехнических сооружений, транспортных путей приводит к нарушению земной поверхности. Почвенный покров деформируется при открытой разработке полезных ископаемых. Нарушенные земли – выемки карьеров, провалы поверхности на шахтных полях, природные отвалы карьеров и шахт, шлаконакопители, золоотвалы электростанций – характеризуются низкой хозяйственной ценностью. Они загрязняют окружающую среду, ухудшают санитарно-гигиенические условия жизни людей, осложняют использование земель.

Для восстановления нарушенных земель проводится **рекультивация** – комплекс работ, направленных на воспроизводство продуктивности и народнохозяйственной ценности разрушенных земель, улучшение условий природной среды. Процесс восстановления земель осуществляется поэтапно. Вначале засыпают карьеры, выравнивают рвы, проводят регулирование водного режима, насыпают плодородный слой почвы. Затем восстанавливаются почвенно-растительный покров и плодородие почвы. Рекультивируемые земли используются под посев нетребовательных к почвенным условиям растений, на них выращиваются леса, создаются зоны отдыха, водоемы.

Охрана земель регулируется Кодексом Республики Беларусь о земле (глава 10) и включает систему правовых, организационных, экономических и других мер, направленных на рациональное использова-

ние земель, предотвращение их необоснованных изъятий из сельскохозяйственного оборота, защиту от вредных антропогенных воздействий, а также на воспроизводство и повышение плодородия почв, продуктивности земель лесного фонда.

В природоохранных целях землепользователи, землевладельцы, собственники земельных участков обязаны осуществлять:

- восстановление и повышение плодородия почв и других полезных свойств земли;
- защиту земельных участков от водной и ветровой эрозии, заболачивания, засоления, загрязнения отходами производства, других процессов разрушения;
- защиту сельскохозяйственных земель от зарастания кустарником и мелколесьем, других процессов ухудшения состояния земель;
- рекультивацию нарушенных земель и другие мероприятия по охране и рациональному использованию земель.

В целях экономического стимулирования рационального использования и охраны земель предполагается осуществление следующих мер:

- выделение средств из республиканского и местного бюджета для восстановления земель;
- освобождение от платы за земельные участки в период сельскохозяйственного освоения;
- предоставление льготных кредитов;
- поощрение за повышение плодородия почв и продуктивности земель, производство экологически чистой продукции.

Раздел III. ИНСТИТУЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Институциональные механизмы регулирования социально-экономических процессов и природопользования – совокупность институтов (основ, организационных структур, инструментов), разрабатывающих и контролирующих выполнение правовых норм и правил в социально-экономической и экологической сферах.

Опыт многих развитых стран мира свидетельствует о том, что как при формировании рыночной экономики, так и обеспечении ее эффективного функционирования важная роль принадлежит государству. Даже в тех странах, где официально провозглашается принцип невмешательства государства в хозяйственные процессы (США), на деле оно активно влияет на развитие экономики. Особенно это относится к такой ее сфере, как природопользование, где диапазон государственного воздействия может быть весьма широким – от прямого административного принуждения до формирования институциональных условий рыночного саморегулирования тех или иных областей природопользования.

Государственное регулирование и управление природопользованием осуществляется с помощью хозяйственного механизма природопользования, который представляет собой систему форм и методов организации и регулирования процессов природопользования, обеспечивающих удовлетворение потребностей общества в сырье и материалах, в чистоте и разнообразии окружающей среды.

Тема 8. УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ И ПРАВОВАЯ ЗАЩИТА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

8.1 Управление природопользованием: сущность, методы, функции

Управление природопользованием – это деятельность государства по организации рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, охраны окружающей среды, а также по обеспечению соблюдения хозяйствующими субъектами требований в области охраны окружающей среды.

Механизм управления природопользованием объединяет методы, функции и организационные структуры (органы управления).

Методы управления представляют собой способы воздействия на поведение и деятельность управляемых с целью обеспечения рационального природопользования и охраны окружающей среды. К ним относятся:

- *административные (административно-распорядительные) методы*, обеспечиваемые возможностью государственного принуждения;
- *экономические методы*, создающие непосредственную материальную заинтересованность субъектов хозяйствования в выполнении необходимых экологических мероприятий, решений органов управления в сфере природопользования;
- *социально-психологические методы* или методы морального стимулирования, которые реализуются как посредством мер поощрительного характера, так и воздействия на нарушителей (благодарности, выговоры и т. п.);
- *информационные методы*, обеспечиваемые открытым доступом общества к информации экологического характера через средства массовой информации, статистические сборники и другие издания. Сведения о характере воздействия на окружающую среду субъектов хозяйствования формируют их репутацию в глазах населения и служат рекламой или антирекламой деятельности.

Управление природопользованием связано с осуществлением ряда специфических *функций*, т. е. видов деятельности, воздействующих на эколого-экономические отношения. Общими для всех отраслей и звеньев управления природопользованием являются:

- нормотворчество и законодательная инициатива в области охраны окружающей среды и природопользования;
- учет природных объектов и ведение природных кадастров;
- осуществление мониторинга окружающей среды;
- экологический контроль, экспертиза и аудит;
- эколого-экономическое прогнозирование и планирование;
- экономическое стимулирование природоохранной деятельности;
- разрешение споров о праве пользования природными ресурсами и др.

В условиях реформирования экономики, перехода к рыночным отношениям степень вмешательства государственных структур в хозяйственную деятельность производителей снижается. Расширяется свобода действий хозяйствующих субъектов в реализации экологических и производственных проектов. Сужается область применения управленческих функций властвующих структур. Поэтому на макроуровне их воздействие приобретает характер регулирования.

Регулирование природопользования (экологическое регулирование) – это система способов и мер государственного воздействия с целью экологизации общественного развития, гармоничное сочетание механизмов административного управления и экономического стимулирования. В целом современную систему регулирования природопользования можно представить в виде схемы (рисунке 8.1).



Рисунок 8.1– Система регулирования природопользования (экологического регулирования)

8.2 Административное управление природопользованием

Наиболее распространенными и действенными до настоящего времени остаются административные методы управления природопользованием. Основными инструментами административного регулирования являются стандарты, нормы, нормативы, законы, постановления, другие нормативно-правовые акты (НПА), применяемые государственными природоохранными органами, а также разрешения и запреты на природопользование, ограничения, лимиты, система надзора за деятельностью субъектов хозяйствования и т. п.

Центральное место в системе административного регулирования принадлежит стандартам (нормативам), которые устанавливают единые и обязательные для всех субъектов управления экологические нормы и требования.

Различают следующие виды природоохранных стандартов (нормативов):

- 1) стандарты качества окружающей среды;
- 2) стандарты воздействия на окружающую среду;
- 3) технологические стандарты;
- 4) стандарты качества продукции;
- 5) стандарты экологического менеджмента.

Стандарты качества окружающей среды регламентируют допустимое состояние воздушного, водного бассейнов, почв и других природных сред. Основой этого вида стандартов являются научно обоснованные и законодательно установленные нормативы качества окружающей среды: предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в компонентах окружающей среды и другие нормируемые показатели (органолептические, физические).

Стандарты воздействия на окружающую среду регламентируют уровни изъятия природных ресурсов и поступления вредных веществ в окружающую среду из источников загрязнения после применения очистного оборудования. Эта группа стандартов определяет требования к установлению нормативов допустимых выбросов (сбросов) загрязняющих веществ и др.

Технологические стандарты устанавливают определенные экологические требования к технике, оборудованию, процессам производства или очистным технологиям. Они регламентируют допустимые уровни (ПДУ) шума, вибрации, излучения и др. для указанных объектов.

Стандарты качества продукции устанавливают допустимое содержание тех или иных вредных примесей (нитратов, пестицидов и др.) в продуктах питания, питьевой воде. Для промышленных товаров они ограничивают содержание синтетических материалов, наличие хлора, формальдегида, соединений тяжелых металлов и др.

Стандарты экологического менеджмента СТБ ИСО серии 14000, разработанные Международной организацией по стандартизации и адаптированные к условиям РБ, включают в себя требования к системам управления окружающей средой предприятий и организаций, экологическому аудиту, оценке жизненного цикла продукции, экологической маркировке.

Помимо экологических стандартов (нормативов), административное регулирование предполагает широкое применение правовых рычагов и мер административного воздействия на виновников экологических нарушений. Существуют запреты, ограничения, лицензии и др.

Прямые запреты на производство продукции или использование первичных ресурсов применяются, когда это становится жизненно необходимым. Например, запрет на производство и использование ДДТ, хлорфторуглеродов, разрушающих озоновый слой (согласно Венской конвенции и Монреальскому протоколу).

Если масштабы воздействия (потребление или производство какого-либо вещества, лов рыбы, вырубка леса) лишь ограничиваются, то вводятся *лимиты* и *квоты*.

Разрешения или *лицензии* выдаются природопользователям, желающим закрепить юридическое право на ведение хозяйственной или иной деятельности при заданных экологических ограничениях и природно-ресурсных лимитах.

Таким образом, главный принцип административного управления природопользованием в РБ – ***разрешительно-запретительный***. Его суть состоит в том, что Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды в РБ и его органы устанавливают лимиты на пользование природными ресурсами, выбросы (сбросы) загрязняющих веществ, размещение отходов и т. д. и в соответствии с ними выдают разрешения субъектам хозяйствования на природопользование (разрешения на заготовку леса, на специальное водопользование, выброс загрязняющих веществ).

Ответственные работники Министерства и его органов или других властных структур имеют право приостановить деятельность предприятия в случае несоответствия нормам экологической безопасности.

8.3 Организационные структуры управления природопользованием

Система органов власти и управления в области охраны окружающей среды и природопользования приведена на рисунке 8.2. К управлению причастны все ветви власти: президентская, представительная (законодательная), исполнительная и судебная. Каждая из них выполняет свои функции и имеет подразделения, специально уполномоченные для регулирования сферы природопользования.

Организационно управление природопользованием осуществляется посредством территориального и отраслевого принципов.

Территориальный принцип управления реализуется на уровне республики Президентом РБ, Национальным собранием, Советом Министров, а на местах – областными, городскими, районными, поселковыми, сельскими Советами депутатов, а также их исполкомами.

Президент Республики Беларусь издает декреты, указы, директивы (в том числе касающиеся экологических проблем), которые имеют силу на территории всей страны. Он лично или через создаваемые им властные структуры контролирует соблюдение экологического законодательства местными органами управления, а также подведомственными органами.

Парламент – Национальное собрание Республики Беларусь, являясь представительным и законодательным органом государства, определяет основные направления государственной экологической политики, принимает законодательные акты в области охраны окружающей среды и природопользования.

Правительство – Совет Министров Республики Беларусь является центральным органом государственного управления, осуществляющим исполнительную власть в республике. Он, в частности, реализует государственную экологическую политику: обеспечивает разработку и выполнение экологических программ и крупных природоохранных мероприятий, координирует деятельность министерств и иных республиканских органов управления в части охраны окружающей среды и природопользования; определяет направления международного экологического сотрудничества.

Областные, городские, районные, поселковые, сельские Советы депутатов, а также *их исполкомы* несут ответственность за состояние окружающей среды и выполнение государственных экологических программ, прочих природоохранных мероприятий на подведомственных территориях, разрабатывают и утверждают местные программы охраны природы, организуют их материально-техническое и финансовое обеспечение.

Отраслевой принцип управления проявляется в осуществлении государственного контроля за состоянием окружающей среды и принятием мер по ее охране и рациональному использованию со стороны органов специальной компетенции – отраслевых министерств и ведомств, которые уполномочены выполнять природоохранные функции (рис. 8. 2).

Основным государственным органом управления природопользованием в РБ является *Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды* (Минприроды). На него возложены следующие функции:

- разработка и проведение единой государственной политики в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- комплексное управление природоохранной деятельностью в республике;
- государственный контроль за использованием и охраной природных ресурсов;
- нормирование и стандартизация в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов;
- лицензирование в области использования природных ресурсов и воздействия на окружающую среду;
- мониторинг окружающей среды;
- проведение государственной экологической экспертизы и др.

Подведомственными ему органами управления на местах являются 6 областных, Минский городской комитеты, 118 гор(рай)инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды, которые выполняют в местном масштабе те же функции, что и головное министерство.

В число специально уполномоченных органов госуправления в области охраны окружающей среды входят ряд министерств и государственных комитетов: Министерство по чрезвычайным ситуациям, Министерство здравоохранения, Министерство лесного хозяйства, Министерство сельского хозяйства и продовольствия, Государственная инспекция охраны растительного и животного мира и другие.

8.4 Правовое регулирование природопользования и природоохранной деятельности

Правовое регулирование природоохранной деятельности осуществляется на базе совокупности нормативно-правовых актов, к которым относятся законы, указы, декреты и директивы Президента РБ, постановления и распоряжения правительства, нормативные акты Министерств и ведомств, а также международные правовые акты.

Основу современного законодательства в области охраны окружающей среды и природопользования составляют:

Конституция РБ (ст. 34, 46, 55);

кодексы:

- Кодекс о земле (1999 в редакции 2008 г.);
- Лесной кодекс (2000 в редакции 2008 г.);
- Кодекс о недрах (2008 г.);
- Водный кодекс (1998 в редакции 2009 г.);
- Налоговый кодекс (2009 г.);

законы Республики Беларусь в области охраны окружающей среды:

- «Об охране окружающей среды» (1992 в редакции 2009 г.);
- «О государственной экологической экспертизе» (2009 г.);
- «Об охране атмосферного воздуха» (1997 в редакции 2008 г.);
- «Об охране озонового слоя» (2001 в редакции 2008 г.);
- «О питьевом водоснабжении» (1999 в редакции 2008 г.);
- «Об обращении с отходами» (2007 в редакции 2008 г.);
- «Об особо охраняемых территориях» (2000 в редакции 2008 г.);
- «О животном мире» (2007 в редакции 2009 г.);
- «О растительном мире» (2003 в редакции 2009 г.) и др.

Ныне действующая Конституция вменяет в *обязанность* каждому гражданину охрану природы, окружающей среды, бережное отношение к природным богатствам и одновременно гарантирует *права* на: 1) благоприятную окружающую среду, 2) достоверную информацию о ее состоянии, 3) на возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу людей экологическими нарушениями.

Важным шагом в обеспечении правовой защиты природы в республике является Закон «Об охране окружающей среды». Закон «Об охране окружающей среды» – комплексный нормативный акт, регулирующий отношения в сфере охраны окружающей среды, не выделяя ее отдельные объекты, охране которых посвящено специальное законодательство. Этот закон обеспечивает правовые основы природоохранной деятельности, защиту прав человека на благоприятную для его жизни и здоровья среду обитания, определяет экологические основы охраны окружающей среды в интересах настоящего и будущих поколений. В законе определена роль Верховного Совета, правительства и местных советов (органов власти) в выработке и реализации экологической политики, установлена юридическая основа для процессов экологической экспертизы, экологического мониторинга, выделения природных охраняемых территорий и зон экологического бедствия; предусмотрено создание внебюджетных фондов для финансирования мероприятий по защите окружающей среды и т. п.

Нарушение природоохранного законодательства субъектами хозяйствования или отдельными гражданами влечет за собой: дисциплинарную, административную и уголовную ответственность с обязательным возмещением вреда, причиненного природной среде.

Дисциплинарная ответственность предусматривается за неисполнение или ненадлежащее исполнение конкретными работниками своих должностных обязанностей в области охраны окружающей среды. Применение данного вида ответственности регламентировано Трудовым кодексом РБ. К мерам дисциплинарной ответственности относятся замечания, выговоры, лишения премий, понижения в должности, увольнение.

Наиболее распространенными являются меры **административной ответственности** – предупреждения, штрафы, лишение права заниматься определенной деятельностью, на осуществление которой требуется специальное разрешение (лицензия); лишение специального права (например, права охоты) и др. Применение административной ответственности за нарушение природоохранного законодательства регламентировано Кодексом РБ об административных правонарушениях.

Уголовная ответственность наступает за правонарушения против экологической безопасности и природной среды, представляющие общественную опасность. Конкретные составы экологических преступлений установлены в Уголовном кодексе РБ в главе 26 «Преступления против экологической безопасности и природной среды». Здесь предусмотрена уголовная ответственность за следующие преступления: умышленное уничтожение либо повреждение охраняемых природных объектов; нарушение требований экологической безопасности; прием в эксплуатацию экологически опасных объектов; сокрытие либо умышленное искажение сведений о загрязнении окружающей среды; нарушение правил охраны недр; нарушение правил водопользования и многие другие.

Привлечение лиц к ответственности за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды не освобождает их от возмещения в полном объеме вреда, причиненного в результате вредного воздействия на окружающую среду. Порядок определения размера возмещения устанавливается Советом Министров РБ.

Надзор за исполнением природоохранного законодательства осуществляют органы прокуратуры, органы внутренних дел, в частности, экологическая милиция. Важную роль в пресечении экологических правонарушений играют общественные организации.

Тема 9. НАБЛЮДЕНИЕ, УЧЕТ И КОНТРОЛЬ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

9.1 Мониторинг окружающей среды

Получение объективной информации о природной среде, характере антропогенных воздействий на нее требует постоянного наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды посредством системы мониторинга.

Мониторинг окружающей природной среды – это система комплексного наблюдения за ее состоянием, а также оценка и прогноз состояния окружающей среды и ее загрязнения.

Наблюдение заключается в сборе информации о фактической ситуации. В качестве объектов наблюдения выступают:

- отдельные компоненты природной среды (атмосферный воздух, земли, леса и т. п.);
- источники воздействия на природную среду (предприятия, транспорт и т. д.);
- виды загрязнений (химические, физические, биологические).

Наблюдение за окружающей средой ведется различными способами. Важное место среди них занимают методы регистрации и оценки состояния среды с применением лабораторного анализа. К ним относятся метеорологические наблюдения; измерения температуры, прозрачности и химического состава воды; радиационного фона, напряженности физических полей, определение химической и бактериологической загрязненности среды и т. п.

Полученная в результате наблюдений информация оценивается, и на основе оценки прогнозируются последствия вредных воздействий на окружающую среду и человека, изменения условий функционирования и развития экосистем. Прогноз, в свою очередь, позволяет планировать мероприятия по нейтрализации вредных воздействий, то есть управлять ситуацией.

В Республике Беларусь создана Национальная система мониторинга окружающей среды РБ. Ее структура объединяет 11 организационно самостоятельных, но функционирующих на общих принципах видов мониторинга (рис. 9.1).

Локальный мониторинг окружающей среды ведется для получения информации о влиянии источников локального загрязнения на состояние окружающей среды. Объектами наблюдений являются:

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками;



Рисунок 9.1 – Структура Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь

- сбросы сточных вод в поверхностные водные объекты;
- поверхностные воды в районе расположения источников сбросов сточных вод;
- подземные воды в районе расположения выявленных или потенциальных источников их загрязнения;
- земли в районе расположения выявленных или потенциальных источников их загрязнения.

Перечень природопользователей, обязанных осуществлять локальный мониторинг, определяется Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Национальная система мониторинга окружающей среды РБ тесно взаимодействует с самостоятельно функционирующими системами социально-гигиенического мониторинга и мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Система социально-гигиенического мониторинга осуществляет наблюдение за санитарно-эпидемиологической обстановкой и состоянием здоровья населения в Беларуси.

Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера позволяет выявлять источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, выполнять прогноз их возникновения, особенностей развития, возможных масштабов.

9.2 Учет и анализ в сфере природопользования и охраны окружающей среды

Государственный учет в области охраны окружающей среды осуществляется в целях регулирования природоохранной деятельности, а также текущего и перспективного планирования мероприятий по снижению вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду.

Для учета количественных, качественных и иных характеристик природных ресурсов, а также объема, характера и режима их использования ведутся государственные кадастры природных ресурсов.

Кадастр природных ресурсов – систематизированный свод сведений (количественных, качественных и территориально-адресных показателей) о естественно-физических, экологических, хозяйственных, экономических характеристиках и правовом статусе природных ресурсов. Кроме того кадастр отражает характер изменений состояния ресурсов под воздействием природных и антропогенных факторов, содержит рекомендации по рационализации использования ресурсов и принятию необходимых мер их охраны.

В РБ ведется 9 государственных кадастров природных ресурсов:

- 1) земельный кадастр,
- 2) кадастр недр,
- 3) водный кадастр,
- 4) кадастр атмосферного воздуха,
- 5) лесной кадастр,
- 6) кадастр растительного мира,
- 7) кадастр животного мира,
- 8) кадастр парниковых газов,
- 9) кадастр отходов.

Формирование общегосударственной системы наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды тесно связано с организацией *экономико-статистического учета* в области природопользования и природоохранной деятельности. Для обеспечения контроля за выполнением плана природоохранных мероприятий действует **Система показателей статистики окружающей среды**. В настоящее время она отражается в формах:

- *централизованной* государственной статистической отчетности – сбор и обработку соответствующих данных осуществляет Национальный статистический комитет РБ и его территориальные органы (рис. 9.2);
- *нецентрализованной* государственной статистической отчетности – обязанности по сбору и обработке данных возложены на уполномоченные государственные организации в пределах их компетенции (рис. 9.3.).

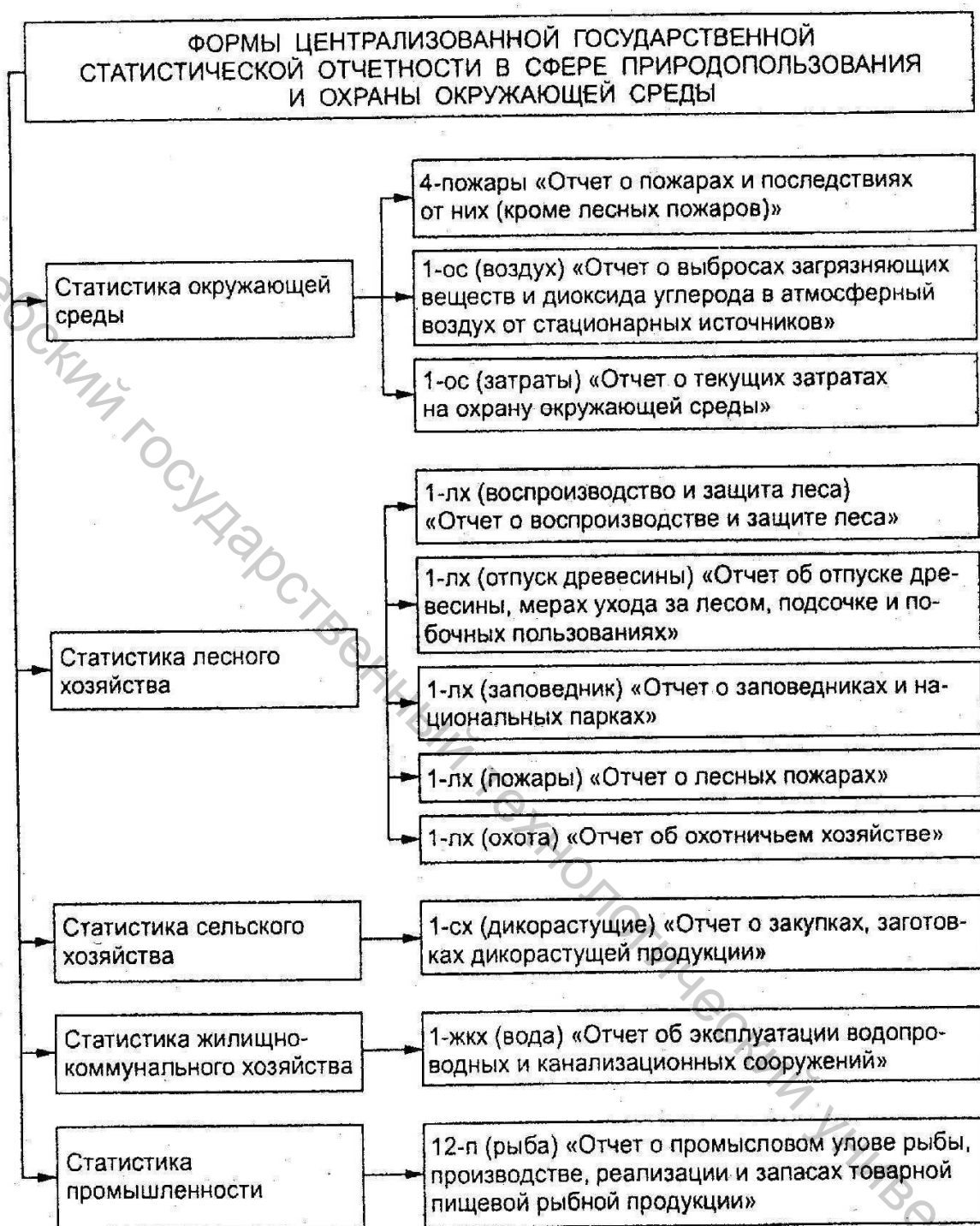


Рисунок 9.2 – Формы централизованной государственной статистической отчетности



Рисунок 9.3 – Формы нецентрализованной государственной статистической отчетности

Практическую основу статистики окружающей среды составляют годовые формы государственной статистической отчетности, представляемые промышленными предприятиями, деятельность которых связана с эксплуатацией природных ресурсов, вредными воздействиями на окружающую среду и осуществлением природоохранных функций.

В целях обеспечения доступа граждан и юридических лиц к информации экологического характера с 2008 года формируется **государственный фонд данных о состоянии окружающей среды и воздействиях на нее**. Информации данного фонда размещается Минприроды РБ, другими государственными органами и организациями в доступном месте (на информационных стендах, табло) и на своих официальных сайтах в интернете.

9.3 Государственная экологическая экспертиза

Важным организационно-правовым инструментом предупреждения возможных негативных воздействий на окружающую среду планируемой и иной хозяйственной деятельности является экологическая экспертиза проектов.

Государственная экологическая экспертиза (ГЭЭ) – это установление соответствия или несоответствия проектной или иной документации по планируемой хозяйственной или иной деятельности требованиям законодательства об охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов.

Правовой базой для проведения ГЭЭ является Закон Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе», который регулирует отношения в данной области.

Объектами ГЭЭ является следующая проектная документация:

- градостроительные проекты, архитектурные проекты застройки территорий;
- обоснования инвестиций в строительство, архитектурные и строительные проекты;
- проекты территориальных комплексных схем рационального использования ресурсов и охраны окружающей среды;
- проекты водоохраных зон и прибрежных полос водных объектов;
- проекты концепций, прогнозов, программ и схем отраслевого развития, реализация которых связана с использованием природных ресурсов и может оказать воздействие на окружающую среду;
- проекты технических нормативных правовых актов (ТНПА), в которых устанавливаются требования в области охраны окру-

- лесоустроительные проекты и др.

Проведение ГЭЭ возложено на уполномоченных должностных лиц Минприроды РБ, областные (Минский городской) комитеты природных ресурсов и охраны окружающей среды. Для экспертизы наиболее сложных проектных решений указанными органами могут создаваться экспертные комиссии с привлечением специалистов государственных или иных организаций РБ, международных организаций и иностранных государств, обладающих специальными познаниями в определенных областях науки, техники и иных сферах деятельности.

Для анализа потенциально экологически опасных видов планируемой деятельности при разработке проектной документации проводится процедура **оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС)**. Перечень объектов, для которых ОВОС проводится в обязательном порядке, установлен законодательно и в настоящее время содержит 52 объекта. К ним относятся объекты атомной промышленности, тепловые электростанции, нефтеперерабатывающие заводы, объекты литья черных металлов, производства целлюлозы, химического, биохимического, биотехнического, микробиологического и фармацевтического производства и др. Результаты комплексной оценки проектов являются предметом рассмотрения государственной экологической экспертизы.

По результатам проведенной экспертизы составляется *заключение* государственной экологической экспертизы, которое может быть положительным либо отрицательным. Финансирование и реализация проектных решений планируемой деятельности без положительного заключения государственной экологической экспертизы запрещаются.

9.4 Контроль в сфере природопользования и охраны окружающей среды

Экологический контроль – система мер по контролю и надзору за состоянием окружающей природной среды. Его цель – обеспечивать соблюдение юридическими лицами и гражданами требований законодательства страны в области охраны окружающей среды, а ключевые задачи:

- выявлять, пресекать, и предупреждать совершение физическими и юридическими лицами нарушений законодательства в области охраны окружающей среды;

- устанавливать причины и условия, способствующие совершению правонарушений;
- привлекать к ответственности нарушителей природоохранного законодательства.

Экологический контроль разделяется на государственный, ведомственный, производственный и общественный.

Государственный контроль в области охраны окружающей среды – это контроль за использованием и охраной природных компонентов (земель, недр, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, лесов и т. д.), а также за обращением с отходами государственными органами, юридическими лицами и гражданами.

Контроль может быть предупредительным и текущим. Задачей *предупредительного контроля* является недопущение деятельности, которая в будущем может оказывать негативное воздействие на окружающую среду. В связи с этим он осуществляется на стадии проектирования и планирования такой деятельности, реализации проекта и ввода объекта в эксплуатацию. *Текущий контроль* проводится уже в процессе эксплуатации предприятий и иных объектов, а также в процессе природопользования.

Государственный контроль осуществляется

- Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь;
- иными специально уполномоченными республиканскими органами государственного управления;
- их территориальными органами;
- Государственной инспекцией охраны животного и растительного мира при Президенте Республики Беларусь;
- местными Советами депутатов;
- исполнительными и распорядительными органами в пределах их компетенции.

Государственные инспекторы в области охраны окружающей среды обладают широкими правами и полномочиями:

- посещать в целях проверки организации, объекты хозяйственной деятельности;
- проверять соблюдение законодательства об охране окружающей среды;
- составлять протоколы об административных правонарушениях и налагать административные взыскания за нарушение природоохранного законодательства;
- вносить предложения о приостановлении строительства производственных объектов;
- ограничивать или приостанавливать работу отдельных производств и цехов, эксплуатация которых осуществляется с

Ведомственный контроль в области охраны окружающей среды проводится органами государственного управления либо организациями в целях

- проверки соблюдения подведомственными им объектами национального законодательства в области охраны окружающей среды;
- реализации отраслевых программ и мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды;
- выполнения предписаний Минприроды РБ и других специально уполномоченных республиканских органов государственного управления.

Следует отметить, что хотя ведомственный контроль осуществляется органами государственного управления, он не является частью государственного контроля в области охраны окружающей среды, так как ограничивается отраслевой сферой, а государственный имеет надведомственный характер.

Производственный контроль в области охраны окружающей среды возложен на юридические лица и индивидуальных предпринимателей, хозяйственная или иная деятельность которых оказывает вредное воздействие на окружающую среду. Он может проводиться самостоятельно за счет собственных средств, а при необходимости – с привлечением организаций, имеющих право проводить измерения в области охраны окружающей среды.

Природопользователи должны разработать, согласовать и утвердить в соответствии с установленными требованиями инструкцию по осуществлению производственного контроля в области охраны окружающей среды. Контроль может осуществляться как уполномоченным лицом, так и созданным подразделением (отдел, служба и др.). Производственный экологический контроль может быть плановым и внеплановым. По результатам контроля составляются производственные акты, информируется руководитель юридического лица, должностным лицам выдаются предписания об устранении нарушений законодательства об охране окружающей среды.

Общественный контроль в области охраны окружающей среды осуществляется общественными организациями, трудовыми коллективами, другими некоммерческими объединениями в соответствии с их уставами, а также гражданами. Его результаты, представленные в органы государственной власти и местного управления, подлежат обязательному рассмотрению.

Общественный контроль может реализовываться посредством общественных слушаний в процессе оценки воздействия на окружающую среду. Общественные объединения и граждане вправе инициировать и организовать проведение общественной экологической экспертизы.

Составной частью всех видов контроля является *аналитический (лабораторный) контроль* в области охраны окружающей среды, который проводится в целях оценки количественных и качественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух либо их сбросов в поверхностные и подземные воды; эффективности работы очистных сооружений; определения загрязнения земель и физико-химического состава отходов. Аналитические лаборатории, осуществляющие измерения в области охраны окружающей среды, подлежат аккредитации и учету Минприроды РБ.

Тема 10. УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ И РАЦИОНАЛЬНЫМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ НА ПРЕДПРИЯТИИ (в организации)

10.1 Природоохранная деятельность и природоохранный комплекс предприятия

Природоохранная деятельность предприятия является обязательным условием реализации экологической политики государства. Она объединяет все виды хозяйственной деятельности, направленные на снижение и ликвидацию отрицательного антропогенного воздействия на природную среду, сохранение, улучшение и рациональное использование природно-ресурсного потенциала.

К природоохранному комплексу предприятий относятся:

- группы охраны природы;
- участки очистных сооружений, водоснабжения и водоотведения, газопылеулавливающие установки;
- санитарно-промышленные лаборатории.

Управление природопользованием на уровне субъектов хозяйствования осуществляется их администрацией. Функции управления охраной окружающей среды на предприятии состоят:

- в планировании природоохранных мероприятий;
- эксплуатации природоохранных фондов;
- производственном контроле за вредными воздействиями на окружающую среду.

Как правило, они возлагаются на группу охраны природы при главном инженере, главном энергетике, главном технологе.

Реализация природоохранных функций должна обеспечивать совершенствование технологии производства, ремонтно-эксплуатационных и наладочных работ, безаварийную эксплуатацию оборудования, своевременное выполнение планово-предупредительного и текущего ремонта.

Производственный контроль на предприятии заключается в проведении следующих мероприятий:

- систематический отбор проб воздуха рабочей зоны, прилегающей санитарно-защитной зоны, сточных вод, замер физических воздействий;
- лабораторный анализ взятых проб;
- учет количественного и качественного состава загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду от хозяйственной деятельности;
- наблюдение за выполнением природоохранных, санитарных и иных требований;
- локальный мониторинг окружающей среды;
- ведение документации и своевременное представление сведений о состоянии и загрязнении окружающей среды.

Важная роль при проведении производственного контроля принадлежит лабораториям, которые осуществляют оперативный контроль состояния сточных вод, выбросов в атмосферу, проверяют работу очистных установок и т. п.

Результаты производственного контроля, экологический паспорт предприятия, финансовая документация, материалы бухгалтерского учета и статистической отчетности позволяют осуществлять оценку экологической эффективности природоохранной деятельности предприятия и ее дальнейшее планирование.

Для оценки природоохранной деятельности предприятия используется ряд параметров:

- *натуральные*, характеризующие степень негативного влияния предприятия на окружающую среду (объемы фактических выбросов вредных веществ, образование отходов, уровни физических воздействий и т. д.);
- *ресурсопотребление и ресурсный баланс предприятия* (потребление сырьевых ресурсов, энергии, воды и т.д.);
- *техничко-технологические характеристики* предприятия, обуславливающие его экологические аспекты (уровень износа основных средств производства, наукоемкость продукции и др.);
- *эколого-экономические показатели* деятельности предприятия (объем инвестиций в основной капитал природоохранного назначения, текущие природоохранные издержки, эффективность природоохранных мероприятий и т. д.).

10.2 Планирование природоохранной деятельности на предприятии

В соответствии с законодательством Республики Беларусь юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие хозяйственную или иную деятельность, которая оказывает негативное влияние на окружающую среду, обязаны планировать, разрабатывать и осуществлять мероприятия по ее охране.

План предприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов содержит следующие разделы:

- охрана атмосферного воздуха;
- охрана и рациональное использование водных ресурсов;
- охрана и рациональное использование земель;
- обращение с отходами производства и потребления;
- охрана и рациональное использование минеральных ресурсов.

Планирование начинается со всестороннего анализа в базовом периоде. Определяется степень выполнения плана по всем разделам и подразделениям, выявляются причины отклонений от плановых заданий, анализируется полученный природоохранный эффект.

В качестве исходных данных для разработки плана по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов на последующий период используются различные экологические прогнозы, планы, программы областей, городов, районов (территориальные и отраслевые), стратегия и перспективы развития предприятия, научно-техническая информация, предложения рабочих, специалистов, служащих, общественных экологических организаций.

Обычно в планах находят отражение следующие аспекты природоохранной деятельности:

- разработка и совершенствование технологических процессов с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду;
- строительство, реконструкция природоохранных объектов;
- содержание и эксплуатация очистных сооружений и утилизационных установок, повышение их эффективности;
- планируемое сокращение выбросов (сбросов, отходов) по отношению к базовому периоду;
- разработка экологического паспорта предприятия;
- контроль за работой природоохранных объектов;
- экологический аудит и другие.

Кроме того в плане определяются общая сумма затрат, источники финансирования, сроки начала и окончания работ, ожидаемый природоохранный эффект.

10.3 Экологический менеджмент предприятия

В последние годы, в связи с ростом экологических проблем и необходимостью их незамедлительного решения, на предприятиях внедряется система экологического менеджмента (управления окружающей средой), соответствующая требованиям Международной организации по стандартизации (ISO).

Экологический менеджмент (ЭМ) – специальная область управления деятельностью предприятия (организации) в тех ее формах, направлениях, сторонах и т. д., которые прямо или косвенно относятся к взаимоотношению предприятия с окружающей средой.

Целью экологического менеджмента является минимизация негативных воздействий деятельности предприятий на окружающую среду, достижение высокого уровня экологической безопасности процессов производства и потребления выпускаемой продукции и оказываемых услуг.

В литературе, в том числе и в переводах документов ISO 14000 на русский язык, термин "экологический менеджмент" заменен термином "управлением качеством окружающей среды", а в некоторых случаях – "экологическим управлением". Вместе с тем, для этих понятий можно выделить ряд существенных различий.

Экологическое управление – деятельность государственных органов и экономических субъектов, главным образом *направленная на соблюдение обязательных требований природоохранного законодательства*, а также на разработку и реализацию соответствующих целей, проектов и программ.

Экологический менеджмент – инициативная и результативная деятельность экономических субъектов, *направленная на достижение их собственных экологических целей* и на реализацию проектов и программ, разработанных на основе принципов экоэффективности и экосправедливости.

Таким образом, целью ЭМ является не просто соответствие предприятия нормам природоохранного законодательства, но разработка собственной экологической политики, направленной на достижение максимальной экологической безопасности процессов производства и потребления выпускаемой продукции и обеспечение ее конкурентоспособности.

Руководством для создания систем экологического менеджмента на отечественных предприятиях стали стандарты Международной организации по стандартизации, адаптированные к условиям Республики Беларусь. Основным документом в этой области является стандарт СТБ ИСО 14001 «Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению». В нем приведено следующее определение.

Система управления окружающей средой (СУОС) – часть общей системы административного управления, которая включает в себя организационную структуру, планирование, ответственность, методы, процедуры, процессы и ресурсы, необходимые для разработки, внедрения, реализации, анализа и поддержания экологической политики.

Экологическая политика – основные направления и цели организации в области охраны окружающей среды, официально сформулированные ее высшим руководством.

Экологический менеджмент на предприятии охватывает все аспекты управления предприятием, связанные с охраной окружающей среды: планирование, организацию, мотивацию, контроль. На рисунке 10.1 приведена обобщенная модель системы ЭМ (СУОС).

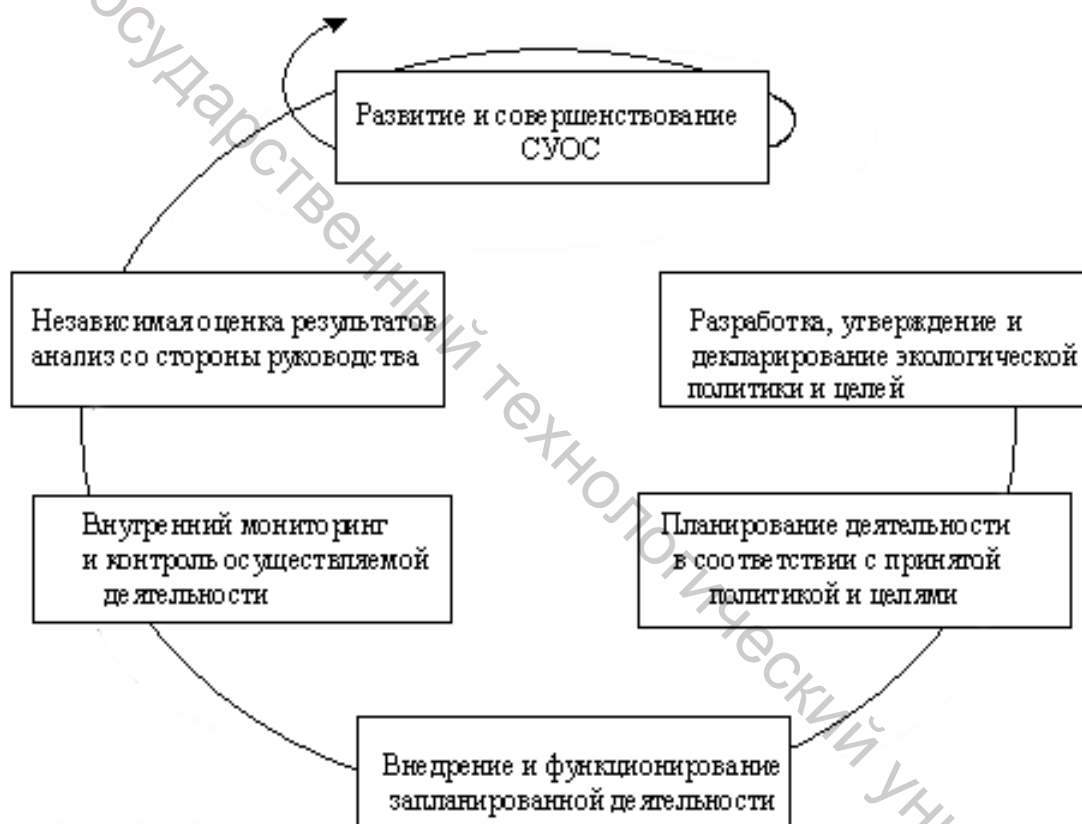


Рисунок 10.1 – Обобщенная модель системы управления окружающей средой

При разработке ЭМ (СУОС) организация должна определить в первую очередь свою экологическую политику и принять на себя обязательства в сфере взаимодействия с окружающей средой. Экологическая политика должна включать в себя следующие основные обязательства:

- обеспечивать соответствие действующему законодательству и инструкциям;

- непрерывно совершенствовать все работы, влияющие на окружающую среду;
- не допускать загрязнение окружающей среды.

Экологическая политика предприятия служит основой для выработки его подразделениями оперативных экологических целей. Исходя из экологических целей, вырабатывается экологическая программа, в которой содержатся конкретные мероприятия, указываются сроки и ответственные за их исполнение, объем необходимых финансовых средств.

С целью эффективной реализации организация разрабатывает механизмы поддержки, необходимые для осуществления своей экологической политики и достижения целевых и плановых экологических показателей. Осуществляется обучение персонала, чья работа в значительной степени влияет на окружающую среду; устанавливаются внутренние связи между различными уровнями и подразделениями организации; разрабатывается и внедряется система управления всеми документами, которые связаны с экологическим управлением на предприятии.

Организация должна проводить измерение, контроль и оценку своей экологической эффективности. Для этого необходимо создать и поддерживать в рабочем состоянии систему регулярного мониторинга операций и видов деятельности, которые могут существенно воздействовать на окружающую среду. На основе данных мониторинга проводятся проверки и корректировки в технологических процессах, направленные на снижение или устранение выявленного значительного воздействия на окружающую среду.

На предприятии должна быть составлена программа и представлены процедуры периодических аудитов системы управления окружающей средой.

Завершающей стадией этапа проверок и корректировок является анализ системы экологического менеджмента со стороны руководства. Высшее руководство организации должно анализировать систему управления окружающей средой через определенные промежутки времени. Цель такого анализа состоит в том, чтобы обеспечить постоянную адекватность и эффективность системы экологического менеджмента. В результате возможно внесение изменений в экологическую политику, в целевые экологические показатели и в другие элементы системы управления окружающей средой.

Если построенная система экологического менеджмента функционирует нормально, то это неизбежно приводит к повышению уровня экологической эффективности предприятия. Организация должна анализировать и постоянно улучшать СУОС с тем, чтобы повышать свою общую экологическую эффективность.

10.4 Экологический аудит

Экологический аудит является важной формой контроля за соответствием деятельности предприятия законодательным, санитарно-гигиеническим требованиям в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Экологический аудит – это инструмент управления, состоящий в систематизированной, документально подтвержденной, объективной оценке соответствия организационной системы управления и функционирования производственных процессов экологическим требованиям.

В общем виде аудит (проверка, ревизия) – это процесс получения и оценки объективных данных о какой-либо профессиональной деятельности и установления уровня их соответствия определенным критериям, нормам, стандартам.

Объектом экологического аудита могут выступать действующие и строящиеся предприятия и организации, деятельность которых оказывает или может оказывать воздействие на окружающую среду.

Цель экологического аудита – выявление существующих или потенциальных проблем, связанных с негативным экологическим воздействием хозяйствующих субъектов, и выработка мер по их решению.

Экологический аудит может быть использован:

- для проверки соблюдения природоохранного законодательства;
- оценки эффективности функционирования систем управления окружающей средой;
- оценки экологического ущерба в целях экологического страхования;
- проверки соблюдения лицензиатом установленных экологических требований, лицензионных соглашений;
- выявления экологического риска при приватизации;
- проверки установленным требованиям в процессе экологической сертификации и т. д.

Осуществление экологического аудита может быть обязательным и добровольным (инициативным).

Обязательный аудит проводится для организаций и видов деятельности, перечень которых утвержден специально уполномоченным органом по экологическому аудиту.

Добровольный (инициативный) аудит проводится по инициативе хозяйствующих субъектов в процессе создания и внедрения системы управления окружающей средой, контроля за эффективностью ее функционирования.

В зависимости от того, кто проводит аудирование, различают внутренний и внешний аудит.

Внутренний аудит проводится аудиторами из числа работников предприятия. *Внешний аудит* – независимой командой аудиторов.

Внутренний аудит является важным инструментом, обеспечивающим функционирование СУОС. Однако он не всегда обеспечивает объективность. Обязательный аудит может быть только внешним.

Экологический аудит проводится в несколько этапов:

- проверка первичной документации, журналов регистрации и других материалов, отражающих показатели природоохранной деятельности;
- сбор информации об уровне экологической опасности объекта;
- визуальное обследование объекта, его инспекция, посещение подразделений, проверка соответствия и эксплуатации технических средств;
- инструментальный анализ параметров окружающей среды и факторов негативного воздействия;
- выработка рекомендаций по результатам аудита, составление отчета с выводами и рекомендациями заказчику, предложениями по устранению выявленных проблем.

10.5 Экологическое лицензирование и паспортизация

Экологическое лицензирование – выдача субъектам хозяйствования специальных разрешений (лицензий), закрепляющих юридическое право на занятие отдельными видами деятельности при заданных экологических ограничениях и природно-ресурсных лимитах.

Лицензирование в области охраны окружающей среды осуществляется специально уполномоченными республиканскими органами государственного управления. Виды деятельности в экологической сфере, требующие обязательного лицензирования и государственные органы, выдающие лицензии, приведены в таблице 10.1.

К деятельности, которая связана с использованием природных ресурсов и воздействием на окружающую среду и лицензирование которой осуществляется Минприроды РБ, относятся следующие виды работ и услуг:

- обращение с озоноразрушающими веществами;
- геологическое изучение недр;
- добыча полезных ископаемых;
- строительство буровых скважин на воду глубиной более 20 м;
- использование отходов 1 – 3 классов опасности, обезвреживание, захоронение отходов;

- экологический аудит.

Лицензии выдаются сроком на пять лет с возможностью неоднократного продления по заявлению лицензиата.

Таблица 10.1 – Лицензируемые виды деятельности, связанные с природопользованием

Наименование	Государственные органы и организации РБ, осуществляющие выдачу лицензий
Ведение охотничьего хозяйства	Министерство лесного хозяйства
Ведение рыбного хозяйства	Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Геодезическая и картографическая деятельность	Государственный комитет по имуществу
Деятельность в области промышленной безопасности	Министерство по чрезвычайным ситуациям
Деятельность по заготовке и переработке древесины	Министерство лесного хозяйства
Деятельность, связанная с осуществлением контроля радиоактивного загрязнения	Министерство по чрезвычайным ситуациям
Деятельность, связанная с использованием природных ресурсов и воздействием на окружающую среду	Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды

С целью контроля за соблюдением предприятиями экологических нормативов, комплексного учета используемых природных и вторичных ресурсов и определения уровня влияния производства на окружающую среду осуществляется экологическая паспортизация субъектов хозяйствования.

Экологический паспорт содержит сведения об использовании предприятием природных и вторичных ресурсов, влиянии его хозяйственной или иной деятельности на окружающую среду и предназначен для определения соответствия уровня производства наилучшим доступным техническим методам, к которым относятся: технологические процессы; порядок организации производства; методы производства

продукции и энергии, выполнения работ или оказания услуг, обеспечивающие сокращение или предотвращение объемов выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую среду, уменьшение образования отходов, рациональное использование ресурсов и энергии.

Экологический паспорт предприятия состоит из двух частей: проектной и эксплуатационной. Проектные данные заносятся на стадии разработки и согласования проектной документации на строительство и включают данные о площадке размещения объекта, об охране и рациональном использовании водных ресурсов, атмосферного воздуха, образовании, использовании, обезвреживании, хранении и захоронении отходов и др.

Эксплуатационные данные экологического паспорта предприятия включают:

- сведения о производственных объектах – установленная мощность цехов, участков, производства, процент износа оборудования, плановый и фактический объем выпускаемой продукции;
- использование земельных ресурсов;
- расход сырья и вспомогательных материалов по видам продукции;
- расход энергоресурсов по видам продукции;
- транспорт юридического лица;
- объекты растительного мира;
- природоохранные мероприятия по рациональному использованию объектов растительного мира и др.

Данные экологического паспорта позволяют проанализировать экологические аспекты хозяйственной деятельности предприятия и разработать программу мероприятий по снижению нагрузки его производства на окружающую среду.

Раздел IV. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Тема 11. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

11.1 Экономическая оценка природных ресурсов: сущность, функции, задачи

Проблема экономической (денежной) оценки природных ресурсов — одна из наиболее сложных и дискуссионных в современной науке. Долгие годы в СССР в условиях социализма считалось, что поскольку богатства природы являются общенародной собственностью, не продаются и не покупаются, не включены в систему товарно-денежных отношений, то им и не нужна экономическая оценка. Бесплатность природных ресурсов, отсутствие учета природного фактора в результатах хозяйственной деятельности предприятий привели к низкой действенности принимаемых природоохранных актов и нерациональному природопользованию.

В условиях становления рыночных отношений в природопользовании экономическая оценка естественных ресурсов должна стать эффективным рычагом хозяйственного механизма природопользования. Учет экономической оценки природных ресурсов сделает невыгодным нерациональное использование природных ресурсов, так как будет приводить к увеличению производственных затрат предприятия, сокращению прибыли и т. д.

Существуют различные способы оценки природных ресурсов.

Оценка натуральными показателями количественных и качественных характеристик природных ресурсов (объем запасов, продуктивность, мощность пластов, глубина залегания и т. п.).

Бальная оценка (технологическая или производственная), заключающаяся в сопоставлении однородных природных ресурсов с точки зрения благоприятности их использования в тех или иных целях. Ее показателями являются баллы, категории, степени, классы (земли I, II, III и т. д. категории). Кроме того возможно использование словесных выражений: «ограниченно пригодно к использованию», «пригодно без ограничений», «непригодно к использованию».

Однако бальная оценка позволяет сравнивать только однородные виды природных ресурсов (различные по плодородию земли, месторождения полезных ископаемых одного вида и т. п.). Поэтому ее недостатком является то, что она не позволяет сопоставить ценность природных ресурсов с ценностью других средств производства или ценность разнотипных видов природных ресурсов. В связи с этим с середины 20 столетия все больше внимания уделяется стоимостной или собственно экономической оценке природных ресурсов.

Экономическая оценка природных ресурсов – денежное выражение хозяйственной ценности природных ресурсов, обусловленной природными особенностями.

Экономическая оценка природных ресурсов может реально выполнять *учетную* и *стимулирующую функции*. С ее помощью можно:

- сравнивать ценность различных природных ресурсов и на основе этого устанавливать последовательность их вовлечения в хозяйственный оборот;
- рассчитывать природно-ресурсный потенциал регионов любого ранга, что важно для сопоставления ресурсообеспеченности отдельных районов и прогнозирования их экономического развития;
- определять материальный ущерб, наносимый обществу при изъятии из хозяйственного оборота природных богатств;
- рассчитывать экономическую эффективность природоохранных мероприятий;
- повышать материальную заинтересованность природопользователей в рациональном использовании природных ресурсов.

11.2 Методологические концепции экономической оценки природных ресурсов

В настоящее время сложились две принципиально отличающиеся методологические концепции экономической оценки природных ресурсов: затратная и рентная. Это можно объяснить двойственным характером природных ресурсов: с одной стороны, они составляют естественную базу производства, выступают фактором роста производительности труда, с другой (когда в них овеществлен труд) – являются продуктом труда, носителем стоимости, элементом национального богатства.

В основе определения экономической оценки природных ресурсов как продуктов труда лежит **затратная концепция** академика С.Г. Струмилина. Согласно данной концепции, оценкой ресурсов служат затраты труда на их освоение и вовлечение в хозяйственный оборот: чем выше прямые затраты общества, необходимые для использования того или иного ресурса, тем он дороже. Затратная концепция, таким образом, позволяет определить стоимость природных ресурсов.

Недостатком затратной концепции является то, что наиболее высокие оценки получают самые неблагоприятные для использования, наименее ценные по качеству природные ресурсы. Кроме того отсутствует строгий учет качественных особенностей природных ресурсов, которые должны быть предметом экономической оценки.

Рентная концепция позволяет определить ценность природных ресурсов. По этой концепции экономическая оценка природного ресурса связана с размером приносимой данным ресурсом *дифференциальной ренты* – экономического выигрыша, который получает народное хозяйство благодаря более благоприятным природным свойствам оцениваемого ресурса (лучшему качеству, удобному местоположению и т. п.).

Теория дифференциальной ренты была разработана классиками экономической теории (А. Смит, Д. Риккардо, К. Маркс) на примере земельной ренты. Неодинаковые по плодородию и местоположению участки земли способны приносить разную прибыль производителю продукции. Одна и та же сельскохозяйственная культура, выращиваемая на землях разного качества, имеет разную урожайность и требует индивидуальных затрат на ее производство. В то же время потребительская стоимость продуктов, производимых на различных участках, одинакова и не зависит от фактического количества труда, воплощенного в них. На все продукты устанавливается единая рыночная стоимость, величина которой зависит от двух основных факторов: уровня потребления и размера издержек. Если спрос на сельскохозяйственные продукты полностью покрывает объем их производства, то рыночная стоимость регулируется индивидуальными затратами на худших по качеству участках земли, эксплуатация которых требует относительно больших издержек – *замыкающими затратами*. Однако они не всегда определяют уровень рыночной стоимости продукции. Это не происходит в том случае, когда объем производства продукции существенно превышает уровень потребности в ней. Тогда *регулирующие затраты* могут снизиться до уровня индивидуальных издержек на участках, находящихся в средних и лучших естественных условиях. Разность между регулирующими и индивидуальными затратами, обусловленная относительными различиями земельных участков, их плодородием, местоположением, приводит к образованию дифференциальной ренты.

Итак, основой дифференциальной ренты является добавочная прибыль, которую получает производитель, эксплуатирующий более продуктивные земли и другие природные ресурсы.

В научной литературе встречаются разные предложения по поводу практического определения дифференциальной ренты. Наиболее популярной является методика расчета экономической оценки природных ресурсов, разработанная в Центральном экономико-математическом институте АН СССР. В соответствии с ней рентная оценка конкретного ресурса определяется как разность замыкающих и индивидуальных затрат на получение продукции природопользования.

Недостаток рентной концепции заключается в том, что оценка объектов природопользования, оказавшихся в относительно худших условиях хозяйствования, может быть нулевой, а это не всегда отвечает действительности.

Поскольку затратная концепция не учитывает качество ресурса, а рентная допускает получение его нулевой оценки, в настоящее время используется **смешанный (синтетический)** подход. Для того, чтобы дать положительную оценку худшим из оцениваемых природных объектов, было предложено к дифференциальной ренте прибавлять затраты на освоение.

В соответствии с принципами ценообразования цена природного ресурса (размер платы за него) может быть определена по формуле

$$Ц = R + З,$$

где $Ц$ – цена ресурса, размер платы за него;

R – экономическая оценка на базе дифференциальной ренты;

$З$ – затраты на освоение и воспроизводство ресурса.

Все три подхода не являются альтернативными в экономической оценке природных ресурсов. Каждый из них функционален в создании экономического механизма природопользования: затратная концепция – для установления стоимости природного ресурса, рентная – для его экономической оценки, смешанный подход – для определения цены и установления платы за его использование.

Тема 12. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ УЩЕРБА (ВРЕДА) ОТ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

12.1 Экономический ущерб от загрязнения и истощения природной среды

Загрязнение и истощение окружающей среды в результате антропогенной деятельности приносит ущерб (вред, урон) трем сферам: состоянию экологических систем, хозяйственным объектам и здоровью людей. Исходя из этого, различают три вида ущерба: экологический, экономический и социальный.

Экологический ущерб характеризуется нарушениями, возникающими в природных системах.

Под **экономическим ущербом** понимают выраженные в денежной форме фактические и возможные потери народного хозяйства, обусловленные ухудшением экологической ситуации в результате антропогенной деятельности.

Социальный ущерб – это ущерб, наносимый здоровью людей неблагоприятными факторами, обусловленными загрязнением окружающей среды.

Социальный ущерб можно условно разделить на восполни-

мые и невозполнимые потери. К *восполнимым потерям* относятся прямые расходы на оплату больничных листов, затраты на лечение, потери производства от невыходов на работу, снижения производительности труда и пр. Данный вид потерь может быть измерен в стоимостных показателях. *Невосполнимые потери*, такие как потеря здоровья, снижение творческой активности, досрочный уход на пенсию по состоянию здоровья, сокращение продолжительности жизни и т. п. невозможно оценить стоимостными показателями.

Экологический и социальный ущербы не подлежат абсолютно точному количественному определению.

Экономический ущерб можно представить в виде двух составляющих:

- 1) натуральных (экономических) потерь реципиентов* в денежном выражении;
- 2) затрат на ликвидацию отрицательных последствий и компенсацию допущенных экологических нарушений, замену деградировавших ресурсов.

К числу ***натуральных (экономических) потерь*** относятся прямое разрушение природных ресурсов и прямой урон, который несет экономика вследствие такого разрушения. Например, уничтожение почвы при открытой добыче полезных ископаемых или строительстве промышленных объектов, уничтожение лесов от порубок или загрязнения воздуха, гибель водных животных при разливе нефти, потери различных материалов (металлов, облицовки зданий) вследствие разрушающего действия загрязненного воздуха или воды и т. п.

Затраты на ликвидацию последствий загрязнения или истощения природной среды обусловлены расходами на компенсацию негативного воздействия. Это затраты на создание и работу очистных сооружений, затраты на уборку территорий, рекультивацию нарушенных земель и т. п.

Экономический ущерб является комплексной величиной и складывается из ущербов, наносимых отдельным видам реципиентов от загрязнения различных природных сред – воздушного бассейна, водных источников, земель, лесных экосистем и др.

Наибольший практический интерес представляет определение ***совокупного (суммарного) ущерба*** региону вследствие загрязнения и истощения окружающей среды, который складывается из экономического и социального восполнимого ущербов.

* *Реципиент* – объект, который несет ущерб от загрязнения окружающей среды.

С другой стороны совокупный ущерб состоит из следующих локальных ущербов:

- ущерба промышленности – включает затраты на ремонт и восстановление основных средств в связи с сокращением сроков их службы в условиях агрессивной среды, дополнительные затраты в связи с потерями сырья в техногенных выбросах, дополнительные затраты на очистку воздуха и воды, используемых в технологических процессах;
- ущерба сельскому и рыбному хозяйству – дополнительные затраты в связи с потерями ресурсов и продукции из-за изменения урожайности и продуктивности в сельском и рыбном хозяйстве;
- ущерба лесному хозяйству – дополнительные затраты в связи с потерями ресурсов и продукции из-за изменения продуктивности в лесном хозяйстве;
- ущерба от повышенной заболеваемости населения – дополнительные затраты на оплату больничных листов и оказание медицинских услуг, потери продукции, связанные с повышенной заболеваемостью работников производства;
- ущерба жилищно-коммунальному и бытовому хозяйству – дополнительные затраты на содержание жилищно-коммунального хозяйства вследствие ухудшения состояния селитебных территорий, жилищного фонда, растительности и т. д.

12.2 Методические подходы к экономической оценке ущерба

Определение экономического ущерба – сложная комплексная задача, сопряженная со значительными методическими трудностями. Для каждого компонента природы и каждого реципиента необходимы индивидуальные методики расчета, требующие непростых вычислений.

В настоящее время разработаны три основных методических подхода к экономической оценке ущерба:

1) **метод прямого счета** – базируется на сопоставлении затрат на лечение населения, урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности животноводства, сроков службы основных фондов и т. п. в загрязненном и контрольном районах;

2) **аналитический метод** – строится на использовании предварительно выведенных математических зависимостей между показателями состояния реципиентов и уровнем загрязнения окружающей среды;

3) **эмпирический (укрупненный) метод** – основывается на принципе перенесения общих закономерностей воздействия ущербообра-

зующих факторов на частный исследуемый объект.

Оценка ущерба прямым счетом и аналитическим методом чрезвычайно трудоёмки, требуют сбора и обработки огромного объема информации, поэтому малопригодны для широкого использования. Они служат для разработки системы удельных ущербов, показывающих какой ущерб наносится единице расчетного элемента (руб/чел., руб/га, руб/млн. руб основных средств).

Эмпирический метод проще методов прямого счета и аналитического, хотя и менее точен.

На основании этого метода общий ущерб от техногенного загрязнения окружающей среды (Y) упрощенно можно представить в виде суммы ущербов от загрязнения атмосферы (Y_a), воды (Y_e), почвы (Y_n), недр (Y_h):

$$Y = Y_a + Y_e + Y_n + Y_h.$$

Ущерб от загрязнения атмосферы зависит от приведенной массы выбросов загрязняющих веществ (M) в пределах данной территории (усл. т/год), величины удельного ущерба (y) от одной условной тонны выбросов (р./усл. т) и безразмерных коэффициентов, учитывающих характер и условия рассеивания выброшенных источником примесей (f) и относительную опасность загрязнения атмосферного воздуха на территориях с различной плотностью и чувствительностью реципиентов (σ). Оценка годового ущерба от загрязнения атмосферы с учетом указанных параметров осуществляется по формуле

$$Y = y \cdot M \cdot \sigma \cdot f.$$

Аналогично рассчитываются ущербы от загрязнения водоемов и почвы.

На основе приведенной методики были разработаны отраслевые методики определения ущерба, причиненного разным реципиентам загрязнением среды. В качестве реципиентов обычно рассматриваются:

- население;
- объекты жилищно-коммунального хозяйства;
- сельскохозяйственные угодья, животные и растения;
- лесные ресурсы;
- элементы основных средств промышленности и транспорта;
- рыбные ресурсы;
- рекреационные и лечебно-курортные ресурсы.

По заключению специалистов, наибольший экономический вред обществу наносит загрязнение воздушного бассейна (60 % совокупного ущерба), далее – водных объектов (30 %) и загрязнение окружающей

среды твердыми отходами (около 10 %).

Направления использования показателей экономического ущерба от загрязнения окружающей среды разнообразны. Учет ущерба необходим при оптимизации проектных решений, выборе стратегии в области охраны окружающей среды и развития технологий, в процедурах оценки воздействия на окружающую среду и оценке эффективности средо-защитных мер, экономическом стимулировании природоохранной деятельности и др.

Тема 13. ПРИРОДООХРАННЫЕ ЗАТРАТЫ И ИХ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

13.1 Анализ природоохранных затрат

Осуществление природоохранной деятельности, направленной на поддержание качества среды обитания и защиту природы, требует все возрастающих затрат. Все природоохранные затраты (экологические издержки) по их экономической сущности можно подразделить на две группы:

- издержки предотвращения негативных экологических последствий (предзатраты);
- экономический ущерб, включающий прямые потери ресурсов природы и затраты на ликвидацию, нейтрализацию и компенсацию уже допущенных экологических нарушений (постзатраты).

Структура экологических издержек приведена на рисунке 13.1.

К экологическим издержкам предотвращения хозяйственной деятельности относятся затраты на мероприятия, проводимые либо в источнике загрязнения, либо на путях миграции загрязняющих веществ к реципиентам. В первом случае это затраты на совершенствование технологических процессов, установку очистных сооружений с последующей утилизацией уловленных отходов, комплексное использование сырья и т. п. В другом – затраты на строительство высоких труб, устройство санитарно-защитных зон предприятий, захоронение отходов и т. д.

К предзатратам относятся также расходы на экологическое образование, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в сфере охраны окружающей среды, организация и совершенствование институтов управления природоохранной деятельностью и другие (рис. 13.1).

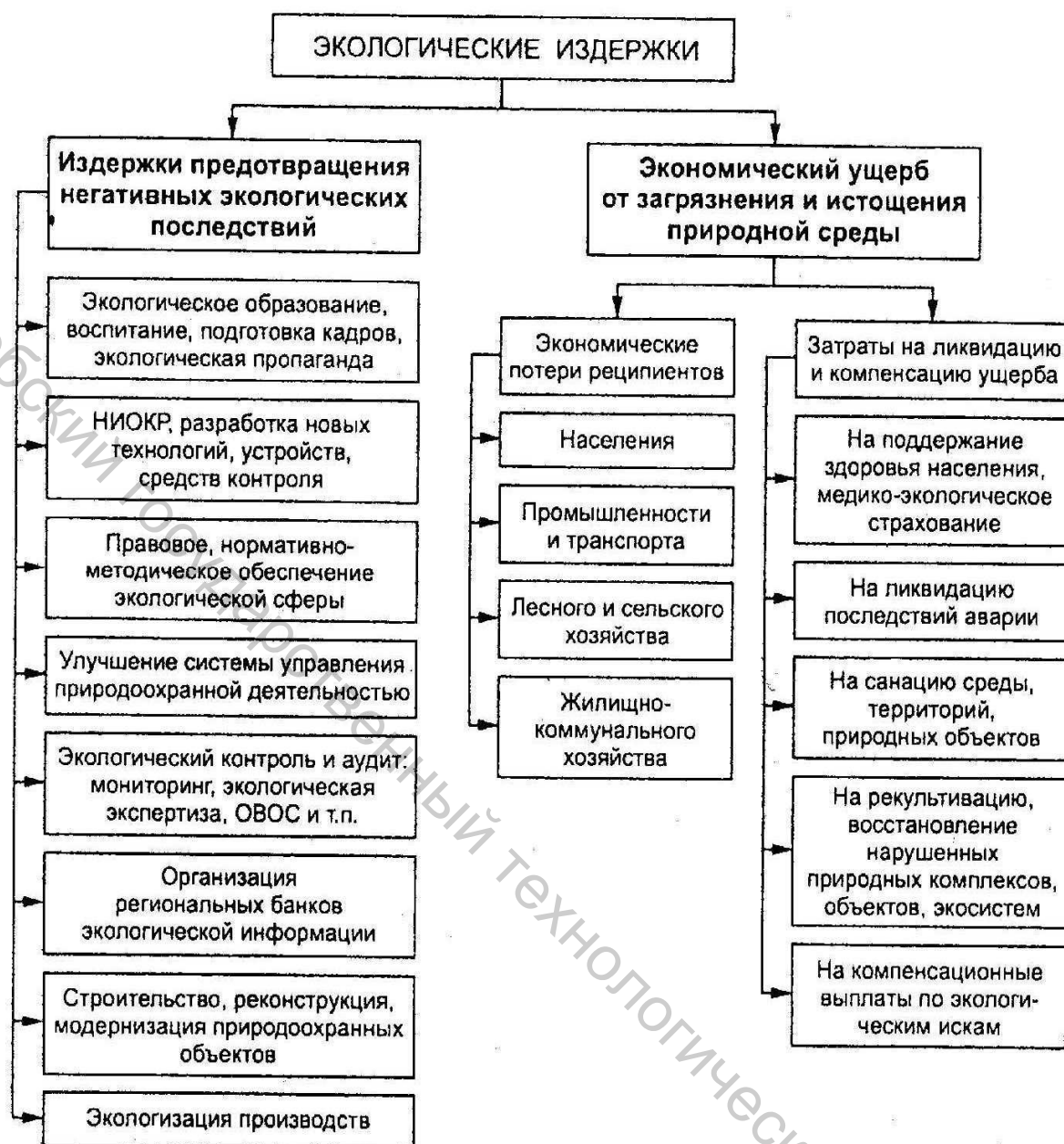


Рисунок 13.1 – Структура экологических издержек общества

Экономическим результатом издержек предотвращения загрязнения можно считать снижение ущерба. Считается, что природоохранные затраты в размере 1–2 % ВВП предотвращают ущерб, достигающий 3–5 % ВВП. Однако это имеет и отрицательные экономические последствия: отвлекается значительная часть трудовых и финансовых ресурсов, увеличивается себестоимость продукции. В связи с этим возникает вопрос об оптимальном соотношении издержек предотвращения и постзатрат.

Рассмотрим графики (рис. 13.2), позволяющие определить точку экономического оптимума загрязнения. В каждый текущий момент вре-

мени общество несет затраты, складывающиеся из средств, затраченных на предотвращение загрязнения (график 1) и затрат на ликвидацию последствий от загрязнения (график 2). Чем больше вкладывается средств в природоохранную деятельность, тем меньше их понадобится для ликвидации ущерба и наоборот. При этом существует некая оптимальная ситуация, когда экологические издержки достигают минимума. Это и есть **экономический оптимум** загрязнения окружающей среды.

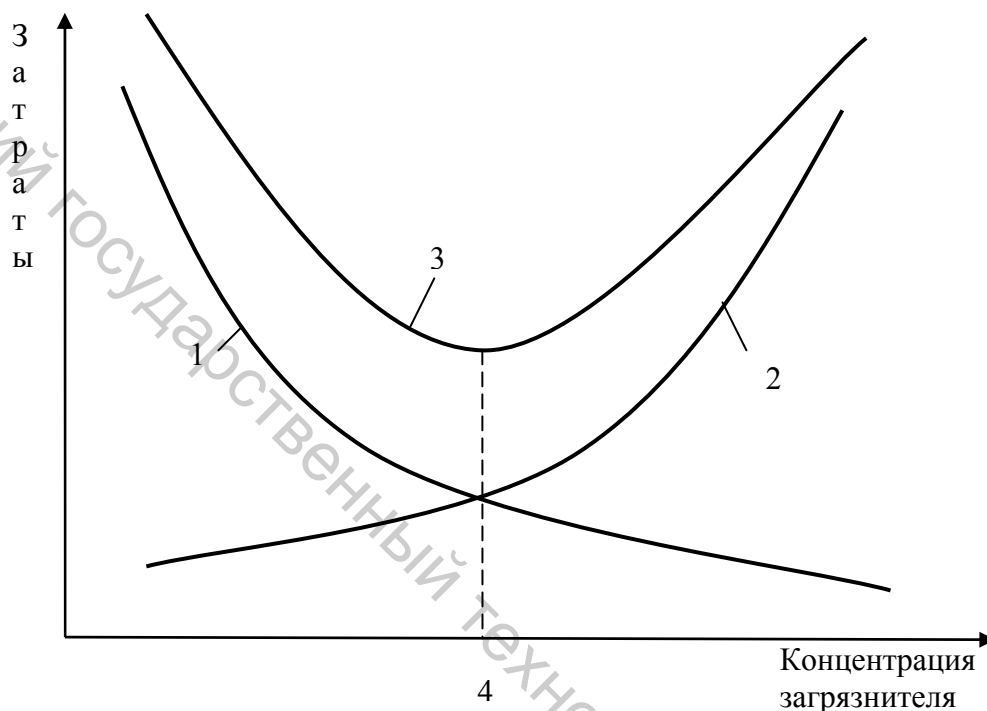


Рисунок 13.2 – Соотношение экологических издержек:

1 – издержки предотвращения (предзатраты) загрязнения окружающей среды; 2 – затраты на ликвидацию последствий от загрязнения; 3 – сумма экологических издержек; 4 – экономический оптимум загрязнения окружающей среды

При определении экономического оптимума загрязнения окружающей среды в расчет принимаются только экономические соображения, хотя приоритетное значение имеют социальные и экологические факторы. Поэтому категорию «экономический оптимум загрязнения» нельзя абсолютизировать. С общечеловеческих позиций разумными являются затраты, объем которых гарантирует стабилизацию качества среды обитания всего живого на планете. Экономия на экологических затратах сейчас, по прогнозам ученых, может обернуться необходимостью расходовать до 40–50 % ВВП на оздоровление природной среды в будущем.

13.2 Структура инвестиций в охрану окружающей среды

По времени реализации различают две категории затрат природоохранного назначения:

- 1) инвестиции в основной капитал (капитальные вложения) К;
- 2) эксплуатационные издержки (текущие затраты) С.

Инвестиции в основной капитал представляют собой материальные затраты общества, необходимые для создания основных производственных природоохранных фондов (ОППФ).

Основные производственные фонды природоохранного назначения (ОППФ) – это основные средства природоохранного назначения: здания, сооружения, оборудование, используемые для целей охраны окружающей среды, как на отдельных предприятиях, так и в государственном масштабе.

К инвестициям в основной капитал (капитальным вложениям) относят единовременные затраты:

- на создание новых и реконструкцию старых основных фондов природоохранной направленности;
- на совершенствование технологии производства с целью сокращения его воздействия на природную среду;
- на строительство очистных сооружений;
- на внедрение систем оборотного водоснабжения;
- на рекультивацию земель и др.

Капитальные вложения (инвестиции в основной капитал) в течение нескольких лет находятся в производстве, не давая полезного эффекта. Продолжительность этого периода зависит от срока освоения инвестиций, т. е. превращения их в действующие ОППФ.

Таким образом, в результате освоения капвложений происходит создание ОППФ. Процесс эксплуатации ОППФ влечет за собой возникновение природоохранных эксплуатационных издержек (текущих затрат).

К **эксплуатационным издержкам** относят расходы на содержание и обслуживание основных фондов природоохранного назначения:

- затраты на химические реактивы и прочие материалы, необходимые для поддержания процессов очистки выбросов (сбросов);
- затраты на воду, топливо, энергию, используемые в средозащитных процессах;
- затраты на зарплату обслуживающего персонала;
- затраты на проведение текущего ремонта оборудования, применяемого в природоохранных технологиях, и др.

Эксплуатационные издержки экологического назначения значительно превосходят годовые инвестиции в основной капитал: по народному хозяйству они обычно соотносятся как 3:1 (по воздушному бас-

сейну – 5:1, по водным ресурсам – 4:1). Это свидетельствует о том, что обновление природоохранных фондов в нашей стране происходит очень медленно. В США, например, соотношение текущих и годовых капитальных затрат составляет 1:1.

13.3 Инвестирование природоохранной деятельности в Республике Беларусь

В целях обеспечения единого подхода к понятиям «виды природоохранной деятельности» и «природоохранные затраты» в РБ был принят «Классификатор видов природоохранной деятельности и затрат на охрану окружающей среды».

В классификаторе выделяют две формы природоохранной деятельности:

- 1) текущая природоохранная деятельность,
- 2) природоохранные мероприятия.

Текущая природоохранная деятельность – это непрерывно осуществляемая деятельность, направленная на достижение стабильности или улучшение состояния окружающей среды. Она связана, в основном, с эксплуатацией, а не созданием фондов природоохранного назначения.

Природоохранные мероприятия – это природоохранная деятельность, предпринимаемая в целях существенного улучшения состояния окружающей среды или создания условий для ее улучшения. Результатом природоохранных мероприятий может стать создание ОППФ.

На природоохранные мероприятия в РБ расходуется в среднем по промышленности около 3 % общих капвложений. Но их доля сильно колеблется в зависимости от отраслевых особенностей производства:

- в строительной индустрии – 0,9 %;
- в черной металлургии – 4,6 %;
- на отдельных предприятиях химической промышленности – до 40 %.

Основная часть инвестиций экологического назначения в РБ идет на охрану и рациональное использование водных ресурсов, что обусловлено высокой капиталоемкостью водоохраных сооружений.

- 70 % – на охрану и рациональное использование водных ресурсов;
- 15–20 % – на защиту воздушного бассейна;
- 12–15 % – на охрану земель.

В развитых странах положение прямо противоположное, поскольку прогрессивные производственные технологии предусматривают использование замкнутых оборотных систем водоснабжения, а не дорогостоящих систем водоотведения сточных вод с использованием капиталоемких очистных сооружений.

Защита воздушного бассейна требует значительных затрат на пылеулавливающее оборудование, стоимость которого может составлять более 20 % стоимости основного технологического оборудования.

13.4 Экономическая эффективность природоохранных затрат

Экономическая эффективность природоохранной деятельности означает ее результативность, т. е. соотношение между результатами и обеспечившими их затратами на природоохранные мероприятия. Оценка экономической эффективности затрат на охрану окружающей среды необходима для наиболее рационального использования ограниченных материальных и финансовых ресурсов. Она служит:

- для оценки уже полученных выгод;
- выбора наиболее целесообразного варианта природоохранного проекта;
- определения объема затрат, необходимых для достижения оптимальных эколого-экономических результатов.

Для оценки экономической эффективности природоохранных мероприятий используют различные показатели. Одним из таких показателей является *экономическая эффективность капиталовложений* природоохранного назначения, которая определяется как отношение годового эффекта от проведенного мероприятия ($\mathcal{E}_z$) за вычетом текущих затрат (C) к величине капитальных вложений (K):

$$\mathcal{E}_k = \frac{\mathcal{E}_z - C}{K}.$$

Полученный коэффициент эффективности ($\mathcal{E}_k$) сравнивается с нормативным коэффициентом эффективности капиталовложений $E_n = 0,12$. Рассматриваемое направление использования капитальных затрат считается эффективным, если $\mathcal{E}_k > E_n$.

В рыночной экономике *экономическую эффективность затрат* определяют как соотношение результатов (выгод) и затрат. Она может быть представлена как отношение объема полного экономического эффекта ($\mathcal{E}$) к сумме вызвавших этот эффект приведенных затрат (Z):

$$\mathcal{E}_z = \frac{\mathcal{E}}{Z},$$

где $\mathcal{E}_z$ – экономическая эффективность годовых природоохранных затрат;

$\mathcal{E}$ – полный годовой эффект (результат);

Z – затраты, определяющие эффект.

Экономический эффект $\mathcal{E}$ проявляется в предотвращении экономического ущерба от техногенного воздействия хозяйственного объекта на окружающую среду и получении дополнительного дохода в результате улучшения его производственной деятельности в условиях более благоприятной экологической обстановки:

$$\mathcal{E} = \Delta U + D,$$

где ΔU – величина годового предотвращенного экономического ущерба от загрязнения среды,

D – годовой прирост дохода от улучшения производственных результатов.

Величина годового предотвращенного экономического ущерба от загрязнения среды определяется как разница между величинами ущерба до проведения мероприятия (U_1) и остаточного ущерба после его осуществления (U_2):

$$\Delta U = U_1 - U_2,$$

Затраты (Z), определяющие экономический эффект, определяются с учетом единовременных инвестиций в основной капитал (K) и эксплуатационных издержек (C), необходимых для осуществления мероприятия:

$$Z = C + E_n K.$$

Общим правилом для нормального экономического решения является превышение выгоды над затратами, т. е. *чистый экономический эффект* ($\mathcal{E} - Z$) должен быть положительным:

$$(\mathcal{E} - Z) > 0 \quad \text{или} \quad \mathcal{E}/Z > 1.$$

Выбор конкретного направления сокращения воздействия общественного производства на окружающую среду требует всестороннего экономического обоснования. Основой для экономического сравнения различных средозащитных мероприятий являются *приведенные затраты*, необходимые для их реализации.

В случае реализации природоохранного мероприятия состав приведенных затрат расширяется путем включения в них эколого-экономической составляющей, соответствующей величине приведен-

ных затрат на компенсацию потерь в результате промышленного загрязнения окружающей среды, т. е. экономического ущерба (U) от загрязнения. Следовательно, с учетом экологического аспекта

$$Z^3 = Z + U = C + E_n \cdot K + U,$$

где C – сумма годовых текущих затрат (эксплуатационные издержки);
 E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (для природоохранных мероприятий $E_n = 0,12$);

K – величина единовременных капитальных затрат (инвестиции в основной капитал);

U – экономический ущерб от загрязнения окружающей среды.

При разработке природоохранных проектов, выборе варианта внедрения новой техники или технологии, направленной на экологизацию производства, используется *сравнительная экономическая эффективность природоохранных издержек*. Она рассчитывается при сопоставлении вариантов технических решений, обеспечивающих природоохранное мероприятие, и характеризует преимущество одного варианта по сравнению с другим. Предпочтение должно отдаваться варианту с наименьшей величиной приведенных затрат

$$C + r \cdot K + U \rightarrow \min.$$

где r – коэффициент дисконтирования, применяемый для приведения капитальных затрат к годовой размерности.

Коэффициент дисконтирования используется для корректного сравнения современных затрат и будущих выгод. Его введение вызвано тем, что экологические мероприятия не сразу дают ожидаемый результат. В качестве r для приведения «будущих денег» к сегодняшнему моменту в современных расчетах применяется ставка банковского (ссудного) процента, составляющая обычно 8 – 12 %.

Раздел V. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Тема 14. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

14.1 Экономический механизм природопользования

Экономический механизм охраны окружающей среды и природопользования – совокупность экономических регуляторов, призванных создать материальную заинтересованность природопользователей в оптимизации процессов их взаимодействия с окружающей средой.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» экономический механизм включает следующие элементы:

- разработку государственных прогнозов и программ социально-экономического развития Республики Беларусь в части рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды;
- финансирование программ и мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды;
- создание фондов охраны природы;
- установление платежей за природопользование;
- проведение экономической оценки природных объектов;
- проведение экономической оценки воздействия хозяйственной или иной деятельности на окружающую среду;
- установление мер экономического стимулирования в области охраны окружающей среды;
- возмещение в установленном порядке вреда, причиненного окружающей среде;
- экологическое страхование;
- иные экономические меры, направленные на охрану окружающей среды.

Регулирование природопользования экономическими регуляторами, создающими материальную заинтересованность в ресурсосберегающей и экологоориентированной деятельности, осуществляется методами негативной и позитивной мотивации.

Методы негативной мотивации призваны противодействовать нарушениям установленных экологическим законодательством актов и нормативов. К ним относятся:

- штрафные санкции за нарушение природоохранного законода-

- платежи за потребление природных ресурсов;
- платежи за загрязнение окружающей среды;
- возмещение вреда, причиненного народному хозяйству загрязнением окружающей среды;
- налоги в области природопользования.

Методы позитивной мотивации нацелены на поощрение природопользователей, осуществляющих мероприятия по сохранению природной среды. Среди мер материального поощрения практикуются:

- налоговые льготы (освобождение от платежей в бюджет за производственные фонды природоохранного назначения; 0,9 экологического налога при внедрении и сертификации СУОС; уменьшение экологического налога на сумму освоенных капитальных вложений в строительство и (или) реконструкцию газоочистных установок, а также в создание автоматизированных систем контроля за выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух и т. п.);
- льготное кредитование капитального строительства природоохранных сооружений;
- премирование по результатам экологической деятельности;
- оставление в распоряжении предприятий и зачисление в фонды экономического стимулирования части прибыли от реализации продукции, изготовленной из отходов производства.

К сожалению, методы позитивной мотивации в настоящее время развиты слабо и не всегда эффективны. В мировой практике действенными мерами являются:

- совершенствование ценообразования с учетом затрат на экологизацию производства и выпускаемой продукции;
- компенсационные выплаты предприятиям за улучшение природоохранных показателей;
- предоставление беспроцентных займов на разработку, внедрение и приобретение экотехники и экотехнологий;
- экологическое страхование и др.

14.2 Прогнозирование и планирование природоохранной деятельности

Важное место в экономическом механизме природопользования отводится прогнозированию и планированию природоохранной деятельности и рационального использования природных ресурсов, или эколого-экономическому прогнозированию и планированию.

Одна из существенных особенностей разработки плана-прогноза

природопользования состоит в том, что объектом планирования являются не только социально-экономические, но и природные процессы и явления. Природа, как известно, инерционна, консервативна, изменения в ней происходят медленнее, чем в общественной жизни. В связи с этим первостепенное значение приобретают заблаговременное предвидение возможных последствий антропогенного воздействия на окружающую среду, составление долгосрочных программ и прогнозов, в которых учитываются отдаленные последствия хозяйственной деятельности, определяется экологическая стратегия хозяйственного развития.

Сложившаяся в РБ система природоохранного планирования включает в себя несколько уровней:

- 1) уровень стратегического планирования;
- 2) уровень тактического планирования;
- 3) уровень текущего планирования.

Схема организации прогнозирования и планирования природопользования в РБ представлена на рисунке 14.1.



Рисунок 14.1 – Схема организации прогнозирования и планирования природопользования и природоохранной деятельности в РБ

На верхнем уровне схемы стратегическое эколого-экономическое прогнозирование и планирование осуществляются в рамках системы государственного социально-экономического планирования по периодам времени. Все приведенные в верхнем ряду схемы документы имеют

разделы, отражающие пути решения экологических проблем и рационального природопользования с различной степенью детализации.

Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития (НСУР) разрабатывается на 15-летний период и обновляется каждые 5 лет. В ней определены стратегические цели развития, в том числе экологические, на долгосрочную перспективу и пути их достижения. Общие направления экологической политики заключаются в снижении негативного воздействия на окружающую среду и улучшении ее качественного состояния.

Для реализации заложенных в НСУР долгосрочных экологических целей составляются *Основные направления социально-экономического развития* на 10 лет и *Программа социально-экономического развития* на среднесрочную перспективу, т. е. на 5-летний срок.

Наиболее детальные показатели содержит *Прогноз социально-экономического развития* на краткосрочный период, который разрабатывается ежегодно. Здесь приводятся: лимиты выбросов загрязняющих веществ, показатели использования природных ресурсов, перечень природоохранных мероприятий и затраты на их проведение.

Второй ряд схемы занимают программы и планы конкретного (тактического) эколого-экономического прогнозирования по периодам времени на уровне государства и особо важных природных комплексов и экологических систем.

В *Национальном плане действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды* конкретизируются цели и задачи НСУР. Здесь провозглашается достижение таких долгосрочных целей, как поддержание благоприятной экологически безопасной среды, необходимой для благополучия населения; обеспечение рационального, неистощительного природопользования в интересах устойчивого социально-экономического развития страны; сбалансирование процессов воспроизводства и использования возобновляемых природных ресурсов, рациональное расходование невозобновимых ресурсов с широким вовлечением в хозяйственный оборот отходов производства.

Государственная научно-техническая программа «Природопользование и охрана окружающей среды» включает обоснования научных и технических решений, обеспечивающих повышение уровня самообеспечения страны собственными природными ресурсами, внедрение экологически безопасных и ресурсосберегающих технологий. В настоящее время действуют научно-технические программы: «Экологическая безопасность», по обращению с отходами, энергосбережению, сохранению биологического разнообразия.

Государственной программой РБ по минимизации и преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС предусмат-

ривается регулярное проведение на пострадавшей территории радиационно-экологического мониторинга, осуществление комплекса мероприятий по реабилитации загрязненных сельхозугодий, предотвращению переноса радионуклидов на более чистые территории.

Объектами природоохранного прогнозирования и планирования являются отдельные природные комплексы и экологические системы. По природным комплексам составляются *планы (схемы) охраны природы*, которые включают оценку современного состояния природной среды, прогноз природных процессов в условиях антропогенного воздействия, комплекс мер, необходимых для стабилизации и улучшения природной среды. Примерами данной группы планов служат: Республиканская программа по оздоровлению экологической обстановки на озере Нарочь, схемы комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов бассейна Западной Двины и других природных объектов, Схема рационального природопользования Белорусского Поозерья.

Природоохранное прогнозирование и планирование осуществляется на территориальном и отраслевом уровнях.

Территориальное прогнозирование и планирование призвано обеспечить экономически обоснованное развитие и размещение производительных сил страны с учетом экологической емкости территории. На местах планы-прогнозы охраны окружающей среды разрабатываются соответствующими территориальными исполнительными органами управления с участием общественных экологических организаций. Составляются областные, городские, районные программы рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Отраслевое природоохранное планирование проводится министерствами, ведомствами и предприятиями, согласовывается с основными показателями территориального планирования и чаще всего связано с проблемами рационального использования отдельных видов природных ресурсов. Примерами отраслевого природоохранного планирования являются: Государственная программа охраны и рационального использования земель, Схема рационального использования и охраны торфяных ресурсов РБ, отраслевые программы «Экология и энергетика», «Экология и транспорт», «Экологизация сельского хозяйства» и др.

На крупных и средних предприятиях самостоятельно разрабатываются текущие и перспективные планы мероприятий по охране окружающей среды.

14.3 Система платного природопользования в Республике Беларусь

Система платности является центральным звеном экономического механизма природопользования. Она объединяет все платежи за природные ресурсы и загрязнение окружающей среды. Как важный инструмент государственного регулирования система платности должна экономически стимулировать природоохранную деятельность предприятий и обеспечивать формирование централизованных (местных, республиканских) источников финансирования охраны и воспроизводства природных ресурсов.

Налоговый кодекс РБ (в редакции 2011 г.) предусматривает оплату следующих налогов в сфере природопользования:

- земельный налог;
- экологический налог;
- налог за добычу (изъятие) природных ресурсов.

Кроме указанных налогов система платности природопользования включает ряд неналоговых платежей:

1) *обязательные платежи:*

- плата за лесные пользования;
- платежи в области обращения с объектами растительного мира;
- платежи в области обращения с объектами и животного мира;

2) *арендную плату за пользование:*

- земельными участками;
- участками лесного фонда;
- водными объектами.

Экологический налог включает в себя платежи:

- за фактические выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- сброс сточных вод или загрязняющих веществ в окружающую среду;
- хранение, захоронение отходов производства;
- ввоз на территорию Республики Беларусь озоноразрушающих веществ, в том числе содержащихся в продукции.

В соответствии с законодательством для определения экологического налога устанавливаются лимиты допустимых загрязнений и ставки налога. Лимиты регламентируются постановлением Совета Министров РБ «О лимитах на природопользование». Ставки экологического налога установлены в приложениях 6 – 9 к Налоговому кодексу.

Ставки налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух зависят от класса опасности загрязняющих веществ.

Ставки налога за сброс сточных вод или загрязняющих веществ в окружающую среду установлены в зависимости от объекта, в который осуществляется сброс: водоемы, водотоки, подземные воды (при использовании сельскохозяйственных полей орошения, полей фильтрации, земляных накопителей), недр.

Ставки налога за хранение и захоронение отходов производства дифференцированы в зависимости от степени их опасности для окружающей среды. Причем, максимальная ставка налога установлена за захоронение отходов, содержащих вторичные материальные ресурсы. Это сделано в целях стимулирования природопользователей более полно использовать все компоненты сырья и материалов, применяемых в производстве.

За выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду сверх установленных лимитов либо без установленных лимитов, а также за размещение отходов вне санкционированных мест законодательством предусмотрены санкции в возмещение вреда, причиненного окружающей среде.

Претензии и иски в возмещение вреда окружающей среде предъявляются в порядке, установленном Положением о порядке исчисления размера возмещения вреда, причиненного окружающей среде, и составления акта об установлении факта причинения вреда окружающей среде (постановление Совета Министров РБ от 17 июля 2008 г. № 1042).

Причинение вреда окружающей среде может быть выявлено:

- при осуществлении государственного контроля в области охраны окружающей среды;
- при выполнении измерений в области охраны окружающей среды;
- при проведении мониторинга окружающей среды;
- по сообщениям государственных органов, иных юридических лиц и граждан;
- в иных случаях в соответствии с законодательством.

Факт причинения вреда окружающей среде регистрируется и учитывается уполномоченными государственными органами, осуществляющими государственный контроль в области охраны окружающей среды. При этом составляется акт об установлении факта причинения вреда окружающей среде, который является основанием для начала административного процесса или возбуждения уголовного дела уполномоченным государственным органом.

Для определения размера возмещения вреда, причиненного окружающей среде, введены соответствующие таксы.

Сумма экологического налога относится на затраты по производству и реализации товаров (работ, услуг), т. е. включаются в себестоимость продукции. Возмещение вреда, причиненного окружающей среде, уплачивается за счет средств, ос- остающихся в распоряжении

природопользователей, т. е. изымается из прибыли.

Необходимость осуществлять платежи за загрязнение окружающей среды активизировало природоохранную деятельность природопользователей. Средства, полученные от сбора экологического налога, поступают в республиканский, областные, городские, районные фонды охраны природы. За счет этих средств осуществляются мероприятия по строительству, капитальному ремонту природоохранных объектов, реконструкции очистных сооружений, восстановлению режима рек, различные проектно-изыскательские и научно-исследовательские работы в области охраны природы и рационального использования природных ресурсов и т. п.

Объектами налогообложения **земельным налогом** являются расположенные на территории Республики Беларусь земельные участки, находящиеся в собственности, пожизненном наследуемом владении или временном пользовании физических лиц и организаций. Соответственно данные субъекты и являются плательщиками земельного налога.

Земельным налогом не облагаются:

- земли общего пользования населенных пунктов;
- земельные участки, занятые кладбищами;
- земли лесного фонда (за исключением сельскохозяйственных земель и земель, занятых зданиями, сооружениями и другими объектами, не связанными с ведением лесного хозяйства);
- земли водного фонда (за исключением сельскохозяйственных земель, земель, на которых осуществляется предпринимательская деятельность, и земель, занятых зданиями, сооружениями и другими объектами);
- земли запаса;
- земельные участки общего пользования садоводческих товариществ, дачных кооперативов.

Размер земельного налога не зависит от результатов хозяйственной или иной деятельности плательщика. Он устанавливается в виде ежегодных фиксированных платежей с учетом площади земельного участка, его кадастровой оценки, целевого назначения, местоположения.

Сумма земельного налога определяется как произведение налоговой базы и соответствующих ставок земельного налога, приведенных в приложениях 2 – 5 Налогового кодекса. Она включается организациями (кроме бюджетных организаций) и индивидуальными предпринимателями в затраты по производству и реализации товаров (работ, услуг).

За земельные участки, предоставленные во временное пользование и своевременно не возвращенные в соответствии с законодательством, самовольно занятые, используемые не по целевому назначению, суммы налога определяются с применением ставок земельного налога,

увеличенных в 10 раз. Они не включаются в затраты по производству и реализации товаров (работ, услуг).

Налоговым кодексом РБ предусмотрен **налог за добычу (изъятие) природных ресурсов**. Данный налог взимается за добычу (изъятие) следующие природных ресурсов: песка формовочного, стекольного, строительного; песчано-гравийной смеси; камня строительного и облицовочного; воды (поверхностной и подземной); минеральной воды; грунта для земляных сооружений; глины; соли калийной и поваренной; нефти; мела, известняка и доломита и пр.

Плательщиками налога являются организации (кроме бюджетных) и индивидуальные предприниматели, добывающие (изымающие) природные ресурсы. Налоговый кодекс устанавливает ставки налога на добычу (изъятие) природных ресурсов (приложение 10).

Постановление Совета Министров РБ «О лимитах на природопользование» регламентирует лимиты добычи природных ресурсов. За превышение установленных лимитов (объемов) добычи (изъятия) природных ресурсов налог взимается в 10-кратном размере. За добычу воды при отсутствии водоизмерительных приборов ставка налога увеличивается в 1,5 раза.

Суммы налога за добычу (изъятие) природных ресурсов в пределах установленных лимитов включаются организациями и индивидуальными предпринимателями в затраты по производству и реализации товаров (работ, услуг). Суммы налога за добычу (изъятие) природных ресурсов сверх установленных лимитов либо без установленных лимитов в случаях, когда необходимость их установления предусматривается законодательством, выплачиваются из прибыли.

14.4 Финансирование мероприятий по охране окружающей среды

Под финансированием для целей охраны природы понимают финансовые средства, которые находятся в распоряжении государства, предприятий, организаций, аккумулированные в соответствующих фондах и предназначенные для покрытия экологических затрат.

В РБ финансирование природоохранных программ и мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды производятся из следующих источников:

- республиканского и местных бюджетов;
- государственных целевых бюджетных фондов охраны природы;
- средств юридических лиц и индивидуальных предпринимателей;
- средств граждан;
- кредитов банков;

- иностранных инвестиций;
- иных внебюджетных источников, не запрещенных законодательством.

Доходы фондов охраны природы всех уровней формируются за счет:

- экологического налога;
- доходов от реализации конфискованных орудий охоты, рыбной ловли и др., а также продажи незаконной добычи;
- возмещения вреда, причиненного в результате вредного воздействия на окружающую среду.

С 2010 году 20 % отчислений экологического налога направляется в доход Республиканского фонда охраны природы, 30 % – в областные фонды охраны природы и 50 % – в районные и городские фонды охраны природы. Остальные, перечисленные выше доходы в полном объеме отправляются в Республиканский фонд охраны природы.

Денежные средства, зачисленные в республиканский фонд охраны природы, расходуются на следующие направления:

- содержание территориальных органов и подведомственных учреждений Минприроды (22 %);
- мероприятия по развитию национальных парков (20 %);
- мероприятия по развитию минерально-сырьевой базы Республики Беларусь, предусмотренные Государственной программой геологоразведочных работ (15 %);
- расходы на Государственную инвестиционную программу (14,5 %);
- мероприятия в рамках Государственной программы развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (более 8 %);
- мероприятия, включенные в Республиканскую программу развития гидрометеорологической службы (более 5 %);
- укрепление материально-технической базы и финансирование мероприятий по осуществлению государственного контроля за охраной и использованием диких животных, относящихся к объектам охоты и рыболовства, а также дикорастущих растений, используемых в заготовительных целях (более 5 %).

Средства местных фондов охраны природы используются на финансирование программ и мероприятий по охране окружающей среды и воспроизводству природных ресурсов на территории соответствующих административно-территориальных единиц.

Значимость целевых бюджетных фондов охраны природы состоит в том, что их средства являются тем необходимым минимумом, который гарантирован экологической сфере и не может быть использован ни на какие иные нужды.

Раздел VI. ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

15.1 Современное состояние мировой эколого-экономической системы

Социально-экономическое развитие общества в XX веке было, в основном, ориентировано на быстрые темпы экономического роста и породило беспрецедентное причинение вреда окружающей среде. Человечество столкнулось с противоречиями между растущими потребностями мирового сообщества и невозможностью биосферы обеспечить эти потребности. Богатства природы, ее способности поддерживать развитие общества и возможности самовосстановления оказались не безграничными.

Современный тип развития мировой экономики можно определить как *техногенный тип экономического развития*. Его можно охарактеризовать как природоёмкий (природоразрушающий), базирующийся на использовании искусственных средств производства, созданных без учета экологических ограничений. Характерными чертами техногенного типа развития является быстрое истощающее использование невозобновимых видов природных ресурсов и эксплуатация возобновимых ресурсов со скоростью, превышающей возможности их воспроизводства и восстановления.

До самого последнего времени основное внимание в экономической теории и на практике уделялось двум факторам – труду и капиталу. Природные ресурсы предполагались неисчислимыми, и уровень их потребления по отношению к возможностям их восстановления и запасам не рассматривался в числе определяющих параметров. Вне рассмотрения оставались и последствия экономического развития в виде различного рода загрязнений, деградации окружающей среды и ресурсов. Не изучалось и обратное влияние, обратные связи между экологической деградацией и экономическим развитием, состоянием трудовых ресурсов, качеством жизни населения.

Только сравнительно недавно пришло осознание необходимости коренного изменения экономических воззрений в направлении учета экологического фактора. Необходимость смены техногенного типа развития во многом определяется экологическими, экономическими и социальными ограничениями. Экологические лимиты техногенного развития обусловлены количественным истощением и качественным ухудшением запасов природных ресурсов, загрязнением окружающей среды. Экономическое ограничение связано с растущей диспропорцией между затрачиваемыми на использование и добычу природных ресурсов средствами и получаемыми результатами. С каждым годом эксплуа-

тация природных ресурсов требует все больше затрат на единицу продукции. Социальные ограничения техногенного развития определяются ухудшением качества жизни, повышением заболеваемости населения из-за загрязнения окружающей среды, а также национальными и миграционными проблемами, вызываемыми деградацией окружающей среды.

Безудержное развитие техногенного типа мировой экономики привело к возникновению глобальных экологических проблем, каждая из которых способна привести к деградации человеческой цивилизации.

Среди этих проблем можно выделить следующие:

- сокращение площади естественных экосистем;
- изменение климата Земли;
- разрушение озонового слоя;
- сокращение площади лесов;
- деградация земель;
- дефицит пресной воды;
- загрязнение Мирового океана;
- исчезновение многих биологических видов и др.

Сложившаяся ситуация вынуждает принимать во внимание необходимость учета в экономическом развитии, по меньшей мере, двух все более явных ограничений:

- ограничение возможностей окружающей среды принимать, поглощать, ассимилировать различного рода отходы и загрязнения, производимые экономическими системами;
- конечный характер невозобновимых природных ресурсов.

15.2 Концепции мирового развития с учетом экологических ограничений

Осознание катастрофичности сложившегося типа экономического развития, конечности природных ресурсов и взаимосвязи всех эколого-экономических процессов на планете явилось важнейшей причиной начала разработки концепций мирового развития в связи с экологическими ограничениями. Особенно активно эти разработки начались в развитых странах Запада, где в 70-е годы развитие производства стало наталкиваться на ограниченность природных ресурсов.

Большое значение для экологизации мирового сознания сыграли доклады Римского клуба – международной неправительственной организации, созданной с целью обсуждения и разработки перспектив мирового развития. По заказу Римского клуба видными учеными Д. Форрестером, Д. Медоузом, М. Месаровичем, Э. Пестелем, Я. Тинбергеном и другими было подготовлено более 30 докладов, посвященных глобальным проблемам современности и путям их решения.

Наиболее известным докладом Римскому клубу стала работа Д. Медоуза и его коллег «Пределы роста» (1972 г.). Автор построил мировую модель с петлями обратных связей. Исследование шло по пяти глобальным направлениям мировой динамики:

- 1) ускоряющаяся индустриализация;
- 2) быстрый рост населения;
- 3) нарастание голода;
- 4) истощение невозобновимых ресурсов;
- 5) ухудшение состояния окружающей среды.

Различные варианты мировой динамики показывали, что вследствие истощения природных ресурсов, роста загрязнения окружающей среды к середине XXI века на Земле должен разразиться кризис, мировая катастрофа: голод, сокращение численности населения, эпидемии и т. д. От катастрофы спасал только один вариант – «нулевой рост». В соответствии с **концепцией нулевого роста** человечество должно стабилизировать численность населения, прекратить промышленный рост, инвестировать и развивать только сельское хозяйство для увеличения производства продовольствия и сферу услуг, а промышленности только возмещать износ фондов.

Однако работа Д. Медоуза была подвергнута критике, так как в ней не были учтены возможности научно-технического прогресса, прогресса знаний. В 1992 году Медоуз и его помощники выпустили новую книгу, названную "За пределами роста", где в старую модель были введены данные за последние 20 лет. Основной постулат работы сформулирован так: есть пределы росту, но нет – развитию. Под ростом здесь следует понимать количественное увеличение, под развитием – качественное изменение. Д. Медоуз делает вывод о необходимости перехода к сбалансированному **устойчивому развитию**. При этом необходимо:

- совершенствовать контроль за источниками природных ресурсов и загрязнений, постоянно иметь реальную информацию о состоянии экономики и окружающей среды и т. п.;
- сокращать время отклика на сигналы о чрезмерной нагрузке на окружающую среду, предсказывать возникновение проблем;
- сводить к минимуму использование невозобновимых ресурсов;
- предотвращать разрушение возобновимых ресурсов (охрана, соответствие темпов использования темпам самовосстановления, санкции за чрезмерную эксплуатацию);
- использовать все ресурсы с максимальной эффективностью;
- замедлять, а в перспективе прекращать экспоненциальный рост численности населения.

Наряду с рассмотренными выше концепциями мирового развития существуют и другие, так называемые экстремистские эколого-экономические концепции. Неспособность добиться радикального из-

менения в отношениях между экономикой и окружающей средой привела к появлению концепции *экотопии*. Это теория всяческого ограничения экономического развития. Это даже не нулевой рост Д. Медоуза, а скорее минусовой рост. Основные положения этой концепции:

- возврат к природе;
- биологическое и культурное разнообразие;
- простые технологии;
- отказ от научно-технического прогресса, который только разрушает окружающую среду;
- нравственное совершенствование людей.

Много внимания в различных видах экотопии уделяется социальным, религиозным и духовным аспектам совершенствования человека. Эти концепции лежат в основе программ партий «зеленых» во многих странах.

15.3 Устойчивое социально-экономическое развитие

Взросшая мощь экономики стала разрушительной силой для биосферы и человека. Возникла реальная угроза жизненно важным интересам будущих поколений человечества. Поэтому в последние годы проблемам защиты окружающей среды уделяется все большее внимание.

Как показывает опыт, совершенствование технических приемов, технологических методов и самой техники позволяет несколько улучшить состояние окружающей среды на отдельных участках, однако не может привести к коренному улучшению ситуации. Поэтому необходимо отказаться от технократического потребительского отношения к природе, признать существование ряда ограничений в развитии человеческого общества, а также то, что только осознание гармонии с природой может спасти человека как биологический вид.

В 1992 году в Рио-де-Жанейро была проведена Конференция организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию, где была принята “Повестка дня на XXI век”. Этот документ является стратегией социально-экономического развития мирового сообщества на будущее, направленной на гармоничное достижение основных целей – высокого качества окружающей среды и здоровой экономики для всех народов мира. В документе отмечено: «Поскольку значительная часть природных ресурсов планеты к настоящему времени исчерпана, а экологическая ситуация становится все более неблагоприятной, следование человечества прежним путем развития неприемлемо». Ставится задача перехода к устойчивому развитию, при котором удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения обеспечивается при сохра-

нении подобной возможности для будущих поколений.

Под устойчивым понимается развитие, обеспечивающее сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей. Таким образом, предполагается равенство интересов настоящего и будущих поколений.

Основные принципы концепции устойчивого развития:

- удовлетворение потребностей ныне живущих людей, но не в ущерб потребностям будущих поколений;
- сохранение способностей окружающей среды к самовосстановлению;
- регулирование роста народонаселения;
- всем народам должно быть гарантировано право на обладание элементарным минимумом благ;
- чрезмерное ресурсопотребление одной части человечества не должно осуществляться за счет обнищания другой части.

В 2002 году Всемирная конференция в Йоханнесбурге продемонстрировала приверженность международного сообщества идеям устойчивого развития. Она была нацелена на принятие практических мер и подготовила почву для действий по переходу к устойчивому развитию. В Йоханнесбурге были поставлены некоторые новые важные цели:

- сокращение вдвое к 2015 году доли населения, не имеющего доступа к основным санитарным услугам;
- сведение к минимуму к 2020 году вреда, причиняемого использованием и производством химических веществ здоровью людей и окружающей среде;
- сохранение или восстановление истощенных рыбных запасов до уровней, которые могли бы обеспечивать максимальный и устойчивый вылов, где это возможно, не позднее, чем к 2015 году;
- обеспечение существенного снижения к 2010 году нынешних темпов утраты биологического разнообразия.

Переход к устойчивому развитию предполагает постепенное восстановление естественных экосистем до уровня, гарантирующего стабильность окружающей среды. Этого можно достичь только усилиями всего человечества, но начинать движение к этой цели каждая страна должна самостоятельно.

Для обеспечения эффективного участия Республики Беларусь в решении вопросов устойчивого социально-экономического и экологического развития на национальном и международном уровнях была разработана Национальная стратегия устойчивого развития. В ней предусмотрены комплексные меры по защите атмосферы, охране и рацио-

нальному использованию земельных, лесных, минерально-сырьевых, водных ресурсов, по сохранению биологического разнообразия, по экологически безопасному удалению опасных, твердых и радиоактивных отходов. Ставятся задачи:

- рационального ведения хозяйства с минимизацией отрицательного воздействия на окружающую среду;
- быстрого и ощутимого сокращения потребления сырья и материалов при изготовлении предметов потребления, т. е. снижения материалоемкости продукции;
- снижения энергоемкости добычи и переработки сырья и материалов, производства готовых изделий, транспортных и других услуг;
- создания малоотходных и безотходных технологий;
- изменения структуры энергобаланса путем уменьшения в нем доли нефти и угля в пользу природного газа, менее загрязняющего окружающую природную среду, а также в пользу нетрадиционных источников энергии – ветровой, солнечной, атомной и т.п.;
- максимального вовлечения в оборот вторичных сырьевых и энергоресурсов.

Для успешного преодоления существующего в настоящее время экологического кризиса необходимо экологическое образование всего населения планеты, а также глубокое знание процессов, протекающих в окружающей среде специалистами различных областей науки и техники. В связи с этим новые требования предъявляются к подготовке инженерных кадров. Во время обучения они должны получить комплекс знаний, позволяющих им решать производственные вопросы с учетом явлений и процессов, протекающих в окружающей среде, обеспечивая эффективное использование и охрану природных ресурсов.

15.4 Основные направления экологизации экономики

Современное состояние отношений экологии и экономики показывает необходимость замены сложившегося техногенного типа развития на устойчивый экологосбалансированный тип. Важным моментом в достижении устойчивого развития является экологизация экономики. Главные составляющие этого процесса состоят в следующем:

- глубокое качественное социально-психологическое преобразование современного общества, изменение стереотипов ценностей, гуманизация экономики;
- включение природных экологических условий, факторов и объектов, в том числе возобновляемых ресурсов, в число экономи-

- подчинение экономики производства и экономики природопользования экологическим интересам и принципам сбалансированного природопользования;
- отказ от затратного подхода к охране природы и окружающей среды и включение природоохранных функций непосредственно в экономику производства;
- переход производства к стратегии качественного роста под эколого-экономическим контролем;
- структурная перестройка экономики;
- развитие малоотходных, ресурсосберегающих и энергосберегающих производств;
- внедрение прямых природоохранных мероприятий.

На всех уровнях принятия и реализации решений следует четко представлять, что никакая практическая деятельность не может быть оправдана, если выгода от нее не превышает ущерба, причиняемого природной среде. Причем сам ущерб должен быть минимальным.

Структурная перестройка экономики предполагает выделение приоритетов в решении экологических, экономических, социальных и других проблем, и в соответствии с этими приоритетами развитие определенных отраслей и видов деятельности. Суть экологически ориентированного изменения структуры экономики состоит в стабилизации роста и объемов производства природоэксплуатирующих, ресурсодобывающих отраслей при быстром развитии на современной технологической основе всех производств, связанных с преобразованием природного вещества и получением на его основе конечного продукта. То есть необходимо глобальное перераспределение трудовых, материальных и финансовых ресурсов народного хозяйства в пользу ресурсосберегающих, энергосберегающих, технологически передовых отраслей и видов деятельности. Это позволит снизить природоемкость продукции, уменьшить нагрузку на окружающую среду, сократить общую потребность в природных ресурсах.

На микроуровне экономики, в рамках территориально-производственных комплексов, предприятий, цехов, необходимо развивать **малоотходные, ресурсосберегающие и энергосберегающие технологии**. Целью развития данных технологий является создание замкнутых технологических циклов с полным использованием поступающего сырья.

Прямые природоохранные мероприятия – строительство различного рода очистных сооружений, создание охраняемых территорий, рекультивация земель и т. п. – являются традиционным способом охраны окружающей среды. И хотя они предполагают борьбу со следствиями

ми техногенного развития, а не ликвидацию причин, тем не менее, и сейчас, и в дальнейшем их роль будет достаточно велика. Поэтому совершенствование этого типа мероприятий остается актуальной задачей.

15.5 Международное сотрудничество в решении экологических проблем

Решение глобальных экологических проблем требует участия всего мирового сообщества. Республика Беларусь осуществляет обширное и разностороннее международное сотрудничество по вопросам окружающей среды и природопользования. На постоянной основе поддерживаются контакты с международными межправительственными организациями.

Первый самостоятельный орган, на который было возложено международное сотрудничество в области охраны окружающей среды, был создан по решению Стокгольмской конференции 1972 года и носит название Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП). Этот орган занимается наиболее острыми проблемами глобального экологического кризиса: изменением климата, опустыниванием земли, деградацией почв, вырубкой лесов, загрязнением океана, сокращением биологического разнообразия и др.

В связи с тем, что охрана окружающей среды является комплексной проблемой, в дополнение к деятельности ЮНЕП, отдельными ее аспектами занимаются следующие специализированные организации под эгидой ООН:

- ЮНЕСКО (организация ООН по вопросам образования, науки и культуры) выполняет работу по программе “Человек и биосфера”, проводит исследования социально-экономических факторов развития и взаимосвязи между человеком и средой;
- ФАО (продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) имеет своей целью улучшение производства и переработки сельскохозяйственной продукции, лесоводства и рыболовства, содействует инвестициям в агросферу, рациональному использованию почвы и водных ресурсов, освоению новых и возобновимых источников энергии;
- ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) содействует экологической безопасности, включая безопасное водообеспечение, питание, удаление отходов;
- ЮНИДО (организация ООН по вопросам промышленного развития) содействует промышленному развитию и установлению нового международного экономического порядка;
- МАГАТЭ (Международное Агентство по атомной энергии) разра-

Особое внимание в развитии международного сотрудничества на многосторонней основе уделяется выполнению международных конвенций и подписанных к ним протоколов, стороной которых является Республика Беларусь:

- Конвенция 1979 года о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния;
- Венская Конвенция об охране озонового слоя;
- Монреальский протокол о веществах, разрушающих озоновый слой;
- Лондонская поправка к Монреальскому протоколу о веществах, разрушающих озоновый слой;
- Конвенция ООН о биологическом разнообразии;
- Рамочная Конвенция по изменению климата;
- Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС);
- Конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением;
- Конвенция о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды;
- Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием.

Проводится целенаправленная работа по развитию и укреплению двустороннего сотрудничества в области охраны окружающей среды, прежде всего со странами СНГ, с другими государствами (Германией, Швейцарией, Швецией и др.). Реализуются межправительственные соглашения с Латвией, Россией, Украиной, а также межведомственные – с Польшей, Данией, Молдовой, Литвой, Болгарией и Словакией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимова, Т. А. Экология : учебник для вузов / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. – Москва : ЮНИТИ, 1998.
2. Акимова, Т. А. Макроэкология и основы экоразвития : учеб. пособие / Т. А. Акимова [и др.]. – Москва : Изд-во РУДН, 2005.
3. Бобылев, С. Н. Экономика природопользования : учебник / С. Н. Бобылев, А. Ш. Хаджаев. – Москва : ИНФАРМ-М, 2008.
4. Временная типовая методика определения экономической эффективности природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – Москва : Экономика, 1986.
5. Демина, Т. А. Учет и анализ затрат предприятий на природоохранную деятельность / Т. А. Демина. – Москва : Финансы и статистика, 1990.
6. Конституция Республики Беларусь 1994 года с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г. – Минск : Амалфея, 2005.
7. Коптюг, В. А. Конференция ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, июнь 1992 / В. А. Коптюг. – Новосибирск : РАН, Сиб. отд-ние, 1993.
8. Лукьянчиков, Н. Н. Экономика и организация природопользования : учебник / Н. Н. Лукьянчиков, И. М. Потравный. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ЮНИТА-ДАНА, 2007.
9. Маврищев, В. В. Основы общей экологии : учеб. пособие / В. В. Маврищев. – Минск : Выш. шк., 2000.
10. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. Минск 2004.
11. Национальная система мониторинга Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2006. – Минск : БелНИЦ «Экология», 2007.
12. Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды Республики Беларусь на 2006–2010 годы. – Минск : Минприроды Республики Беларусь, 2006.
13. Неверов, А. В. Экологический менеджмент : учеб. пособие / А. В. Неверов, Л. Н. Мороз, В. Н. Марцуль. – Минск : БГТУ, 2006.
14. Пахомова, Н. В. Экономика природопользования и охраны окружающей среды / Н. В. Пахомова, К. К. Рихтер. – СПб. : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2001.
15. Правила проведения экологического аудита - Минск : МинПрироды, 2006.
16. Реймерс, Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н.Ф. Реймерс. – Москва : Журнал «Россия молодая», 1994.
17. Реймерс, Н. Ф. Охрана природы и окружающей человека среды : словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – Москва : Просвещение, 1992.

18. Справочно-статистические материалы по состоянию окружающей среды и природоохранной деятельности в Республике Беларусь. – Минск : БелНИЦ «Экология», 2009.

19. СТБ ИСО 14001–2005. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению. Введ. 2006 – 01 – 01. – Минск : Гос. комитет по стандартизации. – Минск : БелГИСС, 2005.

20. СТБ ИСО 19011–2003. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента. Введ. 2003. – Минск : Гос. комитет по стандартизации. – Минск : БелГИСС, 2003.

21. Тимонова, Е. Т. Основы экологии и экономика природопользования : пособие для студентов экономических специальностей / Е. Т. Тимонова, И. А. Тимонов. – Витебск : УО «ВГТУ», 2006.

22. Челноков, А. А. Основы промышленной экологии : учеб. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. – Минск : Выш. шк., 2001.

23. Челноков, А. А. Охрана окружающей среды : учеб. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. – 2-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 2001.

24. Шимова, О. С. Основы экологии и экономика природопользования : учебник / О. С. Шимова, Н. К. Соколовский. – Минск : БГЭУ, 2010.

25. Шимова, О. С. Основы экологии и экономика природопользования : тип. учеб. программа / О. С. Шимова. – Минск : БГЭУ, 2008.

26. Экологический энциклопедический словарь / Научно-редакционный совет под предс. В. И. Данилова-Данильяна. – Москва : Издательский дом «Ноосфера», 1999.

Учебное издание

Тимонова Елена Тимофеевна

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Курс лекций

Редактор И.А. Тимонов

Технический редактор А.В. Гречаников

Корректор Т.А. Осипова

Компьютерная вёрстка Тимонова Е.Т.

Подписано к печати _____ Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная № 1.
Гарнитура «Таймс». Усл. печ. листов _____ Уч.-издат. листов _____
Тираж _____ экз. Заказ № _____

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет» 210035, Витебск, Московский пр-т, 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»
Лицензия № 02330/0494384 от 16.03.2009 г.