

Е.Т. ТИМОНОВА И.А. ТИМОНОВ



ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

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

Е.Т. Тимонова

И.А. Тимонов

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Рекомендовано учебно-методическим объединением высших учебных заведений Республики Беларусь по образованию в области природопользования и лесного хозяйства в качестве учебно-методического пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям 1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов», 1-50 01 02 «Конструирование и технология швейных изделий», 1-50 02 01 Конструирование и технология изделий из кожи»

Витебск
2011

УДК 502.3

ББК 20.1

Т 41

Рецензенты: заведующий кафедрой промышленной экологии УО «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент Марцуль В.Н., заведующий кафедрой экологии и охраны природы УО «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова», кандидат биологических наук, доцент Дорофеев А.М.

Т 41 Тимонова, Е. Т.

Основы экологии и охрана окружающей среды : учебно-методическое пособие / Е. Т. Тимонова, И. А. Тимонов ; УО «ВГТУ» – Витебск, 2011. – 228 с.

ISBN 978-985-481-217-5

Рассмотрены вопросы общей экологии, закономерности взаимодействия общества с окружающей средой, экологические аспекты деятельности предприятий легкой промышленности, технологические, санитарно-технические, организационно-правовые мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

Предназначено для студентов высших учебных заведений по специальностям 1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов», 1-50 01 02 «Конструирование и технология швейных изделий», 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи».

УДК 502.3

ББК 20.1

ISBN 978-985-481-217-5

© Тимонова Е.Т.

Тимонов И.А., 2011

© УО «ВГТУ», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
Раздел I. ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ	8
Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В ЭКОЛОГИЮ	8
1.1 Исторические этапы взаимодействия общества и природы	8
1.2 Предмет и задачи экологии	10
1.3 Связь экологии с другими науками	11
1.4 Структура современной экологии	12
Глава 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ	15
2.1 Состав экосистем	15
2.2 Структура экосистем	17
2.3 Круговорот веществ в экосистеме	18
2.4 Энергия в экосистемах	19
2.5 Стабильность и развитие экосистем	21
2.6 Экосистемные законы	23
Глава 3. БИОСФЕРА	27
3.1 Понятие, размеры, структура и состав биосферы	27
3.2 Круговороты веществ в биосфере	30
3.3 Основные функции биосферы	34
3.4 Эволюция биосферы. Ноосфера	35
3.5 Общесистемные законы экологии	38
Глава 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ	41
4.1 Классификация экологических факторов	41
4.2 Закономерности действия экологических факторов	43
Глава 5. БИОСФЕРА И ЧЕЛОВЕК	47
5.1 Природные ресурсы	47
5.2 Виды антропогенных воздействий на окружающую среду. Природопользование	49
5.3 Загрязнение окружающей среды	51
5.4 Природно-промышленные системы	54
5.5 Обмен веществ и энергии в природно-промышленных системах	56
5.6 Техносфера	58
5.7 Экологическая безопасность	60

Глава 6. ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ПРИНЦИПЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	62
6.1 Законы системы «человек - природа»	62
6.2 Законы природопользования	63
6.3 Принципы природопользования	68
Глава 7. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ	70
7.1 Современное состояние мировой эколого-экономической системы	70
7.2 Концепции мирового развития с учетом экологических ограничений	71
7.3 Устойчивое социально-экономическое развитие	73
Раздел II. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	77
Глава 8. ОХРАНА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА	77
8.1 Общая характеристика атмосферы	77
8.2 Источники загрязнения атмосферы	82
8.3 Наиболее распространенные загрязнители атмосферы...	83
8.4 Загрязнение атмосферы в Республике Беларусь	85
8.5 Последствия загрязнения воздушной среды	87
8.6 Нормирование в области охраны атмосферного воздуха	90
8.7 Загрязнение атмосферы выбросами предприятий легкой промышленности	97
8.8 Защита атмосферы от загрязнений	105
8.8.1 Технологические мероприятия	105
8.8.2 Санитарно-технические мероприятия	108
8.8.3 Планировочные мероприятия	123
8.8.4 Контрольно-запретительные мероприятия	125
Глава 9. ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	127
9.1 Общая характеристика гидросферы	127
9.2 Основные направления использования водных ресурсов.....	129
9.3 Загрязнение водных объектов	131
9.4 Водные ресурсы Беларуси: использование и загрязнение	133
9.5 Использование и загрязнение воды на предприятиях легкой промышленности	136

9.6 Нормирование качества воды	141
9.7 Рациональное использование водных ресурсов	145
9.8 Методы очистки сточных вод	148
9.9 Очистка сточных вод на предприятиях легкой промышленности	154
Глава 10. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ И ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ	158
10.1 Характеристика земельных ресурсов	158
10.2 Загрязнение земель	160
10.3 Обращение с отходами	163
10.4 Переработка и использование отходов	167
10.5 Отходы производства легкой промышленности	171
10.6 Использование отходов легкой промышленности	178
Глава 11. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОТХОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА	186
11.1 Основные положения теории безотходного производства	187
11.2 Принципы организации безотходных и малоотходных производств	190
11.3 Комплексное использование ресурсов легкой промышленности	193
11.4 Энергосбережение	197
11.5 Проектирование изделий с учетом экологических требований	201
Глава 12. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	205
12.1 Организация управление природопользованием	205
12.2 Природоохранное законодательство	208
12.3 Система управления окружающей средой предприятия	210
12.4 Экологическая экспертиза	214
12.5 Экологический аудит	217
12.6 Экологическая сертификация	219
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	223
ЛИТЕРАТУРА.....	224

ПРЕДИСЛОВИЕ

Взаимодействие человека с природой – одна из наиболее сложных и трудно разрешимых проблем современности. Для преодоления экологического кризиса и успешного решения возникших экологических проблем необходимо глубокое знание процессов, протекающих в природе. Невозможно охранять природу, использовать ее богатства, не зная, как она устроена, по каким законам живет и развивается, как реагирует на воздействия человека, какие предельно допустимые нагрузки на природные системы может позволить себе общество, чтобы не разрушить их. Поэтому основная задача человечества сегодня – расширение знаний о мире, стремление к пониманию происходящих процессов и их взаимосвязи. Первостепенное значение приобретает экологическое образование и воспитание всех слоев населения.

Во время обучения будущие специалисты должны получать комплекс знаний, позволяющий им решать профессиональные вопросы с учетом требований рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. В связи с этим в высших учебных заведениях введен ряд экологических дисциплин.

Учебным планом подготовки специалистов инженерного профиля для легкой промышленности предусмотрено изучение курса «Основы экологии». Его целью является формирование у студентов экологического мировоззрения, приобретение теоретических знаний и практических навыков в области экологии и охраны окружающей среды, необходимых для выполнения своих профессиональных обязанностей. Поскольку другие экологические дисциплины в план не включены, курс «Основы экологии» объединяет в себе теоретические основы общей экологии и охраны окружающей среды.

В ходе изучения дисциплины студенты осваивают законы, определяющие структуру и функционирование экологических систем и биосферы в целом; взаимосвязи объектов хозяйственной деятельности человека с окружающей природной средой; принципы рационального природопользования, создания ресурсосберегающих технологических процессов и производств, обеспечивающих сохранение качества окружающей среды; технологические, технические, организационные, экономические и законодательные аспекты решения экологических проблем.

Предлагаемое учебное пособие позволит восполнить недостаток учебной литературы в области охраны окружающей среды для студентов, получающих образование по специальностям легкой промышленности. Оно содержит как общие вопросы экологии, так и специфические особенности взаимодействия текстильных, швейных и обувных предприятий с окружающей средой. Материалы учебного пособия изложены на основе действующих законодательных и нормативных документов по охране окружающей среды и природопользованию.

Учебное пособие поможет будущим специалистам идентифицировать и оценивать экологические аспекты деятельности предприятий; выявлять и корректировать технологические процессы, оказывающие значительное воздействие на окружающую среду; вести разработку и внедрение мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и защите окружающей среды от загрязнения; обеспечивать выполнение требований нормативно-технических и правовых актов, регламентирующих природоохранную деятельность предприятий.

Раздел I. ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В ЭКОЛОГИЮ

1.1 ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЩЕСТВА И ПРИРОДЫ

Вся история человечества – это история экономического роста и последовательного разрушения биосферы. Развитие цивилизации привело к созданию современной искусственной, техногенной среды обитания человека, истощению и загрязнению окружающей среды.

В развитии взаимодействий общества и природы существуют определенные закономерности. В связи с этим в истории человечества можно выделить несколько качественно своеобразных этапов взаимодействия природы и общества.

На первых этапах определяющую роль в этих взаимоотношениях играл природный фактор, поскольку вся жизнь людей зависела от особенностей природной среды. Люди жили собирательством, охотой, рыболовством и не оказывали существенного влияния на природу. Совершенствуясь умственно и физически, древнейший человек все больше видоизменял свои взаимоотношения с природой. Появились земледелие, скотоводство. Развитие производственной деятельности усилило степень воздействия людей на природу.

Стихийное развитие производительных сил в древних обществах наносило природной среде значительный ущерб. Уничтожение лесов для создания сельскохозяйственных угодий, неконтролируемый выпас скота, истощение почв вследствие чрезвычайной интенсификации сельского хозяйства и другие подобные действия привели к деградации огромных площадей и упадку цивилизаций древнего мира в Месопотамии, Греции, Малой Азии и др. Именно в этот период времени начался процесс опустынивания суши. Сейчас трудно представить, что на месте быстро расползающейся в наши дни пустыни Сахары ранее существовали плодородные почвы. Однако в древности антропогенные воздействия на окружающую среду все же были относительно незначительны. Они не могли привести к радикальным экологическим изменениям и оставляли природе возможность восстановления.

Положение изменилось примерно к середине XIX века, когда колоссальное развитие производительных сил привело к возникновению в природной среде необратимых процессов. С этого времени начался второй этап во взаимодействии общества и природы, который длился примерно до середины XX века. Этот период характеризуется стремительным ростом народонаселения планеты, быстрым увеличением объема добычи всех полезных ископаемых, индустриализацией промышленно-

сти, сельского хозяйства, развитием транспорта, энергетики и других современных отраслей народного хозяйства.

Промышленное производство увеличивало возможности как преобразования окружающей среды в интересах человечества, так и нарушения экологического баланса. В результате расточительности при эксплуатации природных ресурсов всем компонентам окружающей среды был нанесен невосполнимый ущерб. Сократилась площадь пахотных земель, и ухудшились их качественные характеристики. Истощились некогда богатейшие залежи угля, нефти, природного газа и других полезных ископаемых. На огромных территориях были уничтожены леса, истреблены многие виды растений и животных. Возрос дефицит пресной воды. Интенсивно загрязнялась атмосфера. В большинстве крупных городов и промышленных регионов возникли признаки необратимой деградации природной среды. Впервые отходы невероятно расширившегося производства поставили под угрозу экологический баланс Земли и подвели человечество к черте, за которой – необратимая деградация мировой экологической системы.

Таким образом, современная цивилизация, пришедшая с многообещающими лозунгами облегчить и улучшить жизнь человека, на деле привела человечество на грань катастрофы. Встал вопрос о том, удастся ли ему выжить или оно обречено на гибель.

“Не будем ... слишком обольщаться нашими победами над природой, – говорил Ф.Энгельс. – За каждую такую победу она нам мстит. Каждая из этих побед имеет, правда, в первую очередь, те последствия, на которые мы рассчитываем, но, во вторую и третью очереди, совсем другие, непредвиденные последствия, которые очень часто уничтожают значение первых”.

В сложившейся ситуации человечество осознает необходимость более глубокого изучения окружающей природной среды. Возникает и интенсивно развивается новая наука – экология.

Во второй половине XX столетия начался третий этап взаимодействия природы и общества, который продолжается в настоящее время. Главной отличительной особенностью этого периода является дальнейшее совершенствование производства с учетом экологических ограничений и реальных возможностей природной среды. На базе накопленных к этому времени знаний человечество стремится уменьшить антропогенное загрязнение окружающей среды, рационально использовать природные ресурсы, максимально вписывать производственные процессы в глобальные круговороты веществ, существующие в биосфере, восстанавливать нарушенные экосистемы, т.е. сокращать нагрузку на природу. В перспективе предполагается смена стихийного процесса взаимодействия природы и общества сознательной и планомерной его организацией.

1.2 ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ЭКОЛОГИИ

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 которой 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.

1.3 СВЯЗЬ ЭКОЛОГИИ С ДРУГИМИ НАУКАМИ

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.



Рисунок 1.1 – Источники и слагаемые современной экологии

С годами экология становится все более цельной наукой. Сохраняя свои крепкие корни в биологических науках, она уже не может быть отнесена целиком только к ним. С одной стороны это естественная наука, так как использует концепции, методы и приборы физики, химии, математики и других естественных наук. Но в то же время она имеет черты гуманитарной науки, так как на структуру и функции экосистем очень сильно влияет поведение человека.

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.

1.4 СТРУКТУРА СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Структура современной экологии представлена на схеме (рисунок 1.2). В целом, можно выделить экологию фундаментальную и экологию прикладную. **Фундаментальная экология** вскрывает общие закономерности функционирования экологических систем. Прикладная экология призвана помочь применить законы фундаментальной экологии в хозяйственной практике людей.

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



Рисунок 1.2 – Структура современной экологии

средства охраны окружающей среды и восстановления нарушенных человеком природных систем.

В настоящее время все очевиднее становится взаимосвязь производственных и природных процессов. Происходит слияние объектов хозяйственной деятельности человека, среды его обитания и окружающей природной среды в единые системы, развивающиеся по своеобразным, еще недостаточно изученным законам. Эти системы называют природно-промышленными. Для изучения состояния, прогнозирования изменений, а также управления развитием таких систем возникло новое научное направление – промышленная экология, являющаяся разделом 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 быстро развивающаяся 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.

Объектом исследования в промэкологии являются природно-промышленные системы, образовавшиеся и длительное время функционирующие в результате взаимодействия общественного производства с окружающей его средой.

Промышленная экология призвана обеспечить:

- контроль и регламентацию материально-энергетических потоков производства и техногенных выбросов побочных продуктов от различных промышленных объектов;
- экологическую безопасность производственной и внепроизводственной среды, производственных процессов, сооружений, машин и изделий;
- контроль состояния производственной и окружающей человека среды в зонах воздействия хозяйственных объектов;
- оптимизацию отраслевой структуры промышленных комплексов и размещения мощностей строительства и эксплуатации гражданских и хозяйственных объектов.

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.

Глава 2. 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 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 органические вещества из простых неорганических веществ. Автотрофы состав-

ляют 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.

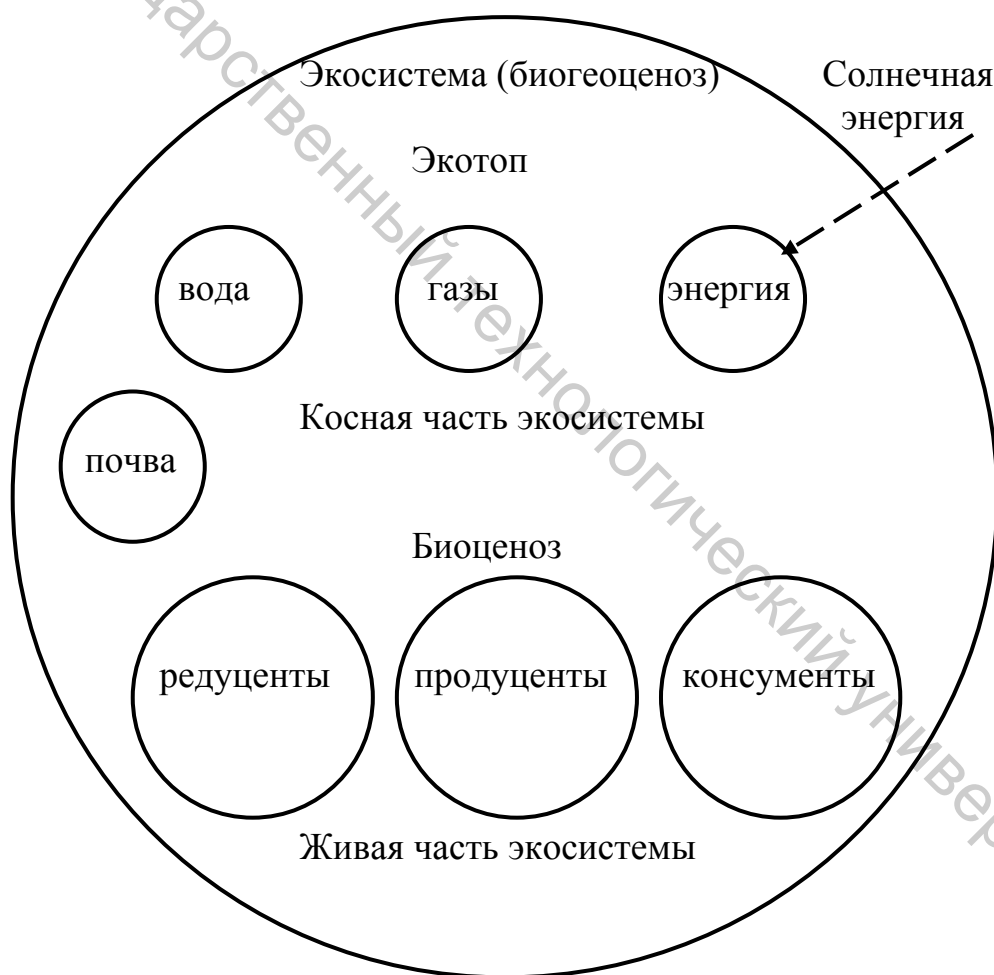


Рисунок 2.1 – Компоненты экосистемы

2.2 СТРУКТУРА ЭКОСИСТЕМ

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

- 1) низший 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).

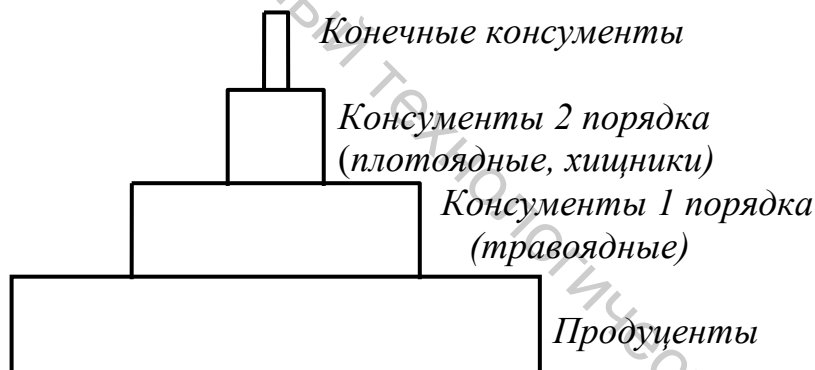


Рисунок 2.2 – Экологическая пирамида

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.

Экосистема (биогеоценоз) — понятие широкое. Однако главное заключается в том, 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.

2.3 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.

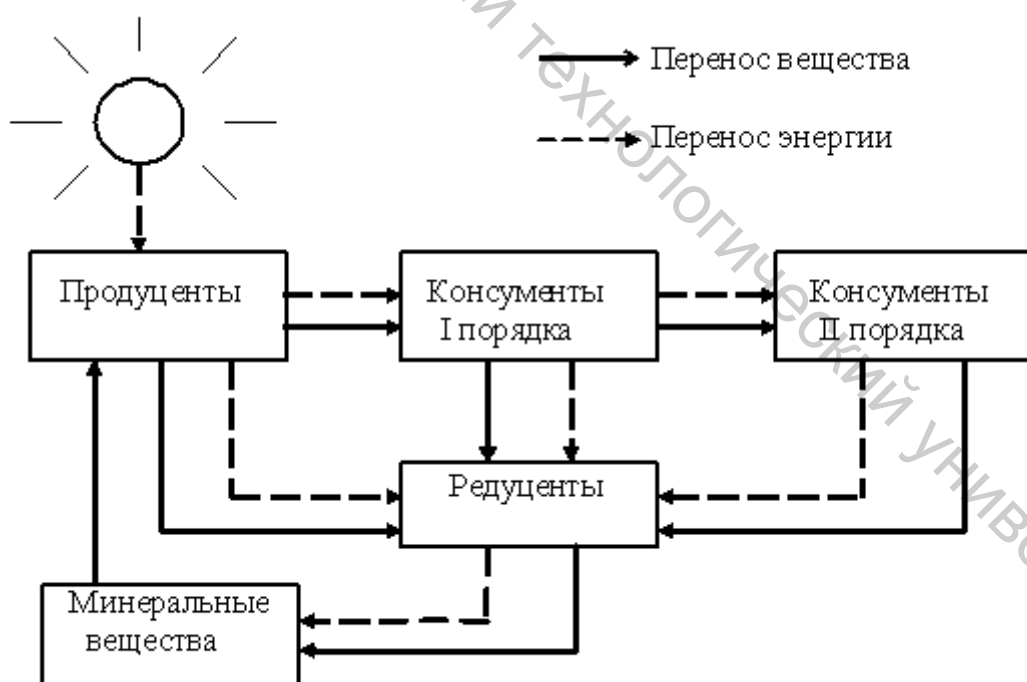
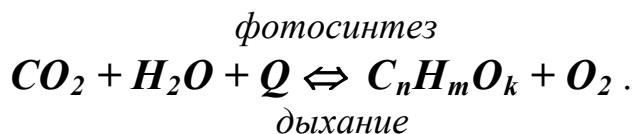


Рисунок 2.3 – Схема переноса веществ и энергии в природных экосистемах

В основе круговорота веществ в экосистеме лежит фундаментальный обратимый химический процесс:



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?

2.4 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.

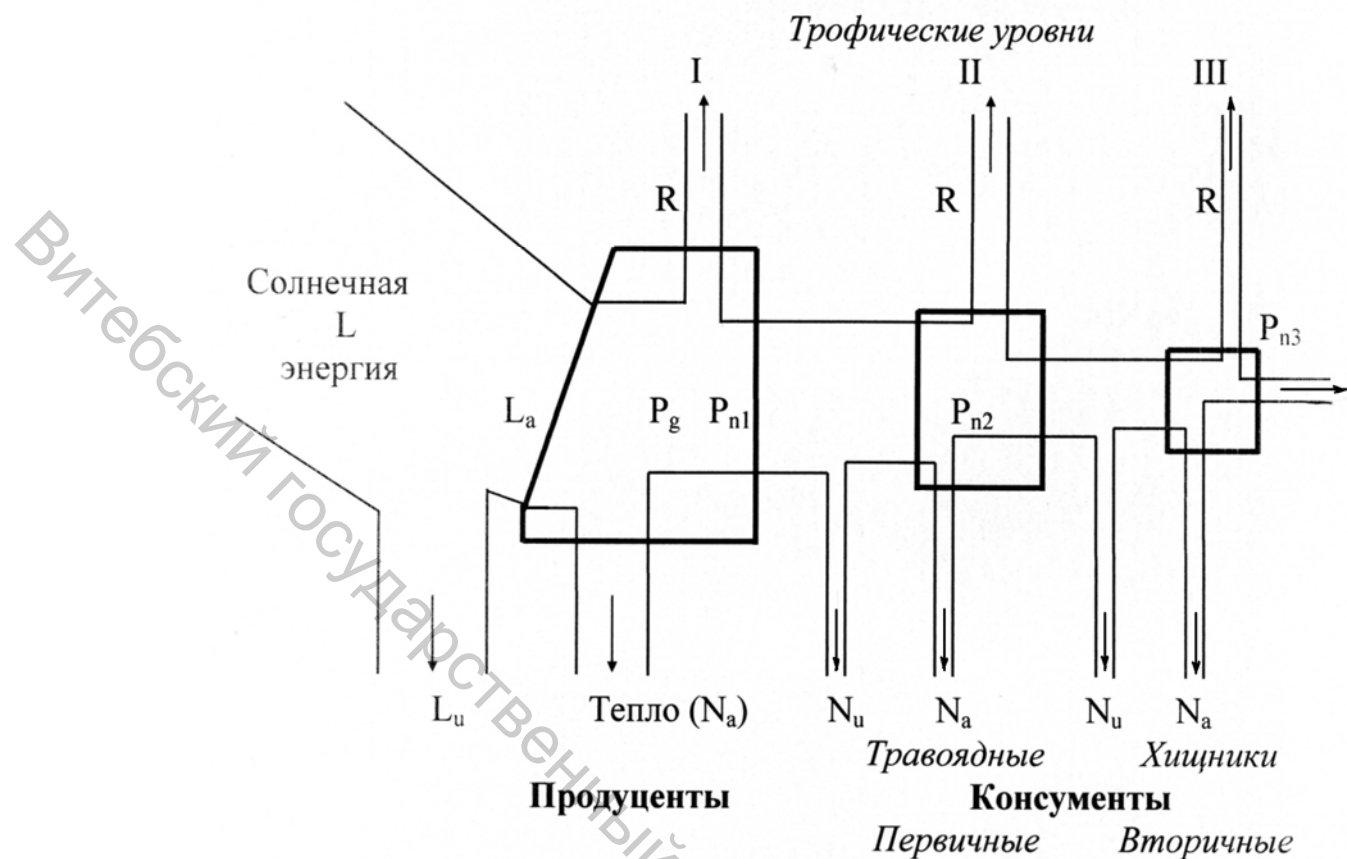


Рисунок 2.4 – Поток энергии в простой трофической цепи
(Цифры даны в кДж/м² за день)

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.

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 кон-

цу 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.

2.5 СТАБИЛЬНОСТЬ И РАЗВИТИЕ ЭКОСИСТЕМ

В нормальном состоянии любой экологической системе присуще устойчивое состояние, называемое *гомеостазом*. Это состояние характеризуется динамическим (подвижным) равновесием между рождаемостью и смертностью, потреблением и освобождением вещества и энергии.

В то же время любая экосистема входит в иерархию систем и поэтому подвергается внешним воздействиям, стремящимся вывести ее из равновесия. Если это влияние не слишком сильное, то нарушенные связи заменяются другими и процесс передачи вещества и энергии продолжается. Процесс замены исчезнувшего по каким-либо причинам вида другим видом, который занимает опустевшую экологическую нишу, называется *экологическим дублированием*. Таким образом, экосистемы сопротивляются воздействиям, нарушающим их стабильность.

Система тем надежнее и стабильнее, чем большее видовое разнообразие она имеет. Это обеспечивает широкие возможности для экологического дублирования.

В то же время под влиянием внешних и внутренних факторов в экологических системах происходят постоянные изменения. Некоторые виды в экосистемах, испытывая негативные воздействия, снижают свою численность, а иногда вовсе исчезают. Другие виды могут от этого выиграть, и их численность возрастает. Происходит вытеснение одних видов другими.

Процессы последовательных изменений состояния экосистем в пространстве или во времени, сопровождающиеся сменой состояний и

свойств всех ее компонентов, называются *сукцессиями*. Сукцессии – это постепенные необратимые направленные изменения в экосистемах, протекающие в результате внешних и внутренних причин на одной и той же территории под влиянием природных факторов или воздействий человека.

Различают множество форм сукцессии: пирогенную, катастрофическую, антропогенную. Причиной пирогенных сукцессий являются пожары; катастрофической – извержения вулканов, ураганы, необычный паводок, массовое размножение вредителей и т.п.; антропогенных – хозяйственная деятельность человека.

Различают первичную и вторичную сукцессии. **Первичная сукцессия** – процесс развития и смены экосистем на незаселенных участках, появившейся девственной суши, оголенной материковой породе и т.п.

Примером первичной сукцессии служит заселение организмами обнаженной горной породы на недавно образовавшемся вулканическом острове. Схема развития данной экосистемы приведена на рисунке 2.5.

Первые живые организмы попадают на остров различными путями: приплывают по морю, заносятся ветром или птицами. Это, прежде всего, споры цианобактерий, которые подготавливают условия, в которых начинают развиваться лишайники, мхи и папоротники. Постепенное накопление отмерших и разлагающихся организмов и эрозия горной породы в результате выветривания приводят к формированию слоя почвы, достаточной для того, чтобы здесь смогли поселиться более крупные и требовательные к питательным веществам формы – семенные растения, включая травы, кустарники и деревья. Завершающее сообщество – устойчивое, самовозобновляющееся и находящееся в равновесии со средой – называется климаксным сообществом.



Рисунок 2.5 – Типичная наземная сукцессия

Вторичная сукцессия – постепенное восстановление свойственного данной местности сообщества после нанесенных повреждений (последствий бури, пожара, вырубки и т.п.). Вторичная сукцессия начинается там, где поверхность полностью или в значительной степени лишена растительности, но прежде находилась под влиянием живых организмов и обладает органическим компонентом.

Например, если поле на месте вырубленного когда-то леса перестать обрабатывать, то обычно за несколько стадий здесь вновь сформируется лесная экосистема, типичная для данной местности. Возникшая в результате вторичной сукцессии климаксная система может существенно отличаться от первичной, если изменились некоторые характеристики ландшафта или климатические условия.

Способность экосистемы относительно полно самовосстанавливаться и саморегулироваться в течение сукцессионного или эволюционного отрезка ее существования называется **экологической надежностью**.

2.6 ЭКОСИСТЕМНЫЕ ЗАКОНЫ

Экосистемные законы отражают общие принципы организации и функционирования экологических систем в целом.

Сложение экосистем осуществляется на принципах экологической комплементарности (дополнительности) и экологической конгруэнтности (соответствия).

Принцип экологической комплементарности: *никакая функциональная часть системы (экологический компонент, элемент и т.п.) не может существовать без других функционально дополняющих частей.* Происходит это в силу того, что каждая подсистема связана с другими согласно общему философскому принципу дополнительности, установленному Нильсом Бором для любых материальных систем (две взаимосвязанные, но различные материальные системы дополняют друг друга в своем единстве и противоположности), а также группе закономерностей сложения систем в целом (закон необходимого разнообразия, полноты составляющих и др.).

Совершенно очевидно, что никакая система не может сформироваться из абсолютно идентичных элементов. Даже в кристаллической решетке положение атомов в ней делает их функционально различными. Поэтому для стабильного существования система должна иметь необходимое число и разнокачественность подсистем. Количество функциональных составляющих системы должно быть оптимальным – без недостатка или избытка в зависимости от типа системы.

Например, в экологической системе любой организм поглощает (ассимилирует) из внешней среды одни вещества и выделяет в нее продукты своей жизнедеятельности. Если бы не было дополняющих видов, использующих продукты жизнедеятельности и восстанавливающих их до продуктов ассимиляции, через какой-то промежуток времени необходимые ресурсы жизни для организма были бы исчерпаны.

Принцип экологической конгруэнтности: функционально дополняя друг друга, живые составляющие экосистемы вырабатывают для этого соответствующие приспособления, скоординированные с условиями абиотической среды, в значительной мере преобразуемой теми же организмами.

Согласно этому принципу, наблюдается двойной ряд соответствия. С одной стороны – между организмами и абиотическими условиями; с другой – между организмами в экосистеме. Так, виды, составляющие, например, экосистемы пустыни, с одной стороны, приспособлены к ее климатическим и другим абиотическим факторам, а с другой – к среде экосистемы и друг к другу.

Суммарным отражением принципов экологической комплементарности и конгруэнтности является **принцип (закон) формирования экосистемы:** длительное существование организмов возможно лишь в рамках экологических систем, где их компоненты и элементы дополняют друг друга и, соответственно, приспособлены друг к другу. Это обеспечивает воспроизводство среды обитания каждого вида и относительно неизменное существование всех экологических компонентов.

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 ос-

тается 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 важных 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, т.е. 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, обезрыбливанию озер и т.п. 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 распашки и других приемов) для увеличения получаемой полезной продукции (урожае) 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.

Глава 3. БИОСФЕРА

3.1 ПОНЯТИЕ, РАЗМЕРЫ, СТРУКТУРА И СОСТАВ БИОСФЕРЫ

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.

РАЗМЕРЫ 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).

СТРУКТУРА БИОСФЕРЫ. Биосфера имеет иерархическую структуру, которая представлена на рисунке 3.1. 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. солено- 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.

СОСТАВ БИОСФЕРЫ. Состав биосферы включает 7 глубоко различных частей:

- живое вещество;
- биогенное вещество;
- косное вещество;

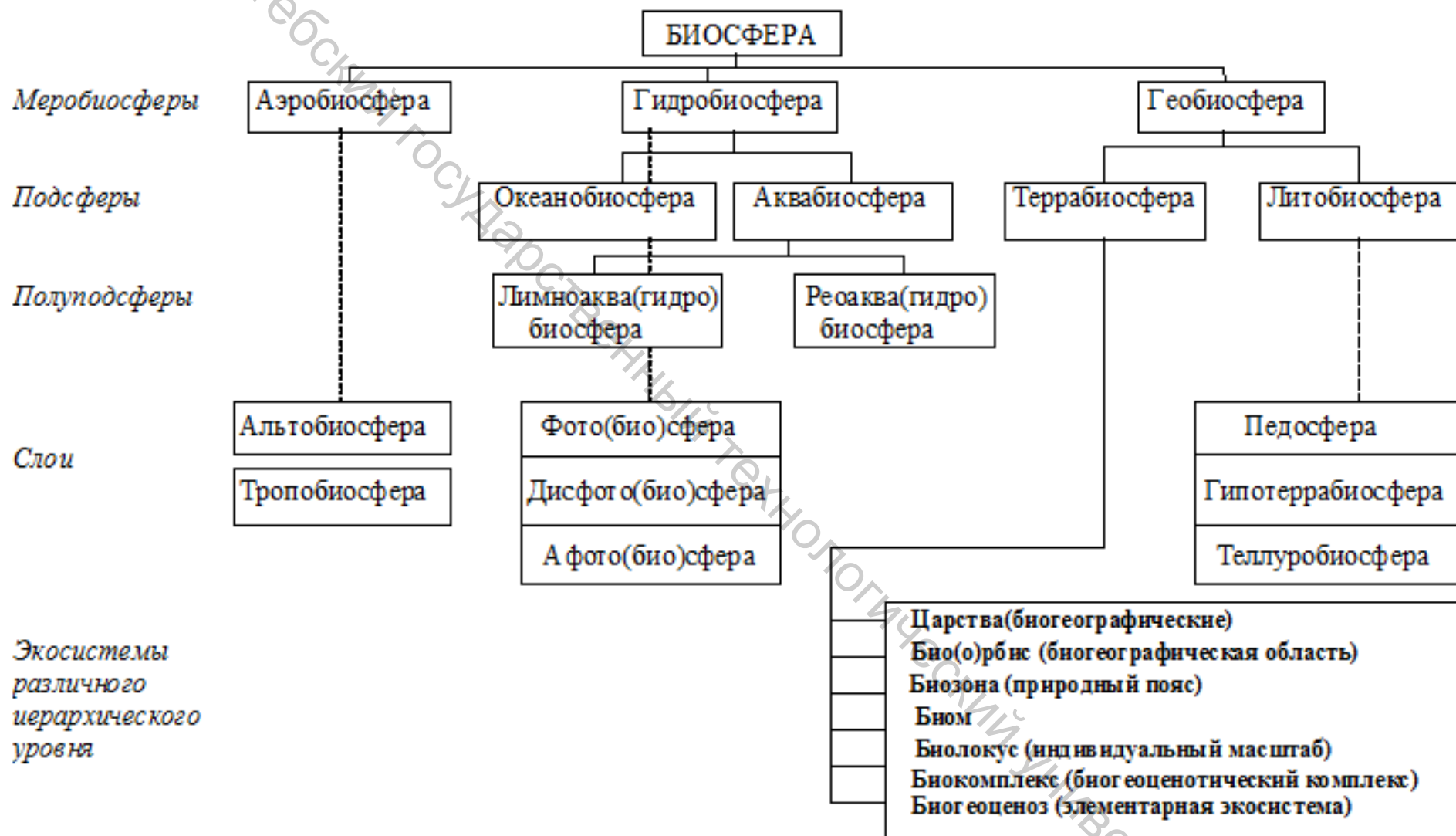


Рисунок 3.1 – Иерархия систем биосферы

- 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.

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

Круговорот углерода (рисунок 3.2) на суше начинается с фиксации углекислого газа растениями в процессе фотосинтеза.

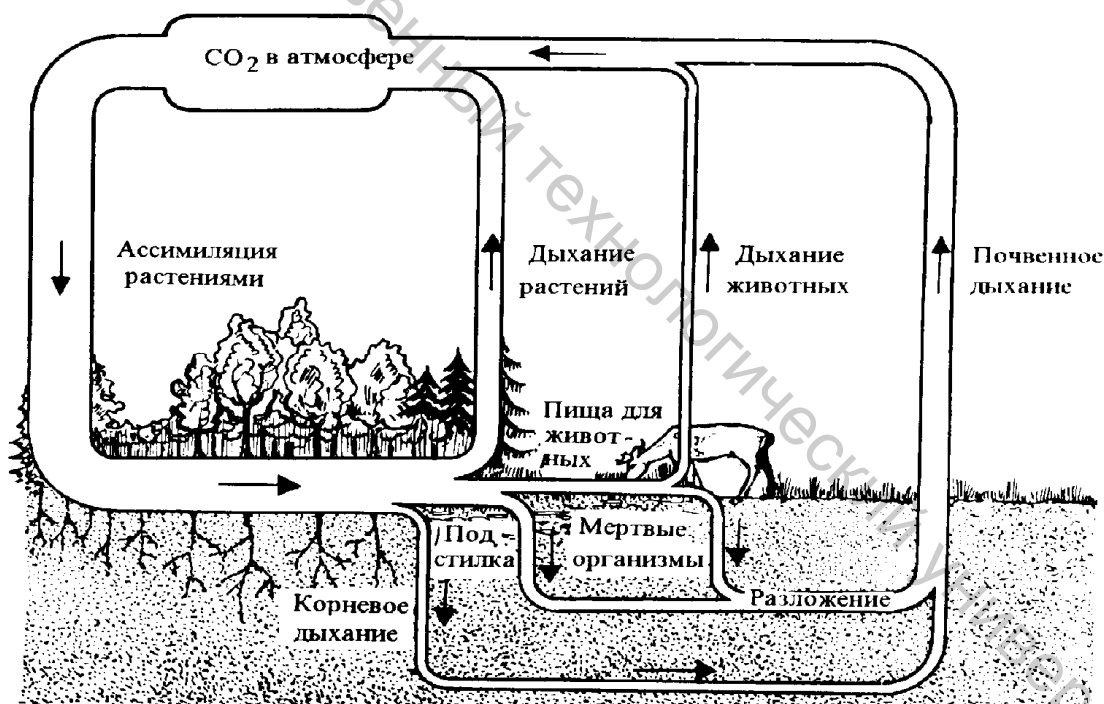


Рисунок 3.2 – Круговорот углерода

Из CO₂ и H₂O 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 3.3). Азот, которого очень много в атмосфере, 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.

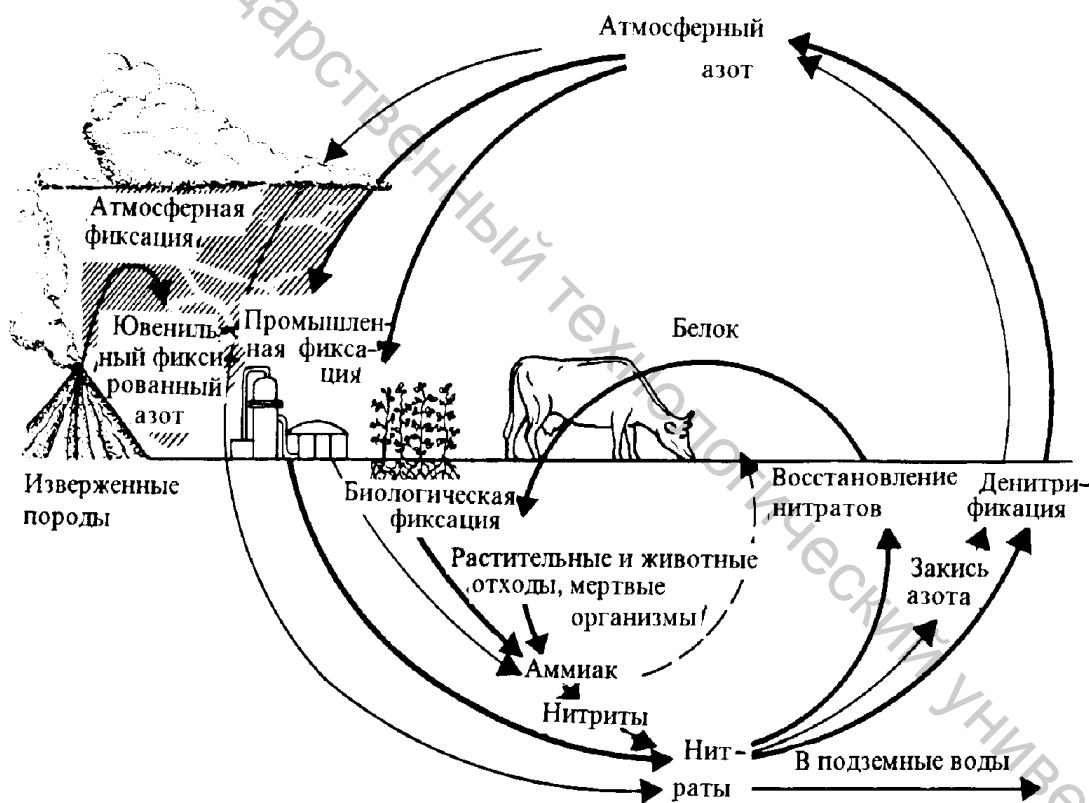


Рисунок 3.3 – Круговорот азота

Круговорот фосфора (рисунок 3.4) – пример простого незамкнутого цикла. Фосфор совершает круговорот в наземных экосистемах. Биоредукторы минерализуют органические соединения фосфора, которые вновь потребляются корнями растений.

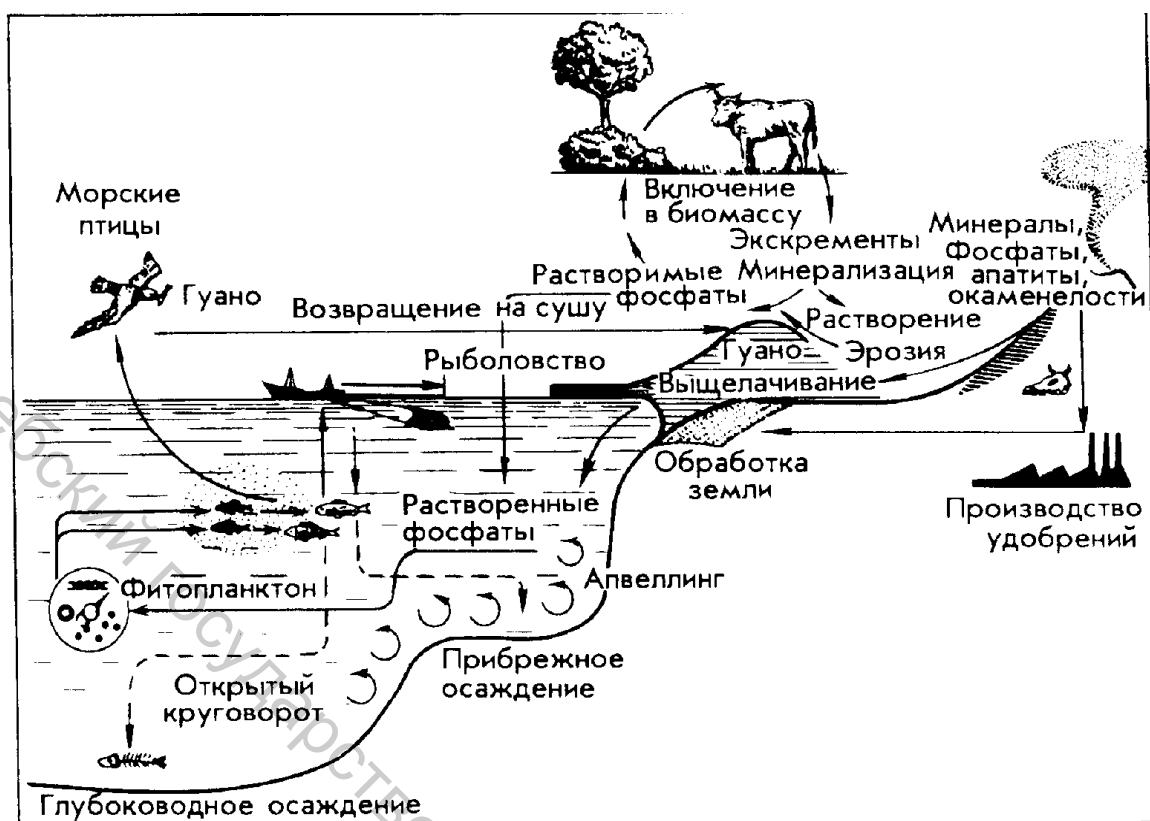


Рисунок 3.4 – Круговорот фосфора

Громадные запасы фосфора, накопившиеся в прошлые геологические эпохи, содержат горные породы. В процессе разрушения эти породы отдают наземные фосфаты экосистемам. Однако значительное количество их оказывается включенным в круговорот воды, выщелачивается и увлекается в море. Здесь фосфор вовлекается в пищевые цепи, а затем с отмершими остатками погружается в океанические глубины. Частичный возврат фосфатов на сушу возможен с помощью морских птиц и благодаря рыболовству.

Биогеохимические круговороты веществ и связанные с ними превращения энергии являются основой динамического равновесия и устойчивости биосферы. Нормальные, 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 и т.п.

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».

3.3 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, ки-

слорода, 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. С появлением первых живых существ на планете появилась и активная (“живая”) информация, отличающаяся от той “мертвой” информации, которая является простым отражением структуры. 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, биота 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.

3.4 ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ. НООСФЕРА

Возникновение и существование всех экологических систем в биосфере обусловлено эволюцией. Самоподдерживающиеся динамические системы эволюционируют в сторону усложнения организации и возникновения системной иерархии – образования подсистем в структуре системы. Эволюция состоит из последовательного закрепления таких отклонений от стационарного состояния, при которых поток энергии через систему возрастает. Следствием увеличения сложности и раз-

нообразия является ускорение эволюции, все более быстрое прохождение ее ступеней, равноценных по качественным сдвигам.

Первопричиной, источником движущей силы последовательных качественных изменений экологических систем служит поток энергии через систему и отбор наиболее эффективных преобразователей энергии, вещества и информации. Важнейшим двигателем органической эволюции является непрерывное, циклически воспроизводящееся противоречие между безграничной способностью организмов к размножению, организуемой потоком солнечной энергии, и ограниченностью материальных ресурсов.

Эволюция биосферы состоит из добиотической фазы, в ходе которой химическая эволюция подготовила возникновение жизни, и собственно биотической эволюции.

Добиотическая эволюция

- Образование планеты (около 4,5 млрд. лет назад). Первичная атмосфера имела высокую температуру и содержала водород, азот, пары воды, метан, аммиак, инертные газы и другие простые соединения.

- Возникновение абиотического круговорота веществ в атмосфере за счет ее постепенного остывания и энергии солнечного излучения. Появляется жидкая вода, формируется гидросфера, круговорот воды, водная миграция элементов и многофазные химические реакции в растворах. Происходит отбор и рост молекул.

- Образование органических соединений в процессах конденсации и полимеризации простых соединений углерода, водорода, кислорода, азота за счет энергии ультрафиолетового излучения Солнца, радиоактивности, электрических разрядов и других энергетических импульсов. Аккумуляция лучистой энергии в органических веществах.

- Возникновение круговорота органических соединений углерода. Дальнейшее усложнение органических веществ и появление устойчивых комплексов макромолекул; возникновение молекулярных систем самовоспроизведения.

Биотическая эволюция

- Возникновение жизни (около 3,5 млрд. лет назад). Структуризация белков и нуклеиновых кислот с участием биомембран приводит к появлению вирусоподобных тел и первичных клеток, способных к делению. Возникает биотический круговорот, и формируются функции живого вещества.

- Развитие фотосинтеза и обусловленное им изменение состава среды: увеличение количества кислорода. Ускоряется биогенная миграция элементов. Появление многоклеточных организмов, наземных растений и животных приводит к дальнейшему усложнению биогеохими-

- Увеличение биотического разнообразия и усложнение строения и функциональной организации живых существ и биосферы в целом. Организмами заняты все экологические ниши на планете.

- Появление человека – лидера эволюции. Возникновение и развитие человеческого общества, вовлечение в техногенез непропорционально больших потоков вещества и энергии нарушают замкнутость биогеохимических круговоротов, вызывают антропогенные экологические кризисы и становятся негативным фактором эволюции биосферы.

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.

3.5 ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ 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.

Рассматриваемое обобщение подтверждает **закон единства «организм – среда»**, сформулированный В.И. Вернадским: *жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом и информацией на базе потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих ее организмов.*

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 основ-

ном, состоит из химических элементов, являющихся водными и воздушными мигрантами, т.е. образующих 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 за счет 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.д.

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 т.п. 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.

Человеческая индустриальная цивилизация очень быстро и грубо нарушает замкнутость биотического круговорота в глобальном масштабе, что не может остаться безнаказанным. В этой критической ситуации должен быть найден компромисс и выработаны условия его принятия.

Глава 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.

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 т.п.

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 т.п.

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

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.

4.2 ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Биологические компоненты системы «организм – среда» все время увеличивают давление на среду своего обитания, стремясь к экологической экспансии и, в то же время, приспосабливаясь к меняющимся условиям жизни. Это свойство биосистем сформулировано в виде **закона максимума биогенной энергии В.И. Вернадского - Бауэра**: *любая биологическая или биокосная система, находясь в подвижном (динамическом) равновесии с окружающей ее средой и эволюционно развиваясь, увеличивает свое воздействие на среду*. По расчетам ученых, при отсутствии сдерживающих факторов поверхность Земли может быть полностью захвачена бактериями холеры за 1,25 суток, домашней мухой – за 366 суток.

Давление биосистем растет до тех пор, пока не будет строго ограничено внешними факторами. Внешними для развивающейся системы живого являются все воздействия надсистем или других конкурентных систем того же уровня иерархии, которые выступают как ограничения (механизмы), к которым развивающаяся совокупность живого вынуждена приспосабливаться. Так, “давление жизни” лимитировано емкостью среды, количеством в окружающей среде необходимых для жизнедеятельности ресурсов и т.п. С уменьшением указанных параметров количество особей в популяции снижается.

Таким образом, максимальному давлению жизни, максимизации биогенной энергии противостоит действие **закона давления среды жизни, или закона ограниченного роста Ч. Дарвина**, который гласит: *хотя потомство одной пары особей, размножаясь в геометрической*

прогрессии, стремится заполнить весь земной шар, имеются ограничения, не допускающие этого явления.

Все факторы, ограничивающие давление жизни, определенным образом упорядочены, что позволило сформулировать ряд правил, принципов и законов.

В совокупном давлении среды выделяются факторы, которые сильнее всего ограничивают успешность жизни организма. 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.п.

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 4.1).

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.

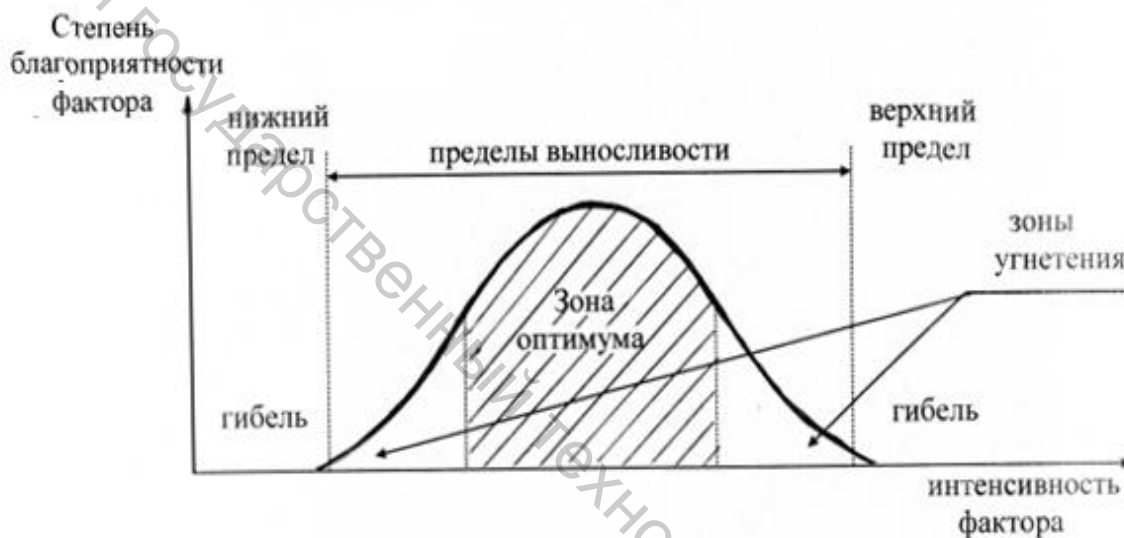


Рисунок 4.1 – Влияние интенсивности действия экологического фактора на жизнеспособность организмов

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.*

Закономерности действия экологических факторов дополняются следующими частными законами.

Закон компенсации (взаимозаменяемости) факторов: *отсутствие или недостаток некоторых экологических факторов может быть компенсирован другим близким фактором.* Один и тот же экологический результат может быть получен разными путями. Например, увядание растений можно приостановить как увеличением количества влаги в почве, так и снижением температуры воздуха, уменьшающим испарение. Недостаток света может быть компенсирован для растений обилием углекислого газа. Таким образом, создается эффект взаимозамещения факторов.

Вместе с тем взаимная компенсация действия факторов среды имеет определенные пределы, и полностью заменить один из них другими нельзя. Совершенно очевидно, что любой из так называемых фундаментальных экологических компонентов до конца не может быть заменен – при отсутствии солнечной энергии нет жизни, как и при полном безводье и т.д. Полное отсутствие воды или хотя бы одного из основных элементов питания делает жизнь растения невозможной, несмотря на самые благоприятные сочетания других условий.

Эта закономерность нашла свое выражение в **законе незаменимости фундаментальных факторов В.Р. Вильямса**: *полное отсутствие в среде фундаментальных экологических факторов (света, воды, биогенов и т.п.) не может быть заменено другими факторами.*

Все вышеизложенное касалось воздействия на биосистему внешних факторов. Однако жизнь любого организма складывается под действием как внешних, так и внутренних факторов. *Любые эволюционные изменения в конечном итоге направлены экологическими факторами и системными особенностями эволюционирующей совокупности, то есть прогресс направляется как внешними, так и внутренними факторами – закон эколого-системной направленности эволюции.*

Таким образом, одновременно с внешними факторами действуют внутренние факторы: мутации, наследственность. Благодаря наличию внутренних факторов, биосистемы (организмы) противопоставляют ограничивающим механизмам способность к приспособлению (преадаптации), которая у них заложена изначально. Обусловлена такая способность практически неисчерпаемостью генетического кода. Всегда находятся необходимые варианты для адаптации. Если они бывают исчерпаны для одного вида, он вымирает.

Знание закономерностей действия экологических факторов имеет важное значение при определении допустимых пределов антропогенного воздействия на природную среду.

Глава 5. БИОСФЕРА И ЧЕЛОВЕК

5.1 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.

Согласно определению, природные ресурсы состоят из природных условий и собственно природных ресурсов. К **природным условиям** относятся солнечное излучение, тепло Земли, рельеф местности, климат и т.п. Это элементы природы, которые, как правило, непосредственно в процессе производства не используются, но оказывают влияние на жизнедеятельность людей. 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.

Собственно природные ресурсы – это элементы лито-, гидро- и атмосферы, которые при данном уровне развития производительных сил могут быть использованы в производственной деятельности или в сфере потребления.

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.

Существуют различные классификации природных ресурсов. Рассмотрим естественную, хозяйственную и экологическую 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.п.

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).

С эколого-экономической точки зрения наибольший интерес представляет классификация природных ресурсов по признакам исчерпаемости и возобновляемости (рисунок 5.1).

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.

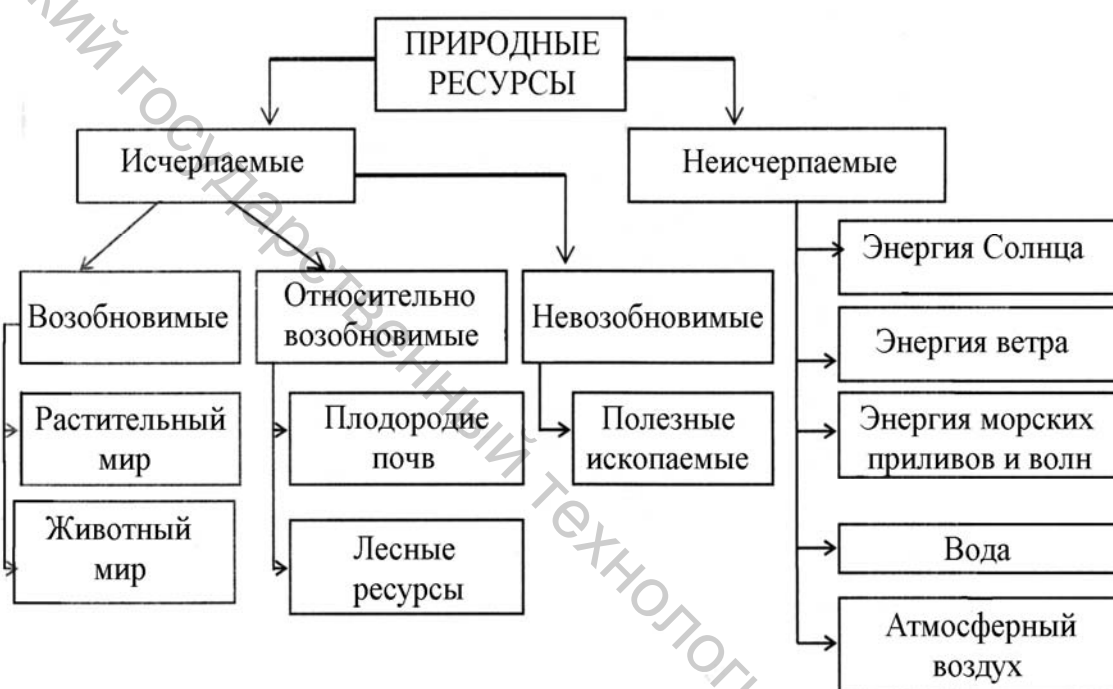


Рисунок 5.1 – Классификация природных ресурсов по истощаемости

5.2 ВИДЫ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

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 – это совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению и воспроизводству. Согласно определению, природопользование предполагает не только эксплуатацию, извлечение и переработку природных ресурсов, но и их охрану, возобновление, воспроизводство.

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.

5.3 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 среднесуточного уровня 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 выво-

дит 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 темпера-

туры 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 среднесуточные 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 региона, как правило, вокруг промышленного предприятия, населенного пункта и тому подобных мест.

Различают также загрязнения компонентов экотопа (атмосферы, гидросферы, почвы), городской среды и жилых и производственных помещений.

5.4 ПРИРОДНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Современный этап развития общества таков, что 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 оказывают 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 5.2.

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, представленным растительностью (фитоценозом), микроорганизмами (микробиоценозом) и животным миром (зооценозом), хозяйственное звено – 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.

Нообиогеоценоз является элементарной природно-промышленной (эколого-экономической) системой.

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.

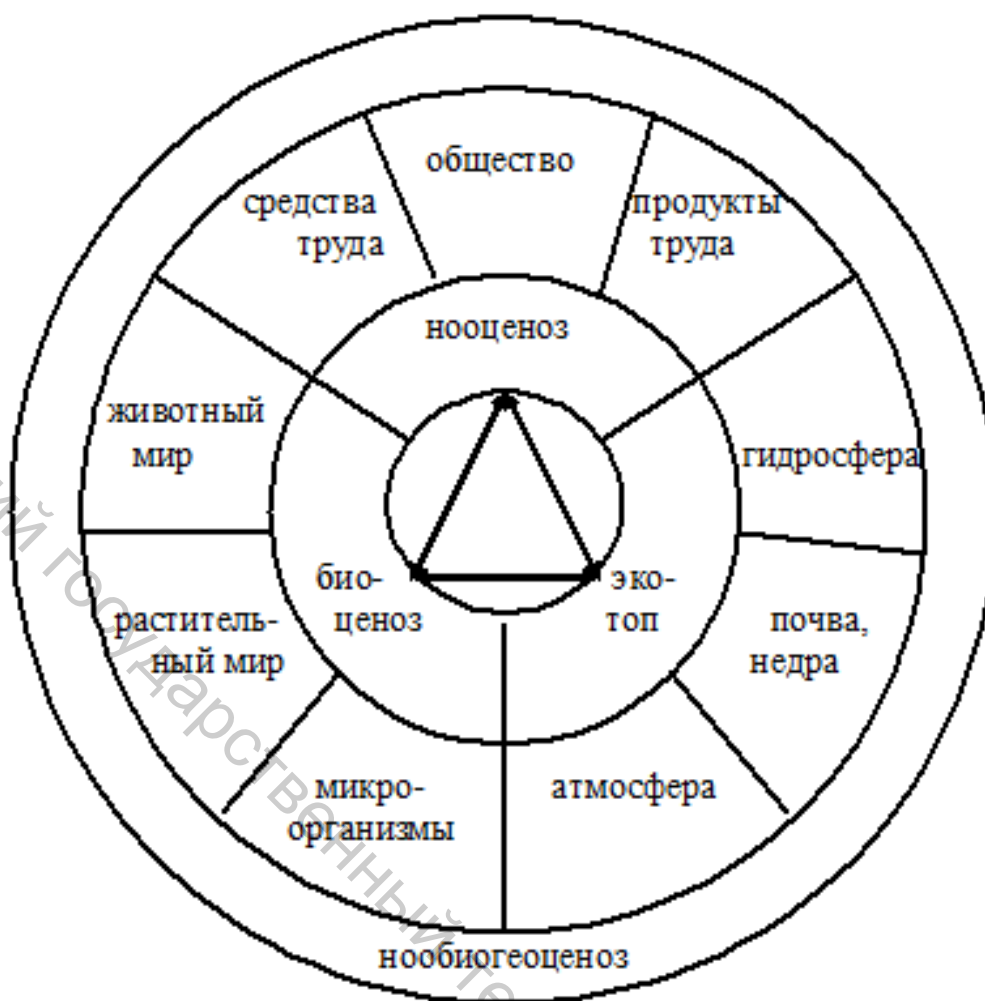


Рисунок 5.2 – Схема нообиогеноза

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

- нообиогеноз;
- природно-промышленный комплекс (ППК);
- территориально-производственный комплекс (ТПК);
- техносфера.

Примерами нообиогеноза являются агроэкосистемы, техноэкосистемы, урбаэкосистемы. Агроэкосистемы представляют собой искусственные биогеноценозы, 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 (крупные города, поселки).

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.

5.5 ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ В ПРИРОДНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМАХ

Главным компонентом, определяющим направление и характер функционирования природно-промышленного комплекса, является его хозяйственное звено. В структурной схеме этого звена выделяют объекты основного производства, предприятия вспомогательного производства, объекты энергетики, организации по строительству новых и реконструкции старых действующих промышленных предприятий.

Продукцией промышленного звена считается вся продукция, которая отправляется за пределы ППК, а также предназначенная для удовлетворения собственных нужд. Из ископаемых материалов и биомассы, извлекаемых из природы, в материальную продукцию преобразуется только около 7 – 10 %.

К продуктам промышленного звена относятся также отходы производства: газообразные, жидкие и пылевидные промышленные выбросы, сбросные тепловые потоки, шум, различные виды излучений и т.п., которые классифицируются как безвозвратные потери, загрязняющие окружающую среду.

На рисунке 5.3 приведена схема ППК с компонентами природной среды, используемыми в производстве, продуктами промышленного объекта и взаимосвязями в системе.

Основной отличительной особенностью экологической системы, в которой функционирует ППК, является то, что практически все элементы в этой системе находятся под постоянным воздействием промышленных предприятий и испытывают на себе их влияние. Последствия

воздействия предприятий на природную и окружающую человека среду представляют собой новые состояния компонентов природно-промышленной системы. 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.

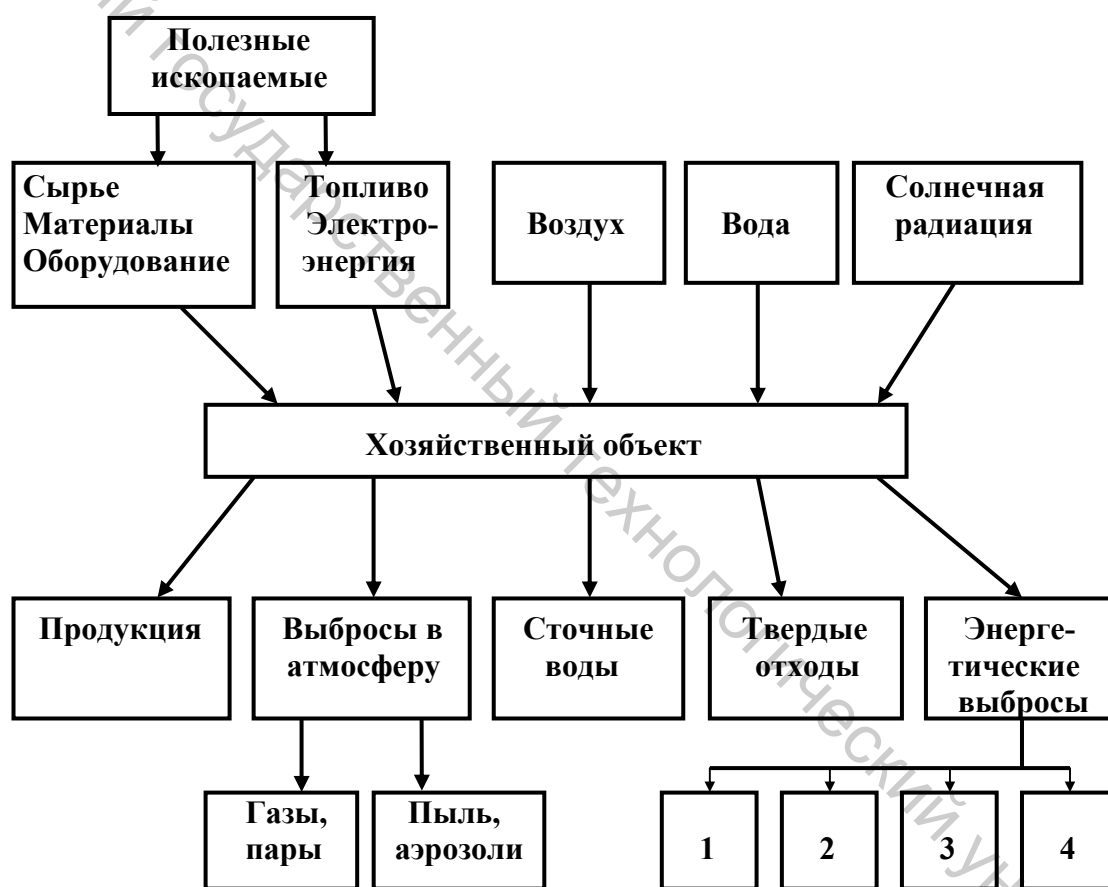


Рисунок 5.3 – Структурная схема ППК:

1 – тепловые выбросы; 2 – шум, вибрация, ультра- и инфразвук; 3 – электромагнитные поля; 4 – ионизирующие излучения

5.6 ТЕХНОСФЕРА

Биосфера всегда изменялась и эволюционировала. Человеческая деятельность придала этому процессу такое ускорение, что биосфера неминуемо должна была перейти в новое состояние.

Для XX века характерно вторжение техники во все сферы человеческого общества и в биосферу. Влияние техники пронизывает всю биосферу и выходит даже за ее пределы: в ближний и дальний космос, в глубины земной коры, под дно океана, в субмолекулярный микромир. Вся планета оплетена густой сетью спутниковых орбит, авиационных трасс, океанских маршрутов, линий электропередач, дорог, трубопроводов. Околоземное пространство пронизано радиоволнами бесчисленных передатчиков. Всё это создаёт особую материально-энергетическую оболочку планеты.

На поверхности суши наряду с естественными сообществами простираются пространства возделанных земель и искусственных ландшафтов, расположено огромное число населенных пунктов, сооружений, площадок и дорог с искусственным покрытием, железных дорог и других коммуникаций. Колоссальные массы перемещенных, обработанных и преобразованных минералов – камня, глины, асфальта, бетона, стекла, металлов – образуют многочисленные скопления на поверхности планеты. Несметное количество различных топок, труб, реакторов, машин, механизмов, преобразователей энергии заполняют планетарную среду химическими, тепловыми, электромагнитными, радиационными и акустическими эмиссиями. В земле скрыты горные выработки, шахты, рудники, скважины, сети кабелей и трубопроводов, древние культурные слои и захоронения.

Полный жизни океан тоже содержит множество искусственных предметов – от плавающего мусора до гигантских танкеров, авианосцев, подводных лодок. Водное пространство пересекают трассы морских путей; дно океана усеяно останками кораблей. На континентальных водоемах – платины, водохранилища и другие гидросооружения; бассейны рек испещрены каналами и оросительными системами.

Техника для нас стала настолько привычна, что мы ее просто не замечаем. Как геологическое явление в масштабах нашей планеты техника все больше демонстрирует и проявляет свою автономность. Аналогично понятию “живое вещество” в последнее время можно говорить о так называемом техновеществе – совокупности технических систем Земли. Приблизительные подсчеты специалистов показали, что масса всех технических средств (машин, механизмов, производства, масса

созданного ими вещества) в десятки раз превышает массу живого вещества планеты, а продукция техногенеза примерно соответствует (или в несколько раз превышает) биопродукции естественных экосистем.

Таким образом, создавая и совершенствуя орудия труда, человек создал и качественно новую сферу своего обитания – техносферу. Некоторые ученые считают техносферу синонимом ноосферы, другие – признают техносферу как переходное состояние от биосферы к ноосфере. Если ноосфера – это будущее гармоничное единство человека и природы при главенствующем положении в этой системе человеческого разума, то техносфера – это то окружение, в котором мы сейчас живем.

С помощью орудий труда, техники человек воздействует на природные экосистемы, изменяя их до неузнаваемости. Техногенная деятельность человека в настоящее время особенно разрушительно действует на биосферу. С ней связаны:

- поступление в биосферу миллионов тонн техногенного вещества в виде отходов промышленного производства, транспорта, сжигаемого топлива, бытовых отходов и т.п.;
- накопление в биосфере химикатов в газообразной, жидкой и твердой формах, пестицидов, тяжелых металлов, радиоактивных веществ;
- геохимические изменения и новообразования в почвах, водах, горных породах, воздухе, вторичное засоление, вторичное подкисление;
- дестабилизация и разрушение сложившихся компонентов и биогенных функций биосферы.

Под влиянием хозяйственной деятельности человека в современной биосфере происходят крупные биологические и биогеохимические изменения. Они связаны с преобразованием естественных ландшафтов и экосистем, нарушением почвенного покрова, изменением растительного и животного мира, снижением эффективности фотосинтеза и др. Главными факторами и причинами этих изменений являются: расширение урбанизированных территорий и сельскохозяйственных систем за счет сокращения естественных ландшафтов, увеличение энергетического влияния на природную среду, использование флоры и фауны суши и водоемов, а также питательных веществ, загрязненных токсинами. Перестройка человеком природных систем постепенно выходит из-под его же контроля.

5.7 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Человечество за короткий исторический срок сильно дестабилизировало состояние биосферы планеты, вызвав глобальный экологический кризис. Но в силу существующих в биосфере внутренних связей эта дестабилизация ударяет по самому человеку.

Различают факторы техногенной и экологической опасности. Под экологической опасностью понимают экологические воздействия, в результате которых могут произойти изменения в окружающей среде и вследствие этого измениться условия существования человека и общества.

Согласно определению в экологическом словаре: «Экологическая безопасность – состояние защищенности каждого отдельного лица, общества, государства и окружающей среды от чрезмерной экологической опасности».

Экологическая безопасность – степень соответствия фактических количественных и качественных параметров состояния окружающей природной среды ее оптимальным (либо допустимым) параметрам с точки зрения сохранения здоровья людей и обеспечения на протяжении длительного периода времени устойчивого развития человеческой цивилизации и всей биосферы в целом.

Безопасность сложной системы определяется не столько факторами внешней защищенности, сколько внутренними свойствами – устойчивостью, надежностью, способностью к авторегуляции. Это, прежде всего, относится к экологической безопасности. Человек, общество, государство не могут быть гарантами собственной экологической безопасности до тех пор, пока продолжают нарушать устойчивость и биотическую регуляцию окружающей природной среды.

Критерии экологической безопасности:

- для экосферы и ее крупных подразделений – уровень эколого-экономического паритета, т.е. степени соответствия общей техногенной нагрузки на территорию ее экологической техноёмкости – предельной выносливости по отношению к повреждающим техногенным воздействиям;
- для отдельных экологических систем – целостность, сохранность их видового состава, биоразнообразия и структуры внутренних взаимосвязей;
- для индивидуумов – сохранение здоровья и нормальной жизнедеятельности.

До сих пор часто путают понятия «экологически чистый» и «экологически безопасный».

Экологически чистый объект – это объект, который не содержит посторонних примесей, т.е. веществ, которые могли бы проникнуть в этот объект из загрязненной среды.

Экологически безопасный объект – объект, не оказывающий вредного воздействия на жизнь, здоровье, имущество людей и окружающую среду при обычных условиях его использования, хранения, транспортировки и утилизации (согласно Закону Республики Беларусь «О защите прав потребителей»).

Различают следующие виды безопасности:

- 1) химическая безопасность – отсутствие риска, который может быть нанесен токсичными веществами;
- 2) радиационная безопасность – отсутствие вреда, который могут нанести радиоактивные элементы;
- 3) механическая безопасность – отсутствие вреда, который может быть нанесен вследствие ударов, трения, проколов;
- 4) электрическая, магнитная, электромагнитная безопасность – отсутствие риска, который может быть нанесен воздействием электрических, магнитных, электромагнитных полей;
- 5) термическая безопасность – отсутствие вреда, который может быть нанесен высокими или низкими температурами;
- 6) санитарно-гигиеническая безопасность – отсутствие вреда, связанного с биоповреждениями (заболеваниями, вызванными микроорганизмами или насекомыми, грызунами);
- 7) противопожарная безопасность – отсутствие недопустимого риска для жизни, здоровья при хранении и эксплуатации товаров в результате возгорания или самовозгорания.

Многочисленные наблюдения и исследования подтверждают увеличение заболеваемости населения, проживающего в зонах с повышенным техногенным загрязнением окружающей среды. В настоящее время возникли так называемые специфические техногенные *экопатологии*, т.е. нарушения здоровья из-за техногенных изменений качества окружающей среды. Известны различные биологические эффекты загрязнения окружающей среды: токсические, онкологические, мутагенные, аллергические.

Исходя из анализа имеющейся информации о современном состоянии биосферы, можно прийти к выводу, что вся наша планета стала зоной экологического риска.

Экологический риск – вероятность нарушения устойчивости окружающей среды при любых преднамеренных и непреднамеренных воздействиях на нее хозяйственной деятельности человека, т.е. превышения эколого-экономического потенциала в результате хозяйственной деятельности.

Глава 6. ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ПРИНЦИПЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

6.1 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 и т.д. Переход к новым формам хозяйствования требовал вырубки лесов, осушения болот, изъятия природных ресурсов в огромных количествах и т.д. 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 сообщества, 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).*

6.2 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.

В рамках одной общественно-экономической формации, одного способа производства и типа технологий природные ресурсы делаются все менее доступными и требуют увеличения затрат труда и энергии на их извлечение, транспортировку, а также воспроизводство. В связи с этим действует **закон снижения энергетической эффективности природопользования.** *С ходом исторического времени при получении из природных систем полезной продукции на ее единицу затрачивается все больше энергии, а энергетические расходы на жизнь одного человека все время возрастают.*

Расход энергии на одного человека в каменном веке составлял 4 тыс. ккал в сутки, в аграрном обществе – 12 тыс., в индустриальную

эпоху – 70 тыс., в передовых развитых странах в настоящее время – 230 – 250 тыс. ккал, т.е. в 58 – 62 раза больше, чем у наших далеких предков.

Совершенно очевидно, что рост энергетических затрат не может продолжаться бесконечно. Поэтому неизбежен переход на новые технологии производства, позволяющие избежать термодинамического кризиса и ослабить ход современного экологического кризиса.

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 $\Leftrightarrow$ **Производительные силы** $\Leftrightarrow$ **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 6.1).

Под **экологическим кризисом** понимается критическое состояние окружающей среды, вызванное напряженным состоянием взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующимся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсо-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 сельского хозяйства, привел к промышленной революции и развитию индустриальной цивилизации.

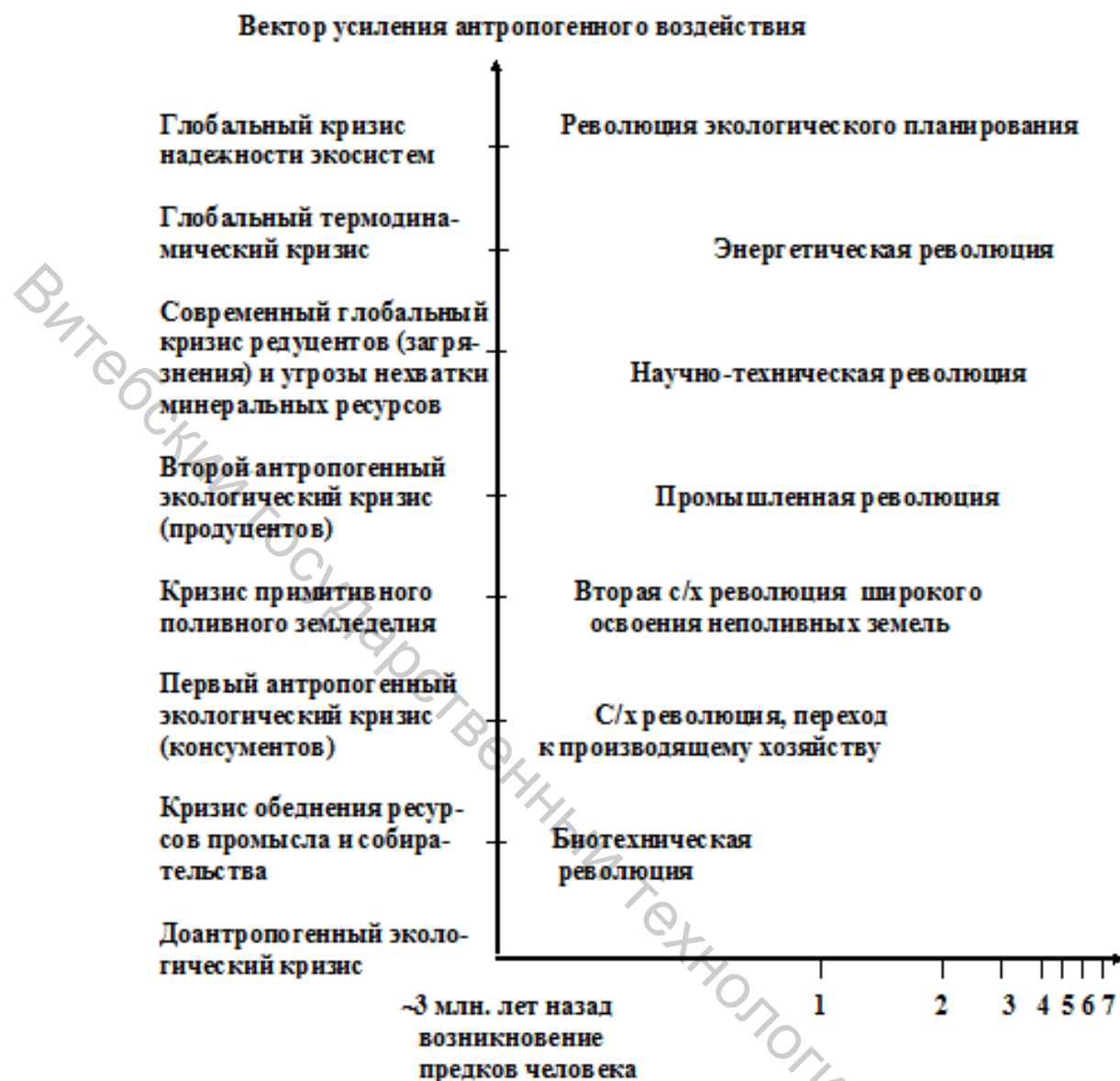


Рисунок 6.1 – Экологические кризисы и революции:

- 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 “буquet” загрязнителей, производимых человечеством, особенно тех, что не имеют природных аналогов, а потому нет и организмов для их утилизации 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 ценных реакций “жесткого” управления природой**: “жесткое”, как правило, техническое управление природными процессами вызывает ценные 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 отрицательные экологические и экономические последствия в будущем значительно превосходят тот положительный эффект, ради которого осуще-

ствлялось 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.

Помимо природных цепных реакций “жесткое” техногенное управление вызывает к жизни действие **принципа естественности, или правила старого автомобиля**: со временем эколого-социально-экономическая эффективность технического устройства, обеспечивающего “жесткое” управление природными системами и процессами, снижается, а экономические расходы на его поддержание возрастают. Устаревшее техническое устройство делается ненужным, и нефункциональный объект “повисает” на обществе. Старые ирригационные системы, например, требуют реконструкции, и чем они шире, тем большие средства необходимы для этого.

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 сальвинии, 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 при-

родными 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*. Сохранение ресурсов, в конечном итоге, выгодно в социальном и экономическом отношениях.

6.3 ПРИНЦИПЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Различным этапам хозяйственной деятельности соответствовали свои принципы природопользования. Так, до второй половины XX века существовала концепция покорения природы. 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 «сточная труба» для 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 «охра-

ны 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 природы и общества.

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.

Глава 7. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

7.1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МИРОВОЙ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

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 неистощимыми, 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 исчерпанием 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 эксплуатация 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.

Таким образом, в экономическом развитии необходимо принимать во внимание, по меньшей мере, два все более явных ограничения:

- ограничение возможностей окружающей среды принимать, поглощать, ассимилировать различного рода отходы и загрязнения, производимые экономическими системами;
- конечный характер невозобновимых природных ресурсов.

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.

7.2 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 миро-

вую 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 изменения 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.

7.3 УСТОЙЧИВОЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

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. Возросшая 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 сохранении 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 рациональному 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.

Важным моментом в достижении устойчивого развития является экологизация экономики. Главные составляющие этого процесса состоят в следующем:

- глубокое качественное социально-психологическое преобразо-

- включение природных экологических условий, факторов и объектов, в том числе возобновляемых ресурсов, в число экономических категорий как равноправных с другими категориями богатства и благосостояния;
- 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 и ресурсосберегающих технологий;
- внедрение прямых природоохранных мероприятий (строительство различного рода очистных сооружений, создание охраняемых территорий, рекультивация и т.п.)

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.

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.

Раздел II. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

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.

Важным моментом в обеспечении качества окружающей среды является установление допустимых нагрузок на экологические системы и границ воздействия хозяйственной деятельности на среду обитания. Существует целый ряд нормируемых экологических показателей, поддержание которых позволит сохранить устойчивое равновесие систем биосферы. Для соблюдения этих норм разработаны различные мероприятия на глобальном, национальном, территориальном и отраслевом уровнях.

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

Глава 8. ОХРАНА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА

8.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА 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 по-

люсами 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 зна-

чительной 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 8.1). Без “газового одеяла”, окутывающего планету, температура на ее поверхности была бы ниже на $30 - 40^{\circ}\text{C}$, а существование живых организмов в таких условиях весьма проблематично.

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°C . 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.

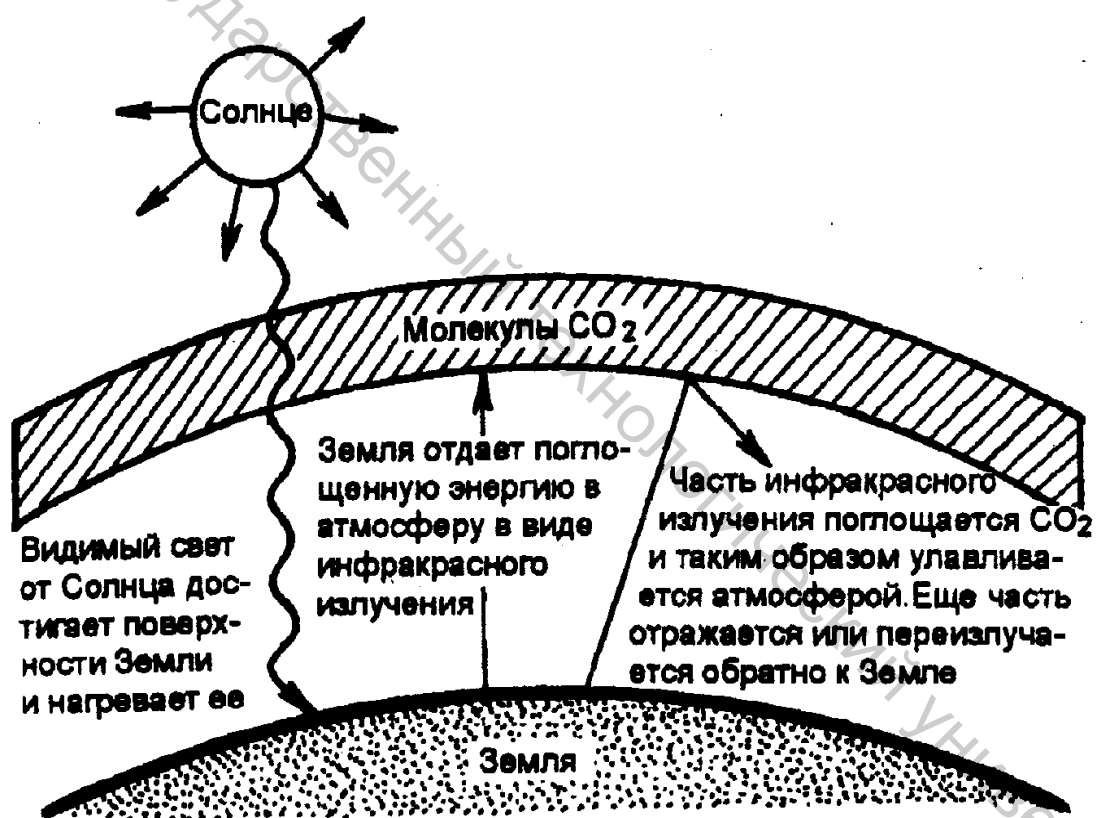
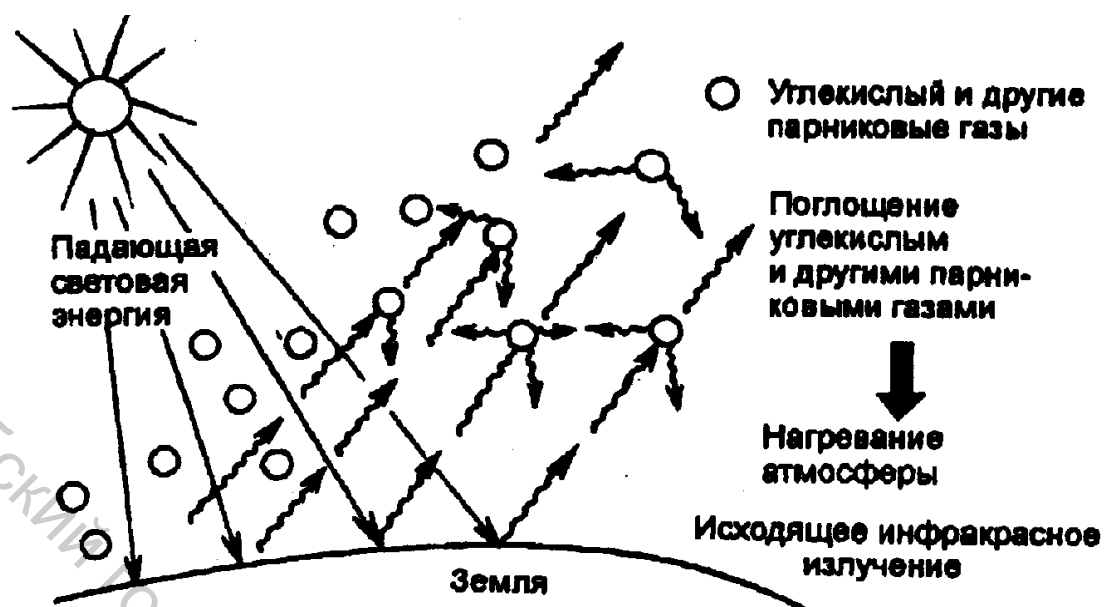


Рисунок 8.1 – Схема парникового эффекта

8.2 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 механические и железнодорожные транспортные средства (за исключением приводимых в движение электродвигателями), воздушные и морские суда, суда внутреннего плавания и другие передвижные средства.

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 вентиляционные фонари, окна, двери, неплотности оборудования, зданий, через которые примеси могут поступать в атмосферу, площадки хранения сыпучих материалов, отвалы горных пород, объекты хранения отходов и т.п.

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 т.п.

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.

8.3 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 %, пыль – 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/м³ 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/м³. При концентрациях 20 – 30 мг/м³ он действует раздражающе на слизистую оболочку глаз и дыхательные пути. При концентрациях примерно 50 мг/м³ 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 опасны 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, электростатической заряженности, 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 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, капролактамы, фенол, ксилол, уксусная кислота и др.);
- 4) малоопасные (окись углерода, ацетон, этилацетат, скипидар, этиловый спирт и др.).

8.4 ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Загрязнение атмосферного воздуха является актуальной проблемой для городов Беларуси. Главными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу являются автотранспорт, объекты энергетики и промышленные предприятия. Валовые выбросы от стационарных и передвижных источников в 2008 г. на территории Беларуси составили 1596,6 тыс. т (75,2 % – от передвижных источников, 24,8 % – от стационарных) (таблица 8.1).

Таблица 8.1 – Валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников на территории Беларуси в 2008 г., тыс. т

Область	Твердые вещества	Оксид углерода	Диоксид серы	Оксиды азота	Углеводороды	Прочие	Всего
Брестская	11,7	128,4	2,2	23,6	41,1	0,7	208,2
Витебская	13,2	112,3	25,4	31,8	66,9	3,6	253,2
Гомельская	11,8	126,6	22,5	28,4	57,0	5,5	251,9
Гродненская	11,9	115,3	1,2	23,2	38,3	5,5	195,4
Минская	17	173,2	7,2	29,5	52,8	4,1	283,8
г. Минск	9,3	158,9	5,0	24,2	49,2	0,8	247,4
Могилевская	10,8	88,9	2,0	17,1	35,5	2,4	156,7
Республика Беларусь	85,7	903,6	65,2	177,8	341,1	22,8	1596,6

Общий объем выбросов от стационарных источников составил 396,1 тыс.т, в том числе от технологических, производственных и других процессов – 278,2 тыс.т. Валовые выбросы от передвижных источников составили 1200,6 тыс.т.

Около 70 % от всего объема выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников составляет промышленность. Наибольшее количество выбросов характерно для топливной отрасли (32 %) и электроэнергетики (21 %).

В составе валовых выбросов загрязняющих веществ преобладает оксид углерода (56,6 %). На долю углеводородов приходится 21,4 %, оксидов азота – 11,1 %, твердых веществ – 5,4 %, диоксида серы – 4,1 %. Большая часть выброшенных в атмосферу оксида углерода (90,2 %), углеводородов (67,2 %), а также оксидов азота (65,5 %) обусловлена работой передвижных источников. От стационарных источников эмиссии в атмосферу поступило 97,6 % диоксида серы и 55,4 % твердых веществ.

Распределение выбросов по территории Беларуси неравномерно. По количеству выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников выделяются Новополоцк (79,8 тыс. т) и Минск (34,6 тыс. т).

Для сравнения выбросов на региональном уровне и между различными странами в настоящее время используются различные индикаторы существующей нагрузки на окружающую среду и человека. Наиболее показательными из них считаются данные о годовых объемах выбросов в атмосферный воздух как в целом, так и по основным загрязняющим веществам, выраженные в расчете на единицу площади и душу населения.

В целом для Беларуси величина показателя выбросов, рассчитанная на единицу площади, составила 7,69 т/км², изменяясь в пределах страны от 5,4 т/км² (Могилевская область) до 13,2 т/км² (Минская область).

Показатели выбросов основных загрязняющих веществ, рассчитанные для страны в целом, представлены в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников на территории Беларуси в 2008 г.

Показатель	Ингредиент			
	SO ₂	NO _x	CO	Твердые частицы
т/км ²	0,32	0,86	4,35	0,41
т/чел.	0,007	0,018	0,093	0,009

Максимальные показатели как на единицу площади, так и на душу населения характерны для оксида углерода.

В пересчете на душу населения показатель выбросов составил 0,16 т/чел. На уровне областей наиболее высокое значение данного показателя установлено для Витебской области (0,2 т/чел.), самое низкое – для Могилевской области (0,14 т/чел.).

8.5 ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

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

- усиливается парниковый эффект;
- выпадают кислотные дожди;
- 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 °C. Такое отклонение от нормы чревато экологической катастрофой. Если 18 тыс. лет назад во времена последнего оледенения Земли достаточно было средней температуре снизиться на 4 °C, 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 дожди 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 озер.

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 воздействием 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, крыш и фасадов зданий, снижение качества выпускаемой продукции. Высокие концентрации в воздухе оксидов серы, азота и углерода ускоряют процессы разрушения строительных материалов и коррозии металлов. Установлено, что в промышленных городах сталь ржавеет в 20, а алюминий в 100 раз быстрее, чем в сельской местности. Считается, что алюминий устойчив к коррозии, по-

скольку на его поверхности образуется исключительно инертная оксидная пленка. Однако при одновременном присутствии в атмосфере SO_2 и высоких концентраций твердых макрочастиц может происходить повреждение поверхности.

Повреждения материалов под действием загрязненного воздуха приведены в таблице 8.3. Аналогичный ущерб наносится жилищно-коммунальному хозяйству городов, объектам социально-культурной сферы, памятникам архитектуры и искусства, находящимся на открытом воздухе. В сельском хозяйстве наблюдается снижение урожайности и продуктивности животноводства.

Таблица 8.3 – Повреждение материалов под действием загрязненного воздуха

Материалы	Тип повреждения	Основные загрязняющие вещества
Металлы	Коррозионное потускнение	Оксиды серы и другие кислые газы
Каменная кладка	Эрозия поверхности и обесцвечивание	Оксиды серы и кислые газы, аэрозоли
Краска	Эрозия поверхности и обесцвечивание	Оксиды серы, сероводород, озон, аэрозоли
Текстильные товары	Уменьшение прочности на разрыв, загрязнение	Оксиды серы и азота, аэрозоли
Красители текстильные	Выцветание, изменение окраски	Оксиды азота, озон
Бумага	Появление хрупкости	Оксиды серы
Кожа	Снижение прочности, шероховатость поверхности	Оксиды серы
Керамические изделия	Изменение внешнего вида	Кислые газы, фтористый водород

8.6 НОРМИРОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

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 атмосферный 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.

При определении допустимых норм учитываются следующие критерии:

- допустимой может быть признана такая концентрация того или иного вещества, которая не оказывает на человека прямого или косвенного вредного воздействия, не снижает его работоспособность, не влияет на самочувствие;
- привыкание (но не адаптация) к вредному воздействию, когда в организме происходят патологические изменения с нарушением каких-либо функций, рассматривается как неблагоприятное воздействие;
- недопустимы такие концентрации веществ, которые влияют на растительность, климат местности, прозрачность атмосферы, бытовые условия населения и т.п.

При обосновании ПДК производится комплексный учет всех признаков вредного воздействия веществ и устанавливается лимитирующий признак вредности. *Лимитирующий признак вредности* – это один из признаков загрязняющего вещества, определяющий преимущественное неблагоприятное воздействие и характеризующийся наименьшей величиной эффективной или неэффективной концентрации. Таким образом, определение концентрации ведется по наиболее чувствительному признаку (запаху, чувствительности глаз и т.п.).

Основанием для установления ПДК является концентрация порогового вредного действия вещества. *Порог вредного действия вещества* – такая минимальная концентрация вещества в окружающей среде, при которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологической адаптации, или возникает скрытая патология.

Содержание примесей в воздухе нормируется отдельно для рабочей зоны и для населенных мест.

ПДК_{р.з.} рабочей зоны (мг/м³) – предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, которая при ежедневной работе в пределах 8 часов в течение всего рабочего стажа не может вызывать у работающих заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования, непосредственно в процессе работы или в отдаленные сроки.

Рабочей зоной следует считать пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, где находятся места постоянного или временного пребывания трудящихся.

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 ПДК_{с.с.} (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.

Обоснованность нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух подтверждается актом инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

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 масса 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 СО, 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 СО – 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.

К **технологическим нормативам выбросов загрязняющих веществ** в атмосферный воздух относятся:

- отраслевые технологические нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- индивидуальные технологические нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Технологические нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух устанавливаются для объектов воздействия на атмосферный воздух, источников выбросов исходя из наилучших доступных технических методов и обязательств по международным договорам Республики Беларусь. Наилучшими доступными техническими методами следует считать технологические процессы, методы, порядок орга-

низации производства продукции и энергии, выполнения работ (оказания услуг), которые обеспечивают уменьшение и (или) предотвращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух по сравнению с применяемыми и являются наиболее эффективными для обеспечения нормативов качества атмосферного воздуха. При этом должна обязательно учитываться экономическая целесообразность и техническая возможность их применения.

Для областей, районов, городов, их территориальных зон, особо охраняемых природных территорий, природных территорий, подлежащих специальной охране, устанавливаются нормативы допустимой антропогенной нагрузки на атмосферный воздух. **Нормативы допустимой антропогенной нагрузки** на атмосферный воздух – величины выбросов загрязняющих веществ от объектов воздействия на атмосферный воздух, установленные для конкретной территории на определенный период времени с учетом необходимости постепенного улучшения качества окружающей среды, обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем и сохранения биологического разнообразия. Эти нормативы разрабатываются с учетом качества атмосферного воздуха территории, нормативов качества атмосферного воздуха, природных особенностей территории, в отношении которой устанавливаются эти нормативы, прогноза выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, обязательств Республики Беларусь по ограничению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, предусмотренных международными договорами Республики Беларусь.

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} – 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.

Уровень загрязнения воздуха считается высоким, если ИЗА превышает 9.

В таблице 8.4 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.

Таблица 8.4 – Сведения по валовым выбросам и ИЗА
некоторых городов РБ

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.

8.7 ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Данные об объемах выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями легкой промышленности приведены в таблице 8.5.

В течение последних лет наблюдается тенденция к снижению выбросов загрязняющих веществ. В общем объеме выброса 36 % составляют выбросы оксида углерода, 29 % – выбросы твердых веществ, 16 % – диоксид серы.

Таблица 8.5 – Объемы выбросов в атмосферу от предприятий легкой промышленности

Наименование загрязняющих веществ	Единицы измерения	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.
Выброшено вредных веществ, всего	тыс. т.	45,4	43,6	41,2	33,9
в том числе:					
твердых веществ	тыс. т.	10,6	11,3	11,1	9,7
жидких и газообразных веществ	тыс. т.	34,8	32,3	30,1	24,2
из них:					
диоксид серы	тыс. т.	9,0	8,2	7,6	5,3
оксид углерода	тыс. т.	17,1	15,8	14,8	12,1
оксиды азота	тыс. т.	5,2	5,1	4,7	4,1
углеводороды (без ЛОС)	тыс. т.	0,2	0,4	0,2	0,2
летучие органические соединения (ЛОС)	тыс. т.	2,6	2,2	2,2	2
Уловлено и обезврежено	%	40,9	41,2	41,4	48,3

Легкая промышленность включает в себя текстильную, швейную, кожевенную, меховую и обувную отрасли. Качественные и количественные характеристики загрязнения воздушной среды предприятиями легкой промышленности зависят от состава их структурных подразделений. Как правило, отдельно рассматриваются выбросы от основного, отделочного, вспомогательного производств и транспорта, используемого на предприятии.

В основном производстве происходят процессы механической обработки волокнистых материалов (рыхление, трепание, прядение, ткачество и др.), раскрой, пошив и обработка готовых изделий из тканей, трикотажных полотен и кожи. При этом выделяется большое количество пыли (взвешенных веществ), отличающейся по происхождению, химическому составу, дисперсности и т.п. Загрязненность воздуха, выделяющегося от основных цехов, зависит от качества перерабатываемого сырья, совершенства технологического процесса и общей культуры производства.

На фабриках первичной обработки шерсти от трепальных машин выделяется минеральная пыль, состоящая из мелких частиц почвы. На производствах по переработке хлопка, льна, пеньки и шелка образуется

пыль органического происхождения. Эта пыль содержит обрывки волокон, шелухи, костры, пуха.

Концентрация пыли на различных участках производств неодинакова. На хлопчатобумажных предприятиях, в сортировочных и чесальных цехах она составляет $2 - 16 \text{ мг/м}^3$, в ткацких и прядильных – $2 - 8 \text{ мг/м}^3$, на камвольных комбинатах у прядильных машин до 7 мг/м^3 .

Самая значительная запыленность воздуха наблюдается в цехах льнопрядильного производства (при сухом прядении льна) – от 8 до 150 мг/м^3 , в цехах льноткацкого производства запыленность воздуха составляет $3,5 - 22 \text{ мг/м}^3$.

Основную массу хлопковой и льняной пыли на предприятиях первичной обработки и текстильных фабриках составляют частицы размером до 4 мкм, имеющие различную форму и содержащие минеральные вещества от 12 до 35 %. Из минеральных элементов в пыли присутствуют Si, Al, Ca, Mg, Na, Fe, Sr, Ni, относящиеся к классу нетоксичных веществ. Органические вещества в пыли достигают 65 – 88 % массы.

Нетоксичная пыль минерального и органического происхождения большинства предприятий легкой промышленности относится к веществам малоопасным, и ее ПДК в зависимости от соотношения компонентов изменяется от 2 до 6 мг/м^3 в рабочей зоне, а в атмосферном воздухе достигает $0,5 \text{ мг/м}^3$.

В таблице 8.6 представлены наиболее часто встречающиеся в основном производстве вещества, их класс опасности и предельно допустимые концентрации.

Содержание свободного диоксида кремния в пыли основных цехов хлопчатобумажных прядильных и ткацких фабрик не превышает 1 – 7 % и постепенно уменьшается по ходу технологического процесса. Лишь в сортировочных цехах и в помещениях, где находятся угароочищающие машины, нередко наблюдается содержание SiO_2 более 10 %. Исходя из этого, для большинства цехов хлопчатобумажных предприятий предельно допустимой концентрацией пыли в воздухе следует считать 4 мг/м^3 .

В прядильных и ткацких цехах льняного и оческового производства содержание свободного диоксида кремния не превышает 3,5 %. Большее количество SiO_2 (до 7,5 %) содержится около чесальных машин. Наибольшее содержание SiO_2 в льняной пыли (более 10 %) обнаруживается в помещениях, где производят обработку тресты и льна-сырца.

С гигиенической точки зрения льняная пыль, как более крупная, менее опасна, чем хлопчатобумажная.

Таблица 8.6 – Характеристика веществ, выделяющихся
от основного производства

Наименование вещества	Класс опасно- сти	ПДК населенных мест, мкг/м ³		ОБУВ, мкг/м ³
		ПДКм.р.	ПДКс.с.	
Пыль неорганическая, содер- жащая менее 20 % двуокиси кремния	3	300	100	
Твердые частицы суммарно	3	300	150	
Твердые частицы фракции: PM 10 PM 2,5	3	150	50	
	3	65	25	
Пыль асбестосодержащая (по асбесту)	1	—	0,06 волокон в мл воздуха	
Пыль крахмала	4	500	300	
Пыль хлопковая	3	200	100	
Пыль ацетатного шелка				40
Пыль вискозного шелка				50
Пыль желатина				150
Пыль капрона				50
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)				30
Пыль полиамида				500
Пыль поливинилхлорида				100
Пыль полипропилена				100
Пыль полиэфирной ненасы- щенной смолы				20
Пыль резины				20
Пыль синтетической кожи				100
Пыль тонко измельченного резинового вулканизата из отходов подошвенных резин				100
Пыль углеродистых волокни- стых материалов на основе гидратцеллюлозных волокон				50
Пыль углеродистых волокни- стых материалов на основе полиакрилонитрильных во- локон (по акрилонитрилу)				30
Масло веретенное, машинное, цилиндровое и др.	3		50	20

Процессы изготовления обуви состоят из ряда технологических операций, при выполнении которых образуются пыль и стружка, причем иногда пылевыведение сопровождается вредными газами. Наиболее значительные пылевыведения происходят в сборочных и подготовительных цехах при обработке деталей обуви.

Отделочные и подготовительные операции (фрезерование, взъерошивание, шлифование, спускание краев деталей верха, чистка изделий, шлифование и фрезерование резиновых пластин, кожаных стелек, вырубание и резка текстильных материалов), а также операции по изготовлению колодок относятся к самым пылящим.

Кроме перечисленных операций, пылевыведения происходят в вырубочных цехах при разрубке материалов для низа обуви, в раскройных цехах при вырубании деталей из кожи с волосяным покровом, в заготовочных цехах при сшивании деталей верха обуви и некоторых других.

В заготовительном цехе обувных фабрик при спускании краев деталей изделий образуется легкая, долго витающая пыль, содержание которой в рабочей зоне может достигать $20 - 30 \text{ мг/м}^3$. В сборочном цехе при фрезеровании уреза подошвы из пористой резины образуется наибольшее количество пыли (до $150 - 290 \text{ мг/м}^3$). Причем пылевые частицы, витающие в воздухе, имеют размер от 0,5 до 2 мкм. При фрезеровании кожи общее количество пыли уменьшается, но в воздухе витает пыль, имеющая размер меньше 2 мкм.

Исследования показывают, что количество пыли в расчете на одну пару обуви в различных операциях производства колеблется от 3 до 10 % ее массы.

Следует отметить, что процесс фрезерования сопровождается не только максимальным пылевыведением, но и газовыведением, происходящим вследствие высоких температур, возникающих под действием трения фрез об обрабатываемые изделия. Наиболее вредными в составе образующегося при фрезеровании дыма являются оксид углерода, стирол и пары акриловой кислоты в количествах, превышающих ПДК в 5 – 15 и более раз. Газовыведение происходит также при взъерошивании, шлифовании, спускании края деталей.

Если на предприятии имеется отделочное производство или отдельные технологические операции, где осуществляются отбеливание, крашение, влажно-тепловая обработка и т.п., в воздух могут выделяться вещества, приведенные в таблице 8.7. Отделочное производство является серьезным источником веществ-загрязнителей окружающей среды, так как здесь применяется большое количество синтетических препаратов и материалов: красителей, аппретов, формальдегидов, фенолов, хлорированных углеродов и других вспомогательных веществ.

Таблица 8.7 – Характеристика веществ, выделяющихся от отделочного производства

Наименование вещества	Класс опасности	ОБУВ, мкг/м ³	ПДК населенных мест, мкг/м ³	
			ПДКм.р.	ПДКс.с.
1	2	3	4	5
Красители органические активные винилсульфоновые		20		
Красители органические активные хлортриазиновые		20		
Красители органические анионные		20 – 30		
Красители органические антрахиновые дисперсные		50		
Красители органические прямые		30		
Красители органические прямые триaziновые		20		
Красители органические трифенилметановые кислотные		50		
Красители трифенилметановые основные		10		
Краситель органический кубовый синий		50		
Краситель органический кислотный синий		1		
Краситель органический трифенилметановый бриллиантовый зеленый		5		
Краситель органический черный для кожи покрывной		30		
Пыль мыльного порошка		100		
Пыль оптического отбеливателя		50		
Уксусная кислота	3		200	60
Формальдегид	2		30	12
Фенол	3		10	7
Хлор	2		100	30
Аммиак	4		200	-

Окончание таблицы 8.7

1	2	3	4	5
Сероводород	2		8	-
Серная кислота	2		300	100
Капролактамы	3		60	-
Бутилацетат	4		100	-
Этилацетат	4		20	-
Толуол (метилбензол)	3		600	300
Растворитель ацетатно-кожеевальный (по этанолу)	3		500	200

Предприятия легкой промышленности не могут функционировать без структурных подразделений, поддерживающих их основные технологические процессы. Для получения тепловой энергии многие предприятия имеют собственную котельную; для поддержания в исправном состоянии оборудования, помещений и т.п. – ремонтно-механические мастерские, строительный цех и т.д. Часто выбросы вредных веществ именно от этих подразделений значительно ухудшают обстановку по загрязнению воздушной среды в целом на предприятии. Например, при наличии на швейном предприятии котельной, выбросы, возникающие при сжигании топлива, могут достигать 97 % от общего объема. В таблице 8.8 приведены наиболее характерные вещества, встречающиеся в выбросах подразделений вспомогательного производства.

Таблица 8.8 – Характеристика веществ, выделяющихся от вспомогательного производства

Наименование вещества	Класс опасности	ОБУВ, мг/м ³	ПДК населенных мест, мг/м ³	
			ПДКм.р.	ПДКс.с.
1	2	3	4	5
КОТЕЛЬНОЯ				
Сера диоксид SO ₂	3		500	200
Азот оксид NO	3		400	240
Азот диоксид NO ₂	2		250	100
Углерод оксид CO	4		5000	3000
Углерод черный	3		150	50
Угольная зола тепло-электростанций	2		50	20
РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ МАСТЕРСКИЕ				
Пыль абразивная		40		
Марганец и его соединения (в пересчете на марганец (IV) оксид)	2		10	5

Окончание таблицы 8.8

1	2	3	4	5
Фтористый водород	2		20	5
Железа оксид	3		200	100
Углерод оксид СО	4		5000	3000
СТРОИТЕЛЬНЫЙ ЦЕХ				
Пыль древесная		400		
Пыль неорганическая (цементная и др.), содержащая двуокись кремния	3			
- более 70 %			150	50
- менее 70 %			300	100
Растворитель древесно-спиртовой марки А (ацетонэфирный) (по ацетону)	4		120	-
Растворитель древесно-спиртовой марки Э (эфирноацетоновый) (по ацетону)	4		70	-
Формальдегид	2		30	12
Фенол	3		10	7

Кроме того, ни одно современное производство не обходится без транспортных средств (таблица 8.9), выхлопные газы которых оказывают существенное влияние на качество атмосферного воздуха.

Таблица 8.9 – Характеристика веществ, выделяющихся от автотранспорта

Наименование вещества	Класс опасности	ПДК населенных мест, мкг/м ³	
		ПДКм.р.	ПДКс.с.
Сера диоксид SO ₂	3	500	200
Азот оксид NO	3	400	240
Азот диоксид NO ₂	2	250	100
Углерод оксид СО	4	5000	3000
Углерод черный	3	150	50
Свинец и его неорганические соединения	1	1	0,3
Бенз(а)пирен	1	—	5 нг/м ³

Следует отметить, что реальные выбросы вредных веществ на предприятиях легкой промышленности значительно более разнообразны, чем представленные выше. Полный перечень и характеристики выделяемых веществ приводятся в экологических паспортах предприятий и проектах ПДВ (НДВ).

8.8 ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

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;
- контрольно-запретительные мероприятия.

8.8.1 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 снижения 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 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, проектируемое 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. Внедрение нового копировально-множительного оборудования при изготовлении калек раскладок лекал в швейном производстве приводит к исчезновению необходимости в печатном участке, где образуются выбросы ацетона и уайт-спирита. 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.

В то же время следует отметить, что зачастую строгое соблюдение технологических режимов и поддержание оборудования в исправном состоянии является не менее эффективным мероприятием по защите атмосферы, чем указанные выше.

8.8.2 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. Различают промышленную и санитарную очистки.

Промышленная очистка – это очистка газа с целью последующей утилизации или возврата в производство отделенного от газа или превращенного в безвредное состояние продукта. Этот вид очистки является одной из стадий технологического процесса.

Санитарная очистка – это очистка газа от остаточного содержания в нем загрязняющего вещества, при которой обеспечивается соблюдение установленных норм ПДК в воздухе населенных мест или производственных помещений. Данный вид очистки производится перед поступлением отходящих газов в атмосферный воздух.

Способы очистки и соответствующее им оборудование очень разнообразны и многочисленны. Ниже приведена классификация современных методов пыле- и газоулавливания (рисунок 8.2).

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.

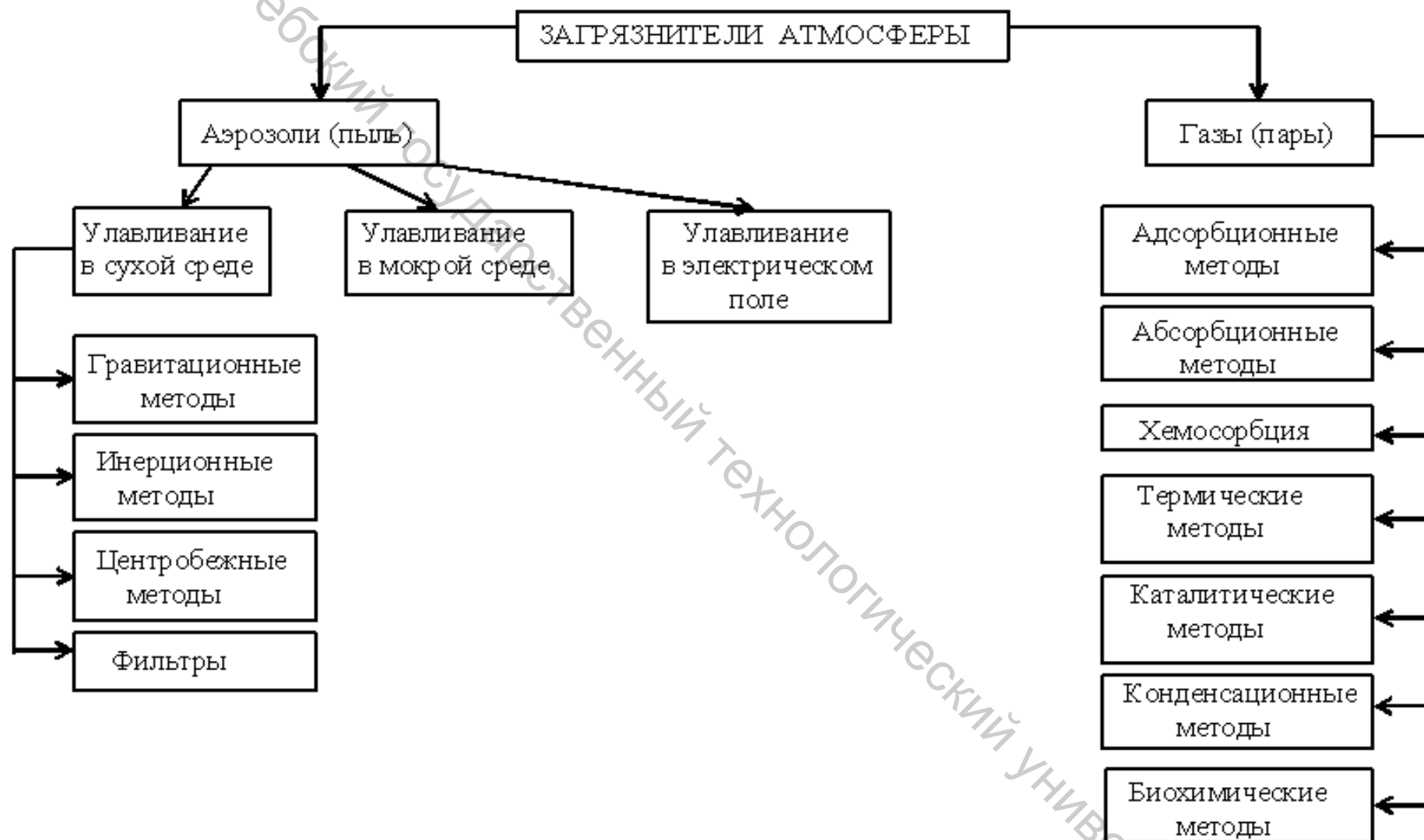


Рисунок 8.2 – Методы пыле- и газоулавливания

Гравитационные пылеуловители. Процесс очистки воздуха от пыли осуществляется в пылеосадительных камерах. Простейшая конструкция пылеосадительной камеры показана на рисунке 8.3. Осаждение пыли здесь происходит под действием силы тяжести, благодаря резкому снижению скорости движения пылевых частиц при переходе из воздуховода в камеру большого объема. Эффективность таких камер невелика, и применяются они для улавливания крупной пыли с размером частиц более 100 мкм.

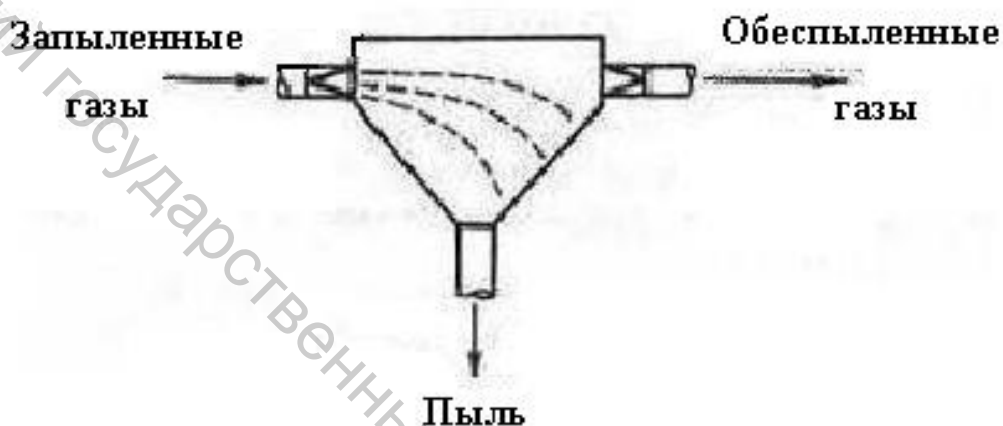


Рисунок 8.3 – Пылеосадительная камера

Инерционные пылеуловители. Очистка от пыли проходит в различных аппаратах в результате изменения направления движения газового потока или установки на его пути препятствия (рисунок 8.4). 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. Указанный способ обеспечивает степень улавливания пыли примерно 50 – 70 %.

К более совершенным инерционным пылеуловителям относятся жалюзийные аппараты (рисунок 8.5). Они имеют жалюзийную решетку, состоящую из рядов пластин или колец. Воздух, проходя через жалюзи, резко меняет свое направление. В результате частицы пыли, содержащиеся в нем, двигаясь по инерции, отделяются от воздушного потока и опадают вниз. Применяются пылеуловители данной конструкции для задержания частиц размером 50 мкм и более.

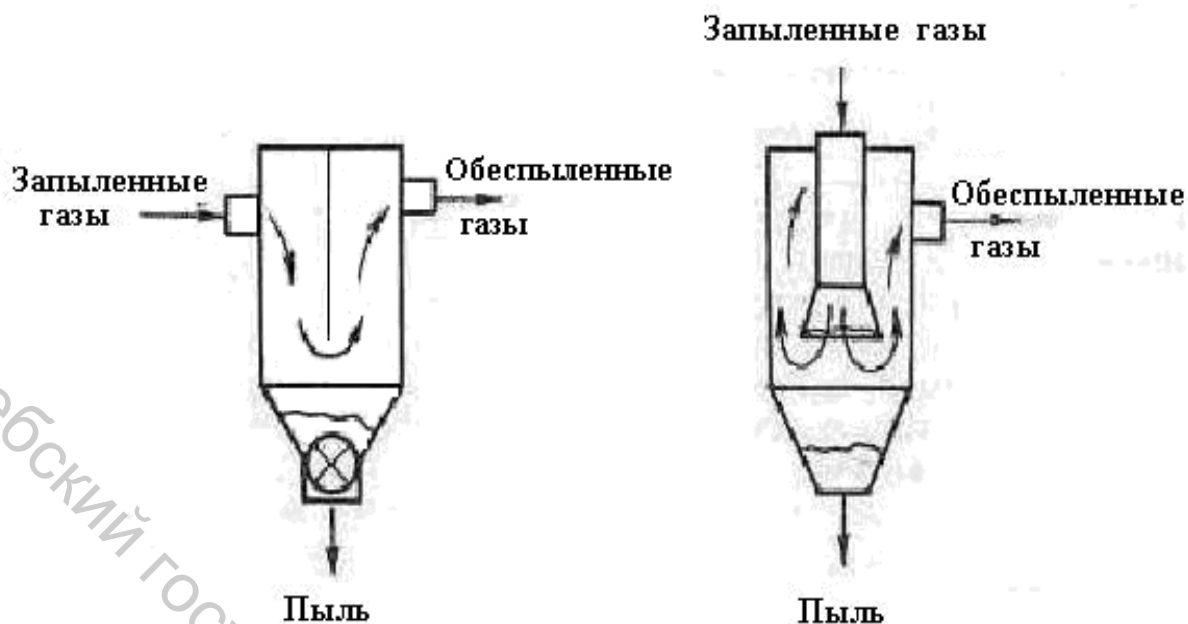


Рисунок 8.4 – Инерционные пылеуловители

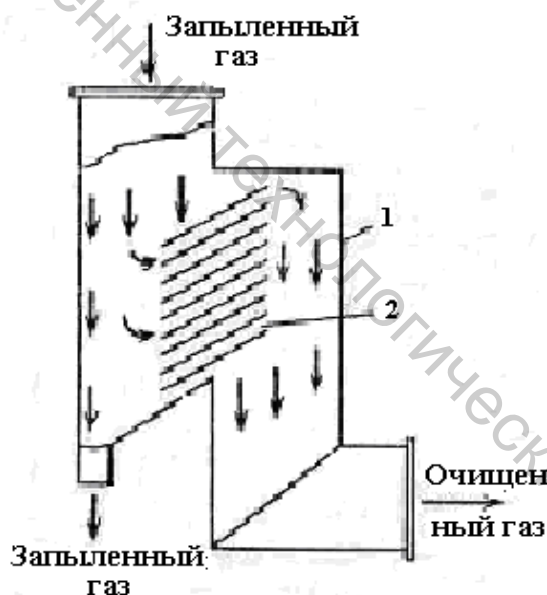


Рисунок 8.5 – Жалюзийный пылеуловитель:
1 – корпус; 2 – решетка

Центробежные пылеуловители. Данный метод пылеулавливания реализуется, как правило, в одиночных, групповых и батарейных циклонах, вихревых и динамических пылеуловителях. Циклонные аппараты наиболее распространены в промышленности (рисунок 8.6). Принцип их работы основан на использовании центробежных сил и заключается в следующем. Газ вращается внутри циклона, двигаясь сверху вниз.

Частицы отбрасываются центробежной силой к стенке.

Обычно в циклонах центробежное ускорение в несколько сот раз больше ускорения силы тяжести, поэтому даже весьма маленькие частицы пыли не в состоянии следовать за газом, а под влиянием центробежной силы движутся к стенке. Эффективность улавливания частиц пыли в циклоне составляет, как правило, 80 % при диаметре 10 мкм и около 60 % при диаметре 2,5 мкм.

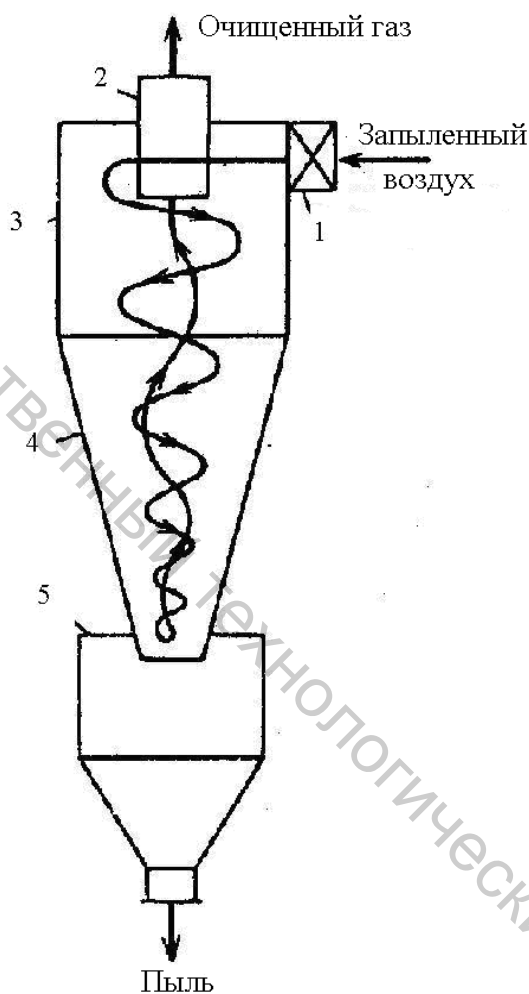


Рисунок 8.6 – Циклон:

1 – входной патрубок; 2 – выходная труба; 3 – цилиндрическая камера; 4 – коническая камера; 5 – пылеосадительная камера

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.

Фильтрующие перегородки разнообразны по своей структуре, но, в основном, состоят из волокнистых или зернистых элементов и условно подразделяются на следующие типы:

- гибкие пористые перегородки – тканевые материалы из природных, синтетических или минеральных волокон; нетканые материалы (войлоки, клеевые, иглопробивные материалы, бумага, картон и т.п.); ячеистые листы (губчатая резина, пенополиуретан, мембранные фильтры);
- полужесткие пористые перегородки – слои волокон, стружка, вязанные сетки, расположенные на опорных устройствах или зажатые между ними;
- жесткие пористые перегородки – зернистые материалы (пористая керамика или пластмасса, спеченные или спрессованные порошки металлов и др.); волокнистые материалы (сформированные слои из стеклянных и металлических волокон); металлические сетки и перфорированные листы.

По конструктивному признаку фильтры делятся на следующие группы:

- ячеиковые (рамочные и каркасные);
- рулонные;
- рукавные.

Наиболее распространенными в промышленности являются рукавные тканевые фильтры (рисунок 8.7). Они используются для улавливания пыли с размером частиц 2 мкм и менее.

В корпусе фильтра устанавливается необходимое количество рукавов, во внутреннюю полость которых подается запыленный воздух. Проходя через фильтрующий материал, воздух освобождается от пыли и выводится из пылеуловителя. Регенерация фильтра производится встряхиванием или импульсами сжатого воздуха, который подается внутрь рукавов сверху.

Рукава изготавливаются из тканей или нетканых материалов. Выбор фильтрующего материала зависит от условий его эксплуатации. В настоящее время существенно расширились возможности использования тканевых фильтров в связи с созданием новых видов волокнистых материалов. При правильной эксплуатации фильтров эффективность очистки может достигать 99 %.

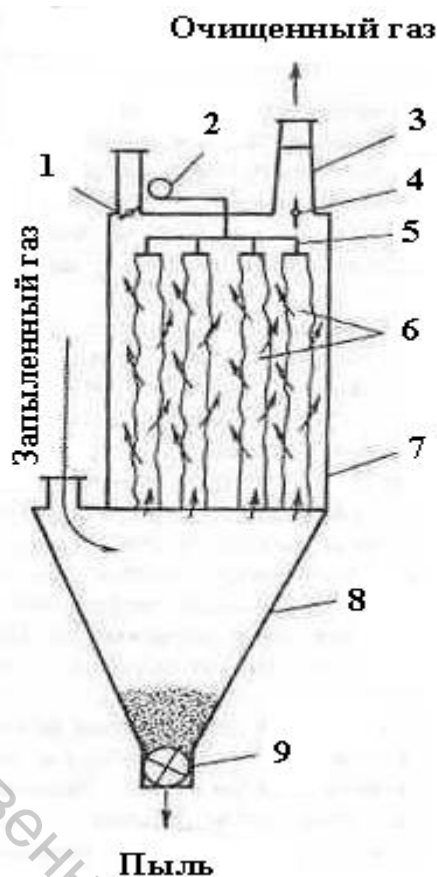


Рисунок 8.7 – Рукавный фильтр:

1, 4 – клапаны; 2 – встряхивающее устройство; 3 – коллектор; 5 – рама; 6 – рукава; 7 – корпус; 8 – бункер; 9 – шнек

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.

Конструкции аппаратов для мокрой очистки отличаются большим разнообразием. Их классифицируют в зависимости от вида поверхности контакта и способа действия. Наиболее часто встречаются:

- форсуночные скрубберы (полые газопромыватели);
- центробежные скрубберы;
- пенные пылеуловители (тарельчатые газопромыватели);
- ротоклоны (газопромыватели ударно-инерционного действия);
- скрубберы Вентури (скоростные газопромыватели).

Форсуночный скруббер представляет собой колонну круглого или прямоугольного сечения, в которой осуществляется контакт между га-

зом и каплями жидкости, поступающими из форсунок (рис. 8.8). Центробежные скрубберы по принципу действия похожи на циклоны (рис. 8.9). В отличие от сухих центробежных пылеуловителей, в мокрых пылеуловителях осуществляется дополнительное орошение газа через форсунки.

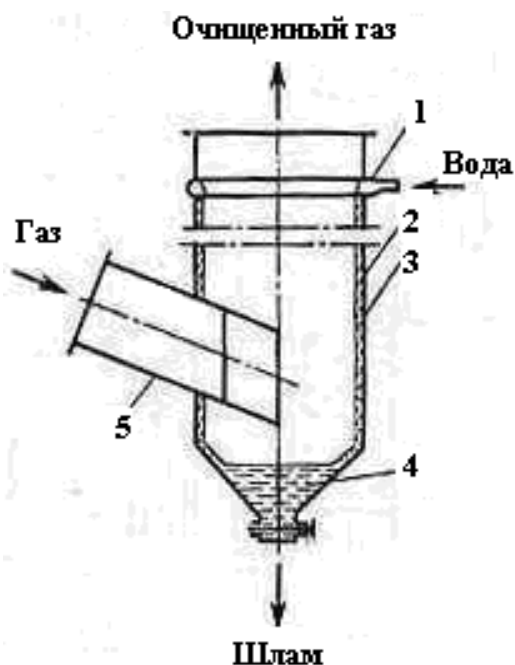
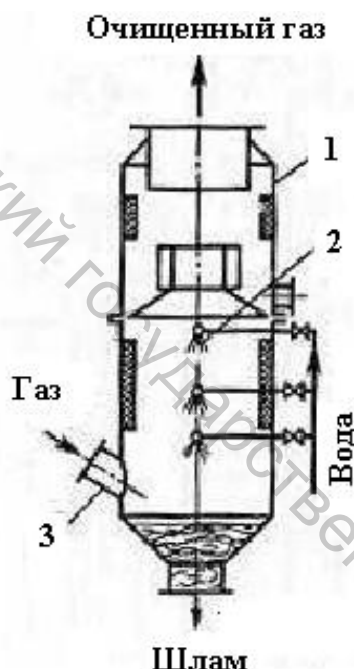


Рисунок 8.8 – Форсуночный скруббер: 1 – корпус; 2 – форсунка; 3 – входной патрубок

Рисунок 8.9 – Центробежный скруббер: 1 – сопло; 2 – пленка жидкости; 3 – корпус; 4 – бункер; 5 – входной патрубок

Пенные пылеуловители (рисунок 8.10) оснащены решетками или тарельчатыми устройствами, на поверхность которых подается вода. Улавливание пыли осуществляется в пенном слое, который образуется при взаимодействии газа и жидкости. Выделяют следующие стадии процесса улавливания:

- инерционное осаждение частиц пыли в подрешеточном пространстве;
- улавливание пыли в пенном слое.

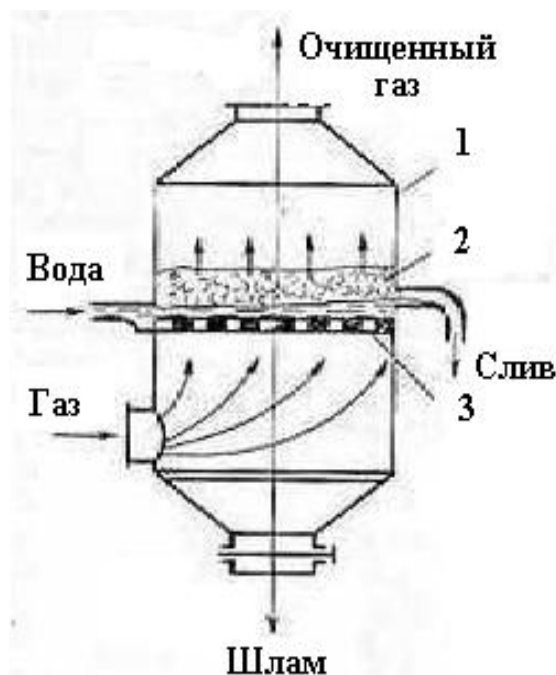


Рисунок 8.10 – Пенный пылеуловитель:
1 – корпус; 2 – слой пены; 3 – решетка

В газопромывателях ударно-инерционного действия – ротоклонах (рисунок 8.11) – контакт газа с жидкостью осуществляется за счет удара газового потока о поверхность жидкости. При этом происходит инерционное осаждение частиц пыли на каплях жидкости. В основе процесса лежит «механизм удара».

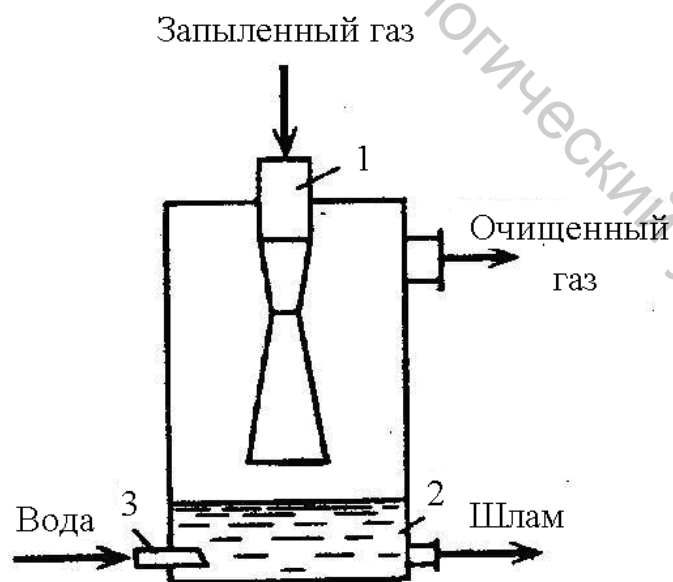


Рисунок 8.11 – Пылеуловитель ударно-инерционного действия:
1 – входной патрубок; 2 – резервуар с жидкостью; 3 – сопло

Скрубберы Вентури состоят из трубы-распылителя для измельчения жидкости под действием воздушного потока, движущегося со скоростью 40 – 150 м/с, и каплеуловителя. В результате высокой скорости в горловине трубы Вентури создается интенсивная турбулизация, которая обеспечивает хорошее перемешивание пылевоздушного потока с тонкораспыленной водой, смачивание пылевых частиц и их коагуляцию (укрупнение). Затем воздушный поток со скоагулированными частицами поступает в пылеуловитель.

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 **электрофилт-ры**. Очистка газов от пыли в них происходит под действием электрических сил. Электрофилт-ры используются для улавливания наиболее мелких частиц пыли размером до 0,01 мкм.

Конструкция электрофилтра содержит коронирующий и осадительный электроды. Наиболее распространены электрофилт-ры с пластинчатыми и трубчатыми электродами. В пластинчатых электрофилтрах между осадительными пластинчатыми электродами натянуты проволочные коронирующие электроды. В трубчатых (рисунок 8.12) – осадительные электроды выполнены в виде цилиндров (трубок), внутри которых по оси расположены коронирующие электроды. К коронирующим и осадительным электродам подводится постоянный ток высокого напряжения.

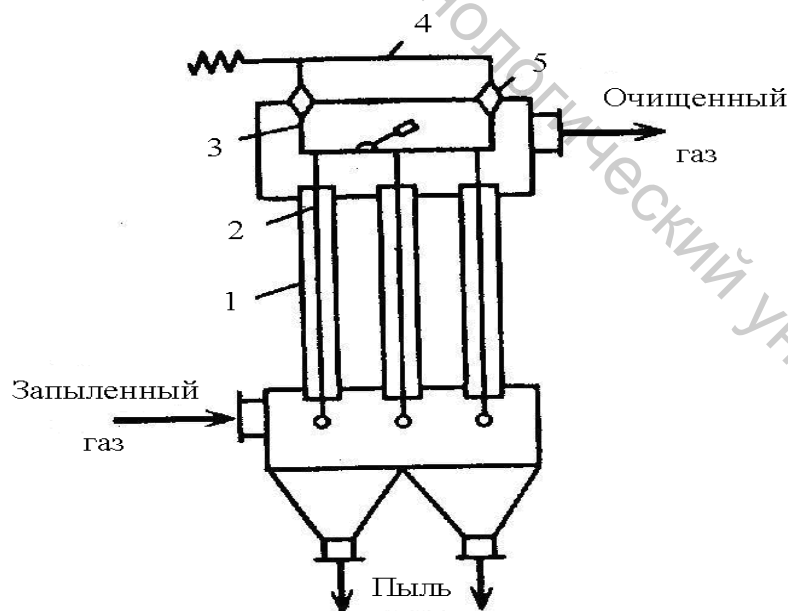


Рисунок 8.12 – Трубчатый электрофилтр:

- 1 – осадительный электрод; 2 – коронирующий электрод;
3 – рама; 4 – встряхивающее устройство; 5 – изолятор

Очищаемый поток газов проходит через пространство между электродами. При этом происходит ионизация молекул газов электрическим разрядом. Образовавшиеся ионы абсорбируются на поверхности пылинок, которые затем под действием электрического поля перемещаются и осаждаются на осадительных электродах. Периодически производится разрушение слоя, накопившейся на электродах пыли и сброс ее в пылесборные бункеры.

Недостатком электрофильтров является высокое потребление электроэнергии и в связи с этим дороговизна.

На предприятиях легкой промышленности применяются преимущественно сухие механические пылеуловители. Это обусловлено характером выделяющейся пыли и простотой конструкции данных устройств. Однако предприятия, связанные с переработкой льноволокна, вынуждены прибегать к мокрому пылеулавливанию, так как льняная пыль является пожаро- и взрывоопасной. Электрофильтры в легкой промышленности не применяются.

В зависимости от способа улавливания (сухое и мокрое), природы, количества, физико-химических свойств, концентрации потенциально полезного компонента, его токсичности и ряда других показателей промышленную пыль подвергают рекуперации или ликвидации. Наиболее рациональным методом является рекуперация пылей.

Рекуперация – процесс извлечения ценных веществ или энергии, участвующих в технологическом процессе, для повторного использования в производстве, что снижает количество отходов при получении конечного продукта.

Возможными путями использования промышленных пылей являются:

- использование в качестве целевых продуктов;
- возврат в производство, в технологии которого происходит образование данного вида пыли;
- переработка в другом производстве с целью получения товарной продукции;
- использование в производстве строительных материалов;
- обработка сточных вод, переработка с извлечением ценных компонентов;
- сельскохозяйственное использование (в отдельных случаях в качестве удобрений);
- утилизация в процессах, где используются некоторые физико-химические свойства пылевидных материалов.

На предприятиях легкой промышленности уловленная пыль повторно используется редко, хотя исследования показывают, что она содержит ценные вещества. Например, льняная пыль, которая образуется на мяльно-трепальных агрегатах и чесальных машинах после удаления

из нее мелких волокон и костры, при химической переработке дает до 20 % воска, 2,5 % азота, 0,76 % калия и 0,4 % фосфорной кислоты от общей массы.

Кожевенная пыль содержит до 7 % азота. Наиболее простым способом ее использования является внесение в почву под посевы картофеля и корнеплодов. Однако наличие солей тяжелых металлов и других токсичных веществ, в частности, солей хрома, ограничивает ее применение. Кроме того, данный вид пыли применяют в качестве наполнителя при производстве пластика типа линолеума, искусственной кожи для стелек и других изделий путем прессования со связующими веществами – смолами, клеями.

Одним из путей применения пылей, образующихся в технологических процессах легкой промышленности, является их вложение в определенных пропорциях в бумажные и кожевенные картоны, другие композиционные материалы. Кроме того, пыли можно сжигать в целях получения тепловой энергии.

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*.

Процесс абсорбции протекает тем быстрее, чем больше поверхность раздела фаз «газ – жидкость», турбулентность потоков и коэффициенты диффузии. Поэтому особое внимание в абсорберах уделяется организации контакта газового потока с жидким растворителем. Контакт может осуществляться:

- пропуская газ через насадочную колонну;
- распылением жидкости;
- барботажом газа через слой абсорбирующей жидкости.

В зависимости от реализуемого способа контакта газ – жидкость различают следующие виды абсорберов:

- насадочные башни;
- форсуночные и центробежные скрубберы, скрубберы Вентури;
- барботажно-пенные, тарельчатые и другие скрубберы.

В насадочной камере насадка заполняет внутреннюю полость колонны и предназначена для увеличения поверхности жидкости, растекающейся по ней в виде пленки. В качестве насадки используют кольца с перфорированными стенками и др. из керамики, пластмасс, металла. Насадка химически инертна.

Аппараты конструктивно похожи на скрубберы, отличаются составом жидкой фазы и способом ее обработки.

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 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 (сил Ван-дер-Ваальса), 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.

В адсорберах очищаемый поток пронизывает слой адсорбента. При этом вредные газы и пары связываются с адсорбентом и впоследствии могут быть выделены из него путём десорбции.

Конструктивно адсорберы выполняются в виде вертикальных, горизонтальных либо кольцевых ёмкостей, заполненных пористым адсорбентом, через который фильтруется поток очищаемого газа.

В адсорберах периодического действия фильтрация газа происходит через неподвижный слой адсорбента, который меняется после насыщения улавливаемым веществом. Эти адсорберы наиболее распространены. В них период контактирования очищаемого газа с твёрдым адсорбентом чередуется с периодом регенерации адсорбента.

Существуют также адсорберы непрерывного действия, в которых адсорбент медленно перемещается. Движение сорбента под действием силы тяжести или в восходящем потоке очищаемого воздуха позволяет полнее использовать адсорбционную способность сорбента, организовать процесс десорбции, упростить условия работы оборудования. Недостатком этого метода являются значительные потери сорбента за счет ударов частиц друг о друга и истирания о стенки аппарата.

Метод хемосорбции основан на поглощении газов и паров твердыми и жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений. Для проведения очистки мето-

дом 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. Они применимы для обезвреживания практически любых паров и газов, продукты горения которых менее токсичны, чем исходные вещества. Различают три схемы термической нейтрализации газовых выбросов: прямое сжигание в пламени, термическое окисление и каталитическое сжигание.

Прямое сжигание в пламени и термическое окисление осуществляются при температуре 600 – 800°С в топках печей или факельных горелках. 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. С целью увеличения поверхности контакта их наносят на пористые или непористые материалы различной формы (решетки, сетки, ленты).

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 8.13.

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.

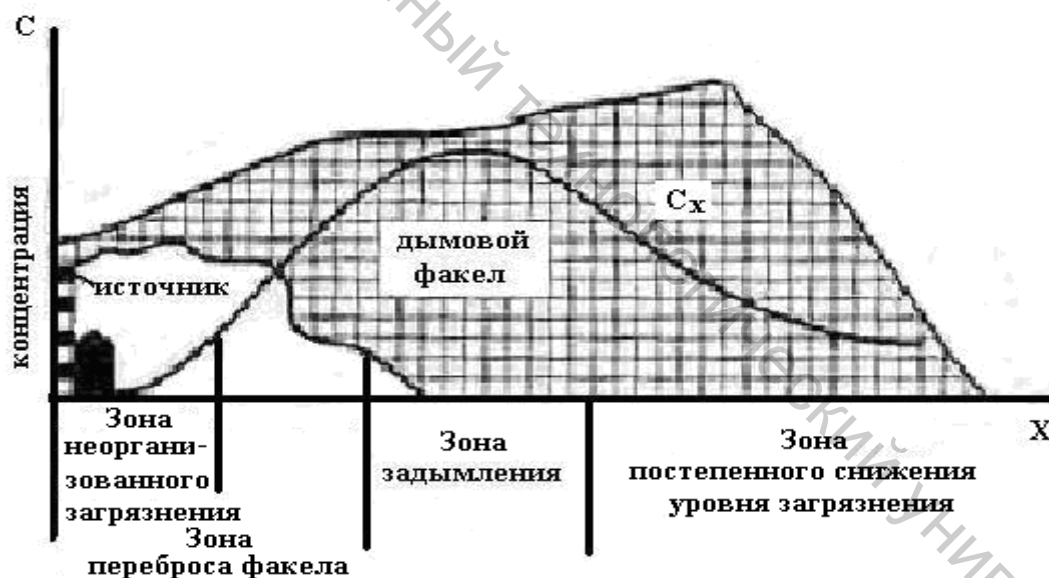


Рисунок 8.13 – Распределение концентрации примесей в атмосфере от организованного высокого источника выбросов

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.

8.8.3 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

- 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.

8.8.4 Контрольно-запретительные мероприятия

К контрольно-запретительным мероприятиям относятся: установление предельно допустимых концентраций, нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ и вредных физических воздействий, инвентаризация выбросов, контроль источников загрязнения атмосферы, запрещение 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 качества воздуха, 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 нормы и правила 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.

Запрещается увеличение производительности технологических

агрегатов, сопровождающееся увеличением объема отходящих газов или концентрации в них вредных примесей, без одновременной реконструкции газопылеулавливающих установок.

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 Белстандартом лаборатории. Основной конечной целью проведения инвентаризации является определение массового выброса вредных веществ из каждого источника (г/с).

Массовый выброс вредных веществ определяют инструментальными, инструментально-лабораторными, индикаторными и расчетными методами.

Инструментальный метод основан на использовании автоматических газоанализаторов, непрерывно измеряющих концентрации примесей в выбросах контролируемых источников.

При использовании инструментально-лабораторных методов вначале отбираются пробы отходящих газов от источников загрязнения, а затем они анализируются в лаборатории на соответствующих приборах.

Индикаторный метод основан на использовании селективных индикаторных элементов (колористических трубок), изменяющих свою окраску в зависимости от концентрации примеси отходящих выбросов. Этот метод используется для экспресс-анализа и предварительной оценки концентрации примесей в отходящих газах.

Расчетный метод применяется для определения массового выброса загрязняющих веществ по данным о составе исходного сырья и топлива, технологическом режиме, степени очистки газов газопылеулавливающим оборудованием и т.п. Расчет ведется по эмпирическим зависимостям либо по удельным выбросам вредных веществ на единицу производимой продукции, использованного сырья, топлива и т.п.

Расчетный метод целесообразно использовать для предварительной оценки экологичности производства, сравнения его с другими аналогичными производствами при проведении экологической экспертизы, а также в случае невозможности или экономической нецелесообразности прямых измерений.

Контроль за соблюдением НДВ осуществляется систематически по графику предприятием-природопользователем в соответствии с Инструкцией о порядке проведения локального мониторинга окружающей

среды юридическими лицами, осуществляющими эксплуатацию источников вредного воздействия на окружающую среду, Инструкцией об организации производственного контроля в области охраны окружающей среды, а также соответствующими органами государственного надзора.

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

Глава 9. ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

9.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА 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 атмосферу.

- 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.

9.2 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 9.1). 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.

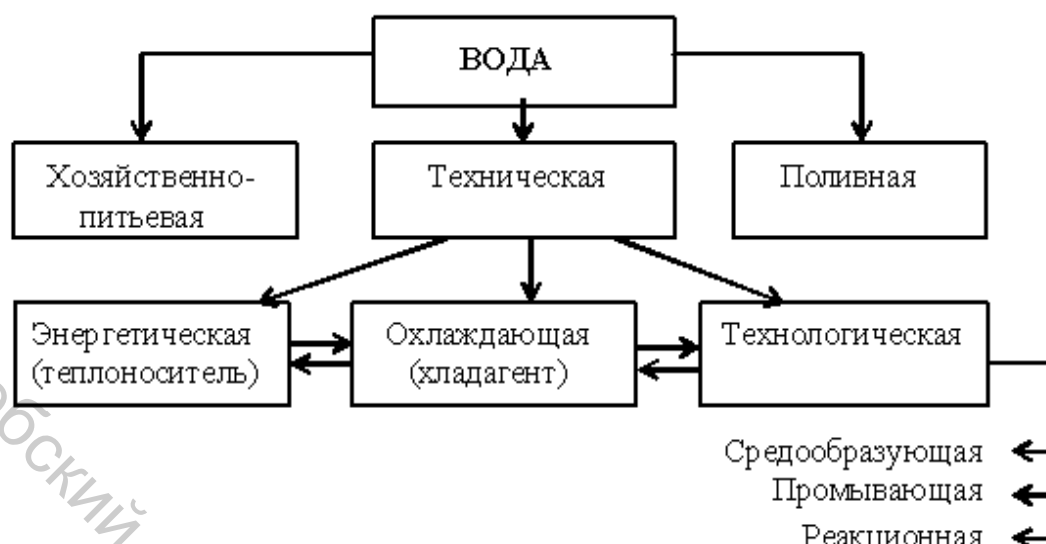


Рисунок 9.1 – Классификация вод по целевому назначению

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. Для производства 1 кг молока затрачивается 4 т воды, а 1 кг мяса – 25 т.

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 быту вода используется на хозяйственно-бытовые и питьевые нужды. Расход воды на одного городского жителя в мире составляет примерно 55 м³ в год, сельского жителя – 18.

Вода становится все более скудным и поэтому более ценным ресурсом. Однако это не вызвано тем, что воды на планете стало меньше. За последние 100 лет население увеличилось втрое, в то время как потребление воды за тот же период возросло в 7 раз. В результате с 1970 г. доступное количество воды на душу населения сократилось на 40 %.

9.3 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 их первоначальный химический состав и физические свойства, 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,

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.

Антропогенное воздействие на природную воду приводит к ухудшению ее качества:

- снижается рН пресных вод;
- увеличивается содержание ионов кальция, магния, кремния в подземных и речных водах, т.е. повышается жесткость воды;
- растет содержание солей и ионов тяжелых металлов (свинца, кадмия, ртути, мышьяка и цинка), а также фосфатов, нитратов, нитритов и др.;
- повышается содержание в водах органических соединений;
- уменьшается содержание кислорода в природных водах, прежде всего в результате повышения его расхода на окислительные процессы, связанные с самоочищением водоемов;
- снижается прозрачность воды в водоемах и т.д.

9.4 ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БЕЛАРУСИ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Ресурсы поверхностных вод Беларуси, определяющиеся суммарным стоком рек, оцениваются в 58 км^3 в год. Большая часть речного стока (64%) формируется в пределах республики, приток воды с соседних государств (России и Украины) – 36 %. Таким образом, местные ресурсы речных вод составляют $36,4 \text{ км}^3$.

Реки республики Беларусь принадлежат к бассейнам двух морей: Балтийского (44 % территории) и Черного (56 %). Из общего числа рек и ручьев (20,8 тысяч) суммарной протяженностью 90,6 тыс. км абсолютное большинство водотоков (93 %) относится к малым равнинным

рекам. Статус достаточно крупных рек, длина которых более 500 км, имеют только семь рек – Западная Двина, Неман, Виляя, Днепр, Березина, Сож и Припять.

В границах Беларуси насчитывается около 11 тысяч озер. Наиболее крупные и глубокие из них расположены в бассейнах рек Западной Двины и Немана. Суммарная площадь зеркала всех озер республики составляет почти 2 тыс. км², а общий объем воды, аккумулированной в них, оценивается в 6 – 7 км³. Около 75 % всех водоемов имеют площадь менее 0,1 км². Озер, которые могут быть отнесены к достаточно крупным водоемам (площадь зеркала более 20 км²), всего 9. Среди них оз. Нарочь (80 км²), оз. Освейское (52,8 км²), оз. Червоное (43,6 км²). Озера Беларуси играют огромную роль в удовлетворении промышленных и бытовых нужд.

В Беларуси сооружено 136 водохранилищ, суммарный объем которых составляет 2,9 км³. Наибольшее количество водохранилищ создано в бассейнах Припяти и Днепра. Водоохранилища компенсируют неравномерность внутригодового распределения стока природных вод.

Использование водных ресурсов включает в себя забор природных вод из подземных и поверхностных источников, их распределение по отраслям экономики и отведение сточных вод на очистные сооружения с последующим сбросом в водоемы и водотоки. Комплексный учет ежегодных объемов водозабора и водоотведения как по стране в целом, так и по областям, городам, бассейнам рек, отраслям экономики, министерствам и ведомствам ведется в рамках государственного водного кадастра.

Общая характеристика использования природных вод в Беларуси приведена в таблицах 9.1, 9.2.

Таблица 9.1 – Использование воды в Республике Беларусь, млн. м³ в год

Показатель	2000	2003	2004	2005	2008
Забрано воды	1883	1832	1791	1773	1638
Использовано воды	1837	1797	1759	1706	1410
На нужды:					
хозяйственно-питьевые	782	785	767	750	573
производственные	529,4	456	469	441	423
орошение	5	12	8	6	5
сельхозводоснабжение	155	134	125	121	109

Таблица 9.2 – Забор воды из природных источников по областям РБ, млн. м³ в год

Область	2000	2003	2004	2005	2008
Брестская	238	265	256	272	272
Витебская	258,6	235	242	225	201
Гомельская	311,4	299	296	283	246
Гродненская	185,2	174	168	162	150
Минская без г. Минска	306,4	323	317	324	297
г. Минск	364,2	306	326	328	305
Могилевская	219	195	186	179	167
Итого по Беларуси	1837	1797	1791	1773	1638

В целом по республике наблюдается тенденция к сокращению объемов забора и использования воды из природных источников. Однако в последние годы водопотребление в стране изменяется незначительно.

Основным потребителем воды в республике является сектор жилищно-коммунального хозяйства и бытового обслуживания, на долю которого приходится около 47 % общего водопотребления. В промышленности и сельском хозяйстве на различные нужды используется примерно 27 % и 8 % соответственно. Остальные 18 % общего объема используемой воды удовлетворяют потребности рыбного хозяйства.

Потребление питьевой воды на душу населения в городах страны составляет в среднем 220–320 л/сут./чел., что существенно выше, чем в большинстве стран Европы (120–150 л/сут./чел.). Несмотря на достаточно мощные запасы пресной воды в Беларуси, обеспеченность пресной чистой водой составляет не более 67 %, и в настоящее время наметилась тенденция к увеличению ее дефицита. Проблема чистой воды становится одной из самых крупных в связи с возрастающим химическим загрязнением природных вод.

Загрязнение водного бассейна оказывает существенное влияние на экологическую обстановку в республике. Динамика поступления сточных вод в поверхностные водоемы представлена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Сброс сточных вод в водные объекты, млн. м³

Отрасли	2000	2003	2004	2005	2006
Всего	1173	1143	1138	1124	1059
Промышленность:	318	211	220	207	186
в т.ч. электроэнергетика	107	82	91	80	65
нефтеперерабатывающая	30	33	33	37	32
химическая и нефтехимическая	136	75	71	71	69
Жилищно-коммунальное	708	774	761	761	713

хозяйство					
Сельское хозяйство	145	157	156	154	159

В 2008 году в поверхностные водные объекты было сброшено 990 млн. м³ сточной воды. Таким образом, наблюдается постепенное снижение объемов стоков.

Основной объем сточных вод образуется в сфере жилищно-коммунального хозяйства и составляет примерно 67 % от общего объема. На промышленность и сельское хозяйство приходится соответственно 18 % и 15 % стоков.

Проблема загрязнения поверхностных вод остается актуальной практически для всей территории Беларуси. Большая часть водоемов и рек относится к классу умеренно загрязненных. 7 из 163 наблюдаемых створов характеризуются как загрязненные. Шесть таких створов располагается в бассейне реки Днепр.

Максимальное количество бытовых и производственных сточных вод сбрасывается в водные объекты г. Минска и Гомельской области. Наибольшее количество загрязненных без очистки и недостаточно очищенных сточных вод сбрасывается в бассейны рек Днепр и Свислочь. Наиболее опасными в сточных водах являются соли тяжелых металлов, аммонийный и нитратный азот, фенолы, нефтепродукты, органические загрязнения.

В природные водные объекты в составе сточных сбрасывается ежегодно около 13,4 тыс. т взвешенных веществ; 9,7 – органических веществ; 77,6 – хлоридов; 64,0 тыс. т сульфатов; 37,7 т цинка; 14,9 т меди; 9,8 т никеля. Наряду с указанными веществами, в реки и водоёмы сбрасываются: свинец (1,34 т), содержащийся в сточных водах Брестской, Гомельской и Могилёвской областей; кобальт (0,19 т), зафиксированный в сточных водах Могилёвской и Гомельской областей; фториды (8,11 т), выявленные в сточных водах Гомельской области, а также фенолы (3,39 т), зафиксированные преимущественно в сточных водах Гомельской и Могилёвской областей.

9.5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Легкая промышленность относится к отраслям, потребляющим значительное количество воды. Вода широко используется в процессах переработки сырья (шерсти, льна, шелка, хлопка, кожи, меха) и отделки изделий натурального и искусственного происхождения. В текстильной, трикотажной, кожевенной, меховой отраслях применяются сложные высокоразвитые водные технологические системы. В таблице 9.4 при-

ведена общая характеристика водопотребления и водоотведения на предприятиях легкой промышленности.

В текстильной промышленности водопотребление на 1 тонну продукции составляет в среднем 200 – 220 м³ воды. На производство одной хлопчатобумажной рубашки расходуется около 2,5 – 3 м³ воды. Основная часть ее требуется для выращивания хлопка, остальное количество – на процессы мокрой обработки.

Расход воды для проведения основных технологических процессов на кожевенных заводах колеблется от 60 до 100 м³ на 1 тонну кожсырья. Кожевенный завод с водопотреблением 10 тыс. м³ в сутки эквивалентен городу с населением 300 тыс. жителей.

Таблица 9.4 – Водопотребление и водоотведение
в легкой промышленности

Показатель	Ед. изм.	2000	2001	2002	2003
Использовано воды, всего	млн. м ³	143,3	138,4	128,7	119,5
Водоотведение в поверхностные водоемы, всего	млн. м ³	101,3	93,8	81,2	70,3
В том числе:					
загрязненных сточных вод	млн. м ³	86,8	80,7	69,6	64,0
из них без очистки	млн. м ³	6,6	6,3	5,2	5,7
нормативно чистых	млн. м ³	1,4	0,9	1,0	0,9
нормативно очищенных	млн. м ³	13,1	12,2	10,6	5,4

Водные технологические системы (ВТС), применяемые в легкой промышленности, весьма разнообразны и отличаются структурой, количеством используемой воды, свойствами образующихся сточных вод. В некоторых отраслях (текстильная, трикотажная) используются значительные массы воды, имеющие, как правило, невысокие концентрации лимитирующих загрязнителей. Наибольшее количество воды используется в промывочных процессах (до 70 % общей массы потребляемой воды). В производствах первичной обработки шерсти, кожи, меха, напротив, удельные расходы воды незначительны, но вода имеет высокую концентрацию загрязнителей.

Водопотребление текстильного предприятия существенно возрастает, если в его структуру входит отделочное производство. Отделочные операции являются основными потребителями воды и используют ее в количестве более 70 % от всей поступающей на предприятие воды.

Потребление воды зависит также от ассортимента выпускаемой продукции. Удельный расход воды на тонну хлопчатобумажных тканей составляет до 200 – 210 м³/т, для шелковых – от 100 до 180 м³/т, для шерстяных – до 300 – 400 м³/т. Тяжелые ткани, как правило, требуют большего потребления воды, чем легкие.

Вода в каждом отдельном случае может быть теплоносителем, увлажнителем воздушной среды, растворителем и поглотителем различных веществ, а также средой, транспортирующей механические примеси. В отдельных случаях вода может использоваться комплексно для различных технологических целей.

В качестве растворителя вода используется для приготовления моечных растворов на фабриках первичной обработки шерсти; мочильных или варочных растворов на заводах первичной обработки лубяных волокон; отбеливающих, красильных и отделочных растворов на текстильных и трикотажных производствах; отмочно-зольных, дубильных и аппретурных растворов в кожевенной промышленности; технологических растворов при обработке шубного и пушно-мехового сырья в меховой промышленности.

В таблице 9.5 представлены требования к качеству исходной воды, используемой для технологических нужд характерных производств легкой индустрии.

Таблице 9.5 – Требования к качеству исходной воды, используемой на технологические нужды легкой промышленности

Отрасль	Предельно допустимые показатели				
	Общая жесткость, мг-экв./л	Железо, мг/л	Взвешенные вещества, мг/л	Плотный остаток, мг/л	pH
Меховая	3 – 7	0,8	8 – 10	–	6 – 7
Кожевенная	2,5 – 7	0,3 – 0,5	–	–	–
Первичная обработка шерсти	2,5	0,5	–	–	–
Производство искусственных кож	1,5	–	30 – 200	2,5 – 3,5	6,5 – 7,5
Хлопчатобумажная, трикотажная,					

шелковая, имеющие красильно-отделочное производство	5	0,1	8	—	6,5–8,8
---	---	-----	---	---	---------

Из данных, представленных в таблице 9.5, видно, что, как правило, для подпитки водных технологических систем предусматривается использование воды по качеству ниже, чем качество питьевой воды. Поэтому в ряде случаев, особенно при дефиците питьевой воды, для подпитки в отделочных производствах успешно применяют обычную речную воду непитьевого качества.

Большие объемы использования воды в технологических процессах легкой промышленности влекут за собой образование значительного количества сточных вод (табл. 9.4). По усредненным данным, среднегодовое количество сточных вод, выпускаемых в водоемы, на единицу продукции составляет:

- для льнокомбинатов бытовых тканей – $267 \text{ м}^3/\text{т}$;
- для льнокомбинатов технических тканей – $43 \text{ м}^3/\text{т}$;
- для комбинатов шелковых тканей из искусственных и синтетических нитей – $273 \text{ м}^3/\text{т}$.

В структуре сброса сточных вод в поверхностные водоемы преобладают загрязненные сточные воды (91 %). С производственными сточными водами транспортируется свыше 95 % различных примесей и твердых отходов.

В зависимости от вида стоки могут быть инертными, токсичными, стабильными и нестабильными, что обуславливает степень их отрицательного воздействия на состояние окружающей природной среды.

Сточные воды кожевенных заводов и меховых фабрик представляют собой многокомпонентную гетерогенную смесь, в которой содержатся высокие концентрации взвешенных веществ: кусочки мездры, шерсть, мелкий волос, сало, песок, известь, излишки используемых химических материалов, которые поступают в воду после промывки сырья и зольения. Это влечет за собой образование большого количества осадков при очистке сточных вод. Выпавший осадок содержит органические примеси в количестве 55 – 80 % общей массы сухого вещества, а также много хрома, жира, СПАВ, сульфидов, сульфатов бактериальных и биологических загрязнений.

Наибольшее негативное воздействие на водные объекты оказывают сточные воды, образующиеся в процессе дубления кож, так как в них содержатся взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, соединения фосфора и азота, нитраты, СПАВ, жиры, алюминий, сероводород, метанол, формальдегид и другие вредные вещества. С отработанными дубильными растворами при хромовом дублении выносятся до 25 % оксида хрома.

Определяющую роль при формировании общего стока трикотажных фабрик играют стоки красильно-отделочных цехов, обуславливающие общую массу и характер загрязнений. В них содержатся разнообразные растворенные и нерастворенные примеси органического и минерального происхождения. Это такие отходы производства, как ветошь, волокна, смытая шлихта, волос от стрижки искусственного меха, а также отходы применяемых реактивов и красителей. При этом основное значение в формировании состава сточных вод красильно-отделочных фабрик имеют текстильно-вспомогательные вещества: растворы солей и кислот, растворенные и коллоидно-дисперсные красители, высокомолекулярные синтетические поверхностно активные вещества (СПАВ) и отделочные препараты. Потери красителей со сточными водами в процессе крашения на трикотажных фабриках достигают 40 %, а других текстильно-вспомогательных веществ – до 50–90 %.

На фабриках первичной обработки шерсти промывают шерсть и выделяют из сточных вод шерстяной жир в виде товарного продукта, пригодного для выработки медицинского ланолина. Сточные воды здесь образуются как от собственно промывки шерсти, так и от вспомогательных операций и производств: карбонизации мытой шерсти, обработки отходов производства, химической станции, цеха добычи шерстного жира и промывки оборудования. При обработке сточных вод в зависимости от применяемых методов очистки образуется 10–50 % осадков от объема обработанных стоков. Осадок содержит 25–65 % песка, 15–20 % волокна, 5–10 % шерстного жира.

Предприятия текстильной промышленности имеют три основных водных потока – стоки красильно-отделочного, мерсеризационного и промывочного процессов. Наибольшее количество сточных вод с особенно сложным составом образуется в красильно-отделочном производстве. Специфика сточных вод красильно-отделочных предприятий хлопчатобумажной промышленности, например, заключается в том, что они содержат красители (сернистые, кубовые, прямые, активные) общей концентрацией 50–60 мг/л, СПАВ (неионогенные, анионоактивные) общей концентрацией 45–55 мг/л. Кроме того, в сточной воде содержатся нецеллюлозные примеси хлопка, волокно, шлихта, замасливатели, отходы разнообразных органических и минеральных текстильных вспомогательных веществ. Данный сток токсичен и сложен по физико-химическому составу. Сточные воды отбельно-мерсеризационных цехов содержат ионы натрия и имеют повышенную щелочность.

Примеси, содержащиеся в стоках предприятий легкой промышленности, неблагоприятно влияют на биологическую жизнь водоемов: замедляют процессы самоочищения, оказывают токсичное воздействие на водные организмы.

Например, СПАВ ухудшают естественную аэрацию водоемов вследствие характерного для них свойства пенообразования, способствуют повышению растворимости в воде водоема загрязняющих веществ, так как разрушают поверхностное натяжение воды. Кроме того, СПАВ растворяют липиды клеточных мембран организмов, что приводит к проникновению в них посторонних химических веществ.

Важное значение для водоемов имеет pH воды. Сброс кислых сточных вод и снижение pH с 6 до 4,7 приводит к массовой гибели пресноводных рыб, раковинных моллюсков, водорослей и планктона.

Выраженное нарушение жизнедеятельности гидробионтов происходит под действием ионов тяжелых металлов. Наиболее токсичными являются ртуть, медь, затем идут кадмий, цинк, свинец, хром, никель, кобальт. Как известно, эти вещества входят в состав красителей, используемых в отделочном производстве. Поэтому они присутствуют в сточных водах, сбрасываемых в водоемы от этого производства.

СПАВ и красители в большинстве случаев являются биохимически стойкими соединениями, окисление которых происходит крайне медленно. Поэтому рассматриваемые сточные воды следует очищать перед сбросом в водоемы.

9.6 НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ

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 водопользования, 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 нормируемые значения для следующих параметров 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 9.6.

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.

Таблица 9.6 – 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°C по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
Водородный показатель (pH)	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	

Окончание таблицы 9.6

1	2	3
Биохимическое потребление кислорода (БПК 5)	Не должно превышать при температуре 20°C:	
	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	

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 O_2 /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 записывается с индексом, обозначающим количество суток, в течение которых шло окисление: $БПК_5$, $БПК_{10}$ и т.д. Причем, $БПК_5 < БПК_{10}$. С увеличением индекса БПК стремится к какой-то предельной величине. Эту максимальную величину называют полной биохимической потребностью ($БПК_n$). 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 O_2 /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 $БПК_n/ХПК$ 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.

На очистных сооружениях предприятий также осуществляется контроль состава исходных и очищенных сточных вод, который заключается в измерении:

- органолептических показателей воды;
- температуры;
- рН среды;
- содержания грубодисперсных (взвешенных) веществ;
- химического потребления кислорода (ХПК);
- количества растворенного в воде кислорода;
- биохимического потребления кислорода (БПК);
- концентрации вредных веществ, для которых существуют нормируемые значения ПДК.

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.

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

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

$C_{ст}$ – 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.

9.7 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 утилизировать.

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

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 9.2, б). Особенно часто такой способ встречается в отделочном производстве при промывке или крашении продукции.

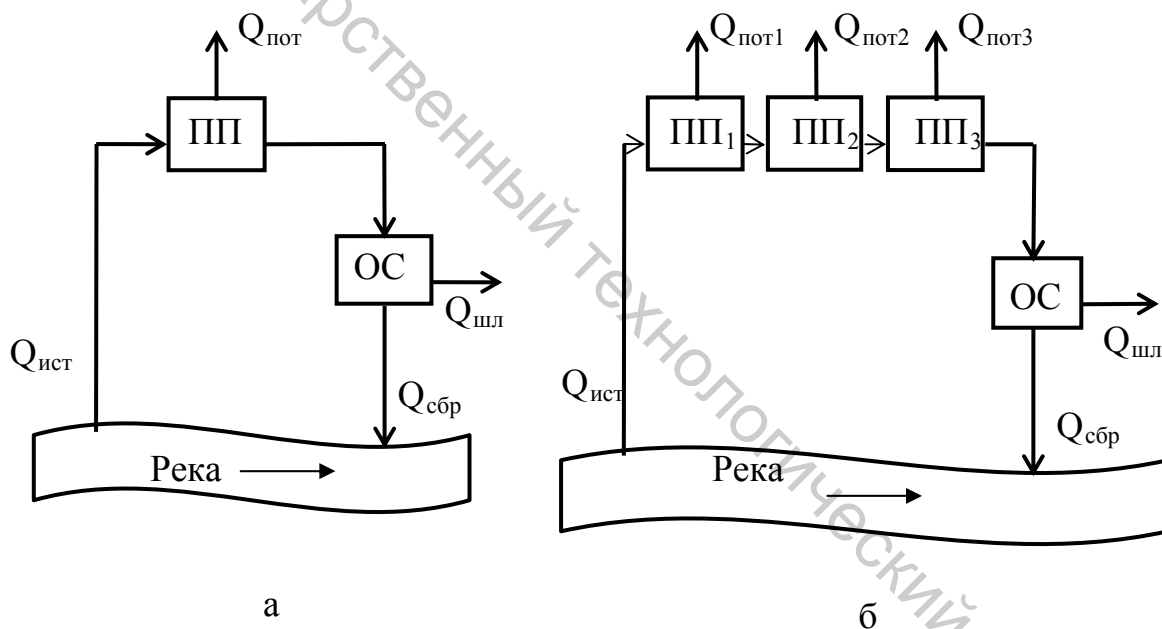
В ряде отраслей промышленности 90 – 95 % сточных вод используется в системах **оборотного** водообеспечения. Эти системы предназначены для многократного использования воды в технологических процессах. Схема оборотного водоснабжения показана на рисунке 9.2, в. При оборотном водоснабжении предусматривается 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 9.2, 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.

Современный уровень производств легкой промышленности недостаточно совершенен. Практически все водные операции являются периодическими с прямоточным использованием воды. В последние годы наметились определенные положительные тенденции к совершенствованию методов повторного и многократного использования воды и реагентов. Однако в целом технологические процессы остаются периодическими, что уменьшает возможности экономии воды и других сырьевых ресурсов. Дальнейшее развитие водных технологий должно идти по пути создания и внедрения наиболее эффективных непрерывных процессов с использованием многокаскадных противоточных технологий с отдельными замкнутыми циклами.



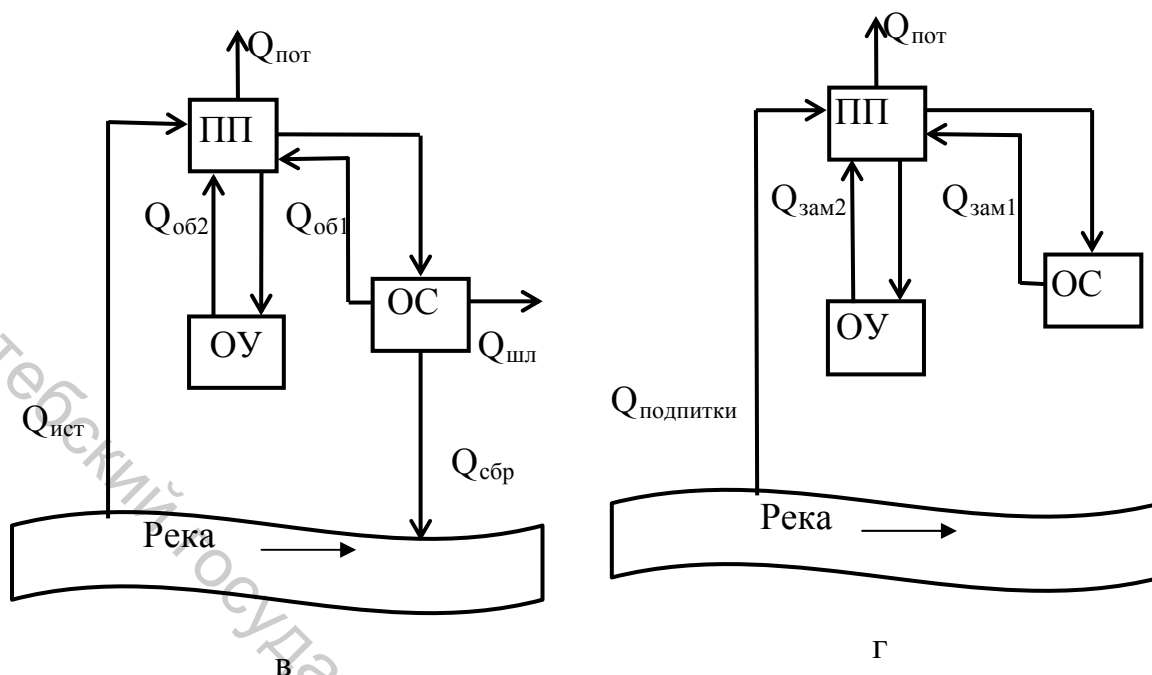


Рисунок 9.2 – Схемы водообеспечения промышленных предприятий: а) прямоточная; б) повторно-последовательная; в) оборотная; г) замкнутая

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

9.8 МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Методы очистки сточных вод многообразны. Их классификация приведена на схеме (рисунок 9.3).

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.

Общая схема очистки сточных вод представлена на рисунке 9.4.

Механическая очистка применяется для выделения из сточных вод грубодисперсных взвешенных частиц нерастворимых минеральных и органических примесей. Как правило, эта очистка является предвари-

тельной и предназначена для подготовки сточных вод к биологическим и физико-химическим методам очистки.

К механическим методам очистки относятся:

- 1) процеживание;
- 2) отстаивание;
- 3) удаление всплывающих примесей;
- 4) удаление взвешенных частиц под действием центробежных сил и отжиманием;
- 5) фильтрование.

Процеживание сточных вод осуществляется в начале комплекса очистных сооружений, где загрязненную воду пропускают через решетки, которые служат для удаления крупных примесей. Решетки могут быть неподвижными, подвижными и совмещенными с дробилками. В отечественной практике в основном применяются неподвижные решетки.

Отстаивание применяют для осаждения из сточных вод грубодисперсных примесей размером более 0,1 мкм под действием силы тяжести. Для проведения процесса используют песколовки, отстойники и осветители.

Улавливание всплывающих примесей используют для очистки сточных вод от нефти, масел, смол, жиров и других веществ с плотностью меньшей, чем плотность воды. Для улавливания нефти используют нефтеловушки, для улавливания жиров – жироловушки. Последние широко применяются на предприятиях по первичной обработке шерсти.

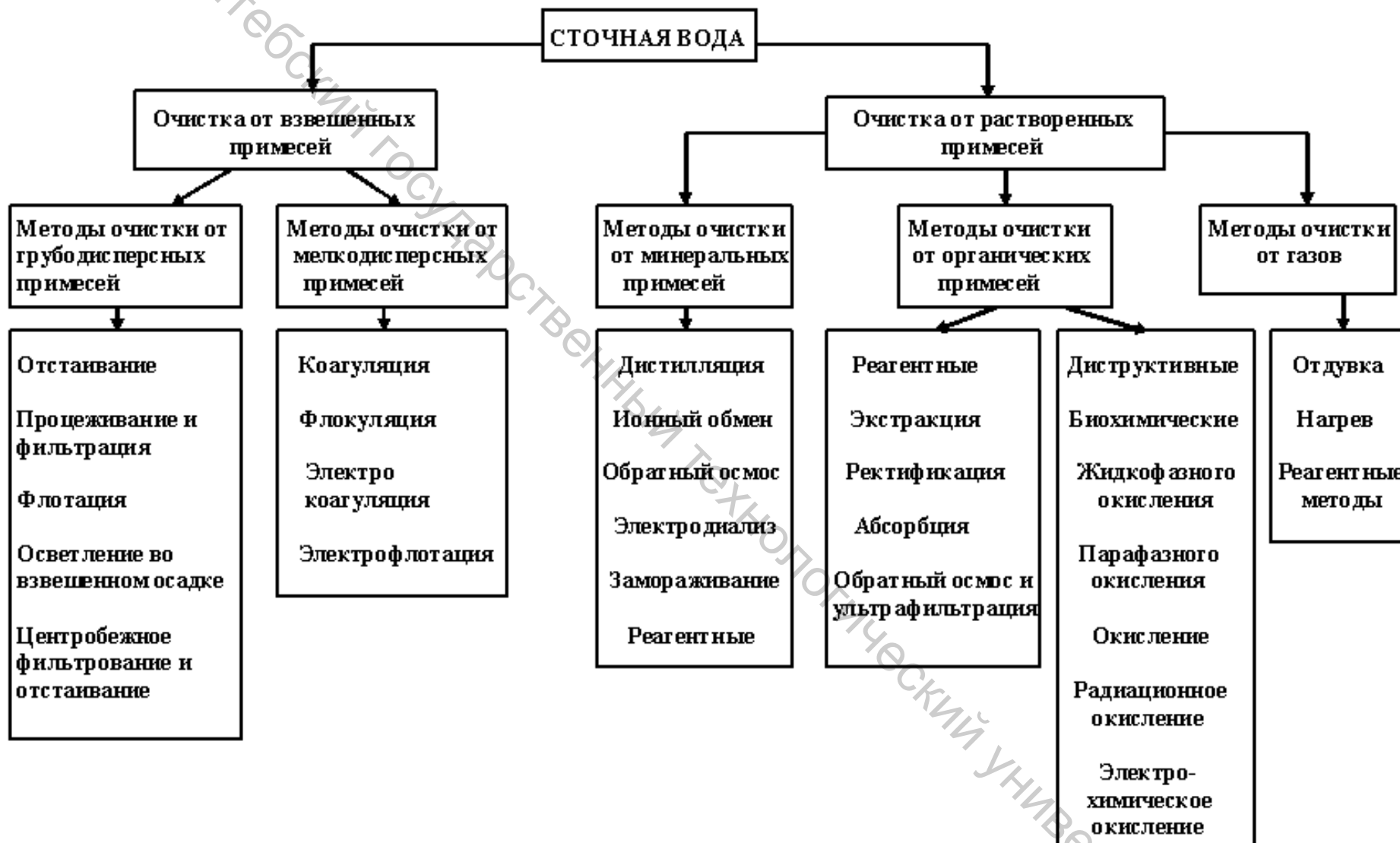


Рисунок 9.3 – Методы очистки сточных вод

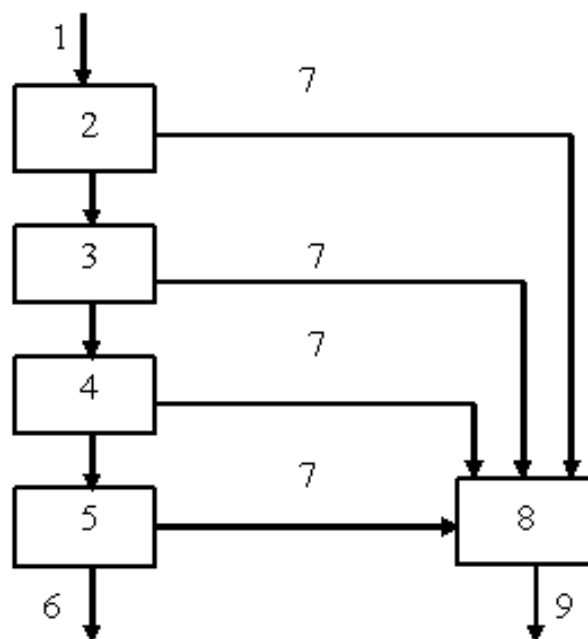


Рисунок 9.4 – Общая схема очистки сточных вод:

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

Удаление взвешенных частиц под действием центробежных сил проводят в гидроциклонах и центрифугах. Конструкция и принцип действия этих устройств аналогичен принципу действия циклонов, используемых для удаления крупных взвешенных частиц из воздуха. При вращении жидкости в гидроциклоне на частицы действуют центробежные силы, отбрасывающие тяжелые частицы к периферии потока. Под действием гравитационных сил они по стенкам оседают на дно и удаляются.

Фильтрацию применяют для выделения из сточных вод тонкодиспергированных твердых и жидких веществ, удаление которых отстаиванием затруднено. Разделение проводят при помощи пористых перегородок, пропускающих жидкость и задерживающих диспергированную фазу. Процесс идет под действием гидростатического давления столба жидкости, повышенного давления над перегородкой или вакуума после перегородки.

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 окисле-

ние осуществляется микроорганизмами: бактериями, простейшими, а также некоторыми более высокоорганизованными организмами – водорослями, грибами и т.п. Эффективность процессов биологической очистки зависит от ряда факторов: температуры, pH среды и др. Наиболее благоприятными условиями считаются температура 20–30 °С и pH = 6,5 – 7,5. Биологическую очистку считают полной, если БПК очищенной воды составляет менее 20 мг/л, и неполной – при БПК больше 20мг/л.

Для биологической очистки сточных вод применяют естественные и искусственные методы.

Естественные методы биологической очистки включают почвенные методы очистки и очистку в биологических прудах. Сооружения *почвенной* очистки применяются, в основном, для очистки бытовых сточных вод. К ним относятся фильтрующие колодцы, песчано-гравийные фильтры, поля фильтрации и др. *Биологические пруды* применяются для очистки как бытовых, так и производственных сточных вод. Различают пруды с естественной и искусственной аэрацией. Искусственная аэрация – принудительная продувка воздуха через толщу воды. Пруды устраивают в несколько ступеней, и общее время пребывания в них сточных вод составляет несколько суток. Большую роль в окислительных процессах биологических прудов играет водная растительность.

Сооружения *искусственной* биологической очистки делятся на две группы по признаку расположения в них активной биомассы:

- 1) активная биомасса находится в обрабатываемой сточной воде во взвешенном состоянии (аэротенки, циркулирующие окислительные каналы);
- 2) активная биомасса закрепляется на неподвижном материале, а сточная вода обтекает его тонким пленочным слоем (биофильтры).

Аэротенки – это железобетонные прямоугольные резервуары, разделенные перегородками на отдельные коридоры, в которых сточные воды смешиваются и перемещаются вместе с активным илом. Время нахождения в аэротенке 6 – 12 часов. За это время основная масса органических загрязнителей перерабатывается микроорганизмами активного ила. Для поддержания активного ила во взвешенном состоянии, интенсивного перемешивания и насыщения обрабатываемой смеси кислородом воздуха в аэротенках устраиваются различные системы аэрации.

Биофильтры – резервуары круглого или прямоугольного сечения, заполненные специальным загрузочным материалом, через которые пропускается сточная вода. Биофильтры применяются для полной биологической очистки.

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 органи-

ческих веществ. К ним относятся методы коагуляции, флокуляции, флотации, адсорбции, ионного обмена, экстракции, выпаривания, дистилляции, обратного осмоса и др.

Коагуляция – процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты в присутствии специально добавляемых в сточные воды веществ – коагулянтов. В качестве коагулянтов используются соли аммония, железа, магния, шламовые отходы и др. Коагулянты в воде образуют хлопья гидроксидов металлов, которые быстро оседают под действием силы тяжести. Хлопья обладают способностью улавливать коллоидные и взвешенные частицы и агрегировать их. Образовавшиеся хлопья удаляются из воды механическими методами.

Флокуляция – процесс агрегации взвешенных частиц при добавлении в сточную воду высокомолекулярных соединений, называемых флокулянтами. Молекулы флокулянта абсорбируются на поверхности коллоидных частиц. При этом образуются сетчатые трехмерные структуры молекул, что способствует более быстрому и полному отделению взвешенных частиц от жидкой фазы.

В отличие от коагуляции, здесь агрегация происходит не только при непосредственном контакте частиц, но и в результате взаимодействия молекул адсорбированного на частицах флокулянта. Флокуляцию используют для интенсификации процесса образования хлопьев гидроксидов алюминия и железа с целью повышения скорости их осаждения.

Флотация применяется для очистки сточных вод, содержащих СПАВ, нефть, масла, волокнистые частицы. Процесс флотации заключается в образовании в толще воды газовых пузырьков (чаще воздушных), прилипанию частиц к поверхности раздела газовой и жидкой фазы, всплывании этих комплексов на поверхность обрабатываемой сточной воды и удалении образовавшегося пенного слоя.

Сорбция (адсорбция) используется для глубокой очистки сточных вод от растворенных органических веществ (СПАВ, красителей и др.), если концентрация загрязнителей невелика. В качестве адсорбента чаще всего применяют активированные угли, синтетические сорбенты и некоторые отходы производства (зола, шлаки, опилки и др.). Процесс очистки воды ведут при интенсивном перемешивании адсорбента с водой или при фильтрации воды через слой адсорбента на установках периодического или непрерывного действия.

Ионный обмен применяется для извлечения из сточных вод металлов (цинка, меди, хрома, никеля, свинца, ртути и др.), а также соединений мышьяка, фосфора, цианистых соединений и радиоактивных веществ. Ионный обмен представляет собой процесс взаимодействия раствора с твердой фазой (ионитом), обладающей свойством обменивать ионы, содержащиеся в ней, на другие ионы, присутствующие в растворе. В качестве ионитов могут использоваться различные вещества ми-

нерального или органического происхождения, природные или синтетические. Иониты практически нерастворимы в воде.

Экстракция основана на перераспределении загрязняющего вещества в смеси двух взаимно нерастворимых жидкостей (сточной воды и экстрагента) в соответствии с его растворимостью в этих жидкостях. Метод целесообразно применять при относительно высоком содержании в сточных водах растворенных органических веществ, представляющих техническую ценность (масла, маслопродукты, фенолы, жирные кислоты металлов, нитропродукты). В качестве экстрагентов используются органические растворители.

В процессе экстракции экстрагент вводится в образовавшуюся воду, а после достижения равновесия концентрация экстрагируемого вещества в экстрагенте значительно превышает остаточную концентрацию в сточной воде. Экстрагент с растворенным веществом отделяется от обработанной сточной воды. В дальнейшем с помощью различных методов осуществляется отделение экстрагируемого вещества от экстрагента, который затем вновь используется в технологическом процессе.

Обратный осмос – процесс фильтрования растворов через полупроницаемые мембраны под давлением, превышающим осмотическое давление. Мембраны пропускают молекулы воды, задерживая растворенные вещества. При обратном осмосе отделяются частицы, размеры которых не превышают размеров молекул воды. Давление, необходимое для проведения процесса, составляет 6 – 10 МПа.

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.

Нейтрализация используется в тех случаях, когда сточные воды загрязнены кислотами и щелочами. Перед сбросом в водоемы их нейтрализуют до значения pH, равного 6,5 – 8,5, с целью предотвращения нарушения биологического равновесия в водоеме.

Окисление и восстановление. В процессах окисления–восстановления токсичные загрязнители, содержащиеся в воде, в результате химических реакций переходят в менее токсичные, которые удаляются из воды. В качестве окислителей применяются газообразный и сжиженный хлор, диоксид хлора, хлорат кальция, гипохлориты кальция и натрия, перманганат калия, бихромат калия, пироксид водорода, кислород воздуха, озон и другие. Очистка окислителями связана с большим расходом реагентов, поэтому ее применяют только в тех случаях, когда вещества, загрязняющие сточные воды, нецелесообразно и нельзя извлечь другими способами. Например, очистка от цианидов, растворенных соединений мышьяка и др.

Методы восстановительной очистки сточных вод применяют, когда они содержат легковосстановимые вещества. Эти методы широко используют для удаления из сточных вод соединений ртути, хрома, мышьяка. В качестве восстановителей могут выступать активированный уголь, сульфат железа, железный порошок, водород, сероводород, диоксид серы и др.

Термические методы очистки используются для обезвреживания сточных вод, содержащих различные минеральные соли (Ca, Mg, Na и др.) и органические вещества. Термическими методами являются:

1) *концентрирование* сточных с последующим выделением растворенных веществ. Концентрирование сточных вод может быть проведено в испарительных, вымораживающих и кристаллогидратных установках непрерывного или периодического действия. Для выделения веществ из концентрированных растворов используют методы кристаллизации и сушки;

2) *термическое окисление* органических веществ кислородом воздуха при высоких температурах в присутствии катализатора (медно-хромового, цинк-хромового, медно-марганцевого и др.);

3) *жидкофазное окисление* органических веществ, растворенных в воде, кислородом при температуре 100 – 350 °С и давлении 2 – 28 МПа. При высоких давлениях растворимость кислорода в воде возрастает, что способствует ускорению процесса окисления органических веществ;

4) *огневое обезвреживание* путем распыления сточных вод непосредственно в топочные газы, нагретые до 900 – 1000 °С. При этом вода испаряется, а органические примеси сгорают.

9.9 ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Как указывалось выше, подавляющее большинство сточных вод предприятий легкой промышленности образуется в красильно-отделочном производстве. В технологии крашения кожи, меха, текстильных и трикотажных изделий много общего, а именно: последовательность водопотребляющих операций, идентичность большинства используемых красителей, поверхностно-активных и текстильно-вспомогательных веществ, отделочных препаратов, характер образования и состав сточных вод, большой объем стоков и предъявляемые к очищенным сточным водам санитарные и технологические требования.

Как правило, сточные воды предприятий поступают либо на собственные сооружения предварительной (локальной) очистки, либо сбрасываются в городскую канализацию. В состав сооружений предочистки в зависимости от требований к степени очистки должны входить: решетки, песколовки, волокноуловители, усреднители, флотаторы, соору-

жения по удалению сульфидов. В схеме сооружений локальной очистки часто применяются флотаторы, в которых используются процессы безнапорной, напорной и реагентной флотации для улавливания из сточных вод жиров и поверхностно-активных веществ.

Для очистки сточных вод предприятий легкой промышленности применяют три основных способа: механический, физико-химический и биохимический.

При механической очистке на устройствах (решетки, сетки, песколовки, волокноуловители) для улавливания грубых отходов (шерсть, мездра и др.) из сточных вод удаляется основная масса грубодисперсных веществ. Мелкодисперсные примеси удаляются в отстойниках.

Физико-химическая очистка сточных вод связана с использованием различных химических реагентов (коагулянтов, флокулянтов). Введение этих реагентов способствует удалению коллоидных и тонкодисперсных загрязнителей через образование хлопьевидных осадков. На поверхности этих осадков сорбируются взвешенные и растворимые вещества. Наиболее часто используемыми коагулянтами являются соли алюминия, железа, магния, известь, а также отработанные растворы отдельных производств.

Интенсификация действия коагулянтов существенно повышается дополнительным введением в очищаемые сточные воды флокулянтов. Флокулянты разделяют на три группы: неорганические вещества (активная кремневая кислота), природные полимеры (крахмал, производные целлюлозы), синтетические полимеры (полиакриламид, полиэтиленоксид, поливиниловый спирт).

Многие примеси (жиры, красители, ПАВ и др.), содержащиеся в сточных водах, являются органическими веществами, которые могут быть минерализованы микроорганизмами. Поэтому для очистки таких стоков эффективно применение биохимических методов. Существует два метода биохимической очистки: при доступе кислорода (аэробный) и в отсутствие кислорода (анаэробный). Наиболее универсален и широко распространен аэробный метод, обеспечивающий более высокую скорость процесса и позволяющий достигнуть максимальной деструкции и обезвреживания примесей.

Биохимическая очистка получила большое распространение благодаря практически полному обезвреживанию многих органических соединений, в том числе токсичных, простому аппаратному оформлению, сравнительно небольшим эксплуатационным расходам. Недостаток метода – малая скорость биологических окислительных процессов, для завершения которых необходимы большие объемы очистных сооружений.

Кроме перечисленных методов, для удаления различных загрязнителей сточных вод применяются: электрохимические методы, методы микрофльтрации, сорбции.

Электрохимические методы основаны на применении электролиза. Очистка сточных вод этими методами ведется в следующих направлениях:

- удаление растворенных органических примесей путем анодного окисления;
- удаление органических и неорганических примесей путем использования железных или алюминиевых анодов и получения нерастворимых оксигидратов, выпадающих в осадок, – электрокоагуляция;
- удаление нерастворимых и эмульгированных примесей пузырьками водорода, выделившегося на катоде с образованием флотационной пены, – электрофлотация.

Распространенным методом доочистки сточных вод является микрофильтрация. В качестве рабочего органа в данном методе используются ультрафильтрационные мембраны. Мембрана применяется для сдерживания микрочастиц, частиц жидкости и длинноцепочечных органических и неорганических компонентов. Этот метод позволяет глубоко очищать воду и довести состав концентрата до уровня, при котором регенерация растворенных веществ становится рентабельна. Очищенную таким способом воду можно использовать повторно для нужд производства.

Сорбция растворенных органических загрязнений применяется как завершающая стадия доочистки сточных вод красильно-отделочных предприятий после их биохимической очистки или предварительной очистки физико-химическими методами. В настоящее время в качестве адсорбента широко применяется активированный уголь. Сточные воды после доочистки на активированном угле полностью обесцвечиваются, показатели ХПК и БПК снижаются до 85 и 98 % нормы соответственно.

Сорбционная очистка сточных вод является высокоэффективным процессом. Однако высокая стоимость активированного угля и сложность его термической регенерации при температуре 600 – 900 °С определяют необходимость поиска других сорбентов. В качестве сорбентов можно использовать местные материалы и отходы производства при их соответствующей обработке. Сорбция на таких материалах, как бентонит, цеолиты, продукты, получаемые на основе гидролизного лигнина, дает положительные результаты при обесцвечивании сточных вод и извлечении органических растворенных веществ.

В таблице 9.7 приведены сведения по эффективности применения рассмотренных выше методов очистки сточных вод на предприятиях легкой промышленности.

Таблица 9.7 – Сравнительные данные по очистке сточных вод от красителей и тяжелых металлов различными методами

№	Методы очистки от красителей и их разновидности		Степень очистки, %	Условные затраты на извлечение 1 кг красителя	Примечание (недостатки)
1	2		3	4	5
1	Реагентный метод		60 – 90	3,5	Использование дорогостоящих минеральных коагулянтов: сульфатов алюминия и железа, хлорида железа. Необходимость последующей дополнительной очистки
2	Флотационный метод	Напорная флотация	85 – 95	7,3	Затраты, связанные с созданием большого давления насыщения
		Импеллерная флотация	65	1,2	Недостаточная эффективность очистки
		Пенная флотация	62 – 63	1,4	Недостаточная эффективность очистки
3	Электрохимические методы		85 – 90	8,4	Большие затраты электроэнергии, использование дефицитного металла (электроды)
4	Ультрафильтрационный метод		92 – 97	10	Дефицитность и дороговизна селективных мембран, малая производительность
5	Сорбционный метод		80 – 85	4,3	При использовании таких сорбентов, как бентонит, малая производительность
6	Адсорбционный метод с использованием активированных углей		83,6	9,3	Невысокая прочность адсорбента в процессе его избирания, высокая стоимость адсорбента и, как следствие, высокая стоимость очистки

Глава 10. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ И ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ

10.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

На всех этапах развития человечества земля являлась и является незаменимым средством производства, фундаментом для жизни челове-

ка 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, которая пригодна для хозяйственного использования. Они создают основу для ведения сельскохозяйственного производства, лесного хозяйства, а также для городской застройки и расселения сельского населения, 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 накапливала 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 разла-

гаются, 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 быта;
- химическое и радиационное загрязнение;
- потери при авариях и др.

10.2 ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ

Загрязнение земель – это внесение 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 количество производимой сельскохозяйственной продукции.

Загрязнение земель может осуществляться путем непосредственного внесения в них избыточного количества минеральных удобрений, ядохимикатов, твердых отходов, а также опосредованно через воздуш-

ную 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 выбросами, отвалами, пустой породой; 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. Если в атмосферу выбрасывается до 1 млрд. т вредных веществ (без CO_2), в гидросферу – около 15 млрд. т загрязнителей, то на землю попадает ежегодно 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, 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.

Коммунальные отходы – отходы потребления и отходы производства, включенные в перечень Министерства жилищно-коммунального хозяйства РБ, удаление которых организуют местные исполнительные и распорядительные органы.

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 2008 г. на территории Беларуси образовалось 39,8 млн. т отходов производства. До 70 % общей массы отходов приходится на долю галитовых отходов и галитовых глинисто-солевых шламов ПО «Беларуськалий».

Всего в стране образуется свыше 1,5 тыс. видов отходов с широким спектром морфологических и химических свойств. Если рассматривать структуру образования отходов производства без учета отходов переработки калийных руд, то в общей массе (11751,7 тыс. т) велика доля отходов неорганического минерального происхождения (51,9 %), отходов растительного и животного происхождения (32,9 %), а также отходов промышленности, подобных твердым бытовым отходам (7,6 %). Оставшиеся 7,6 % приходятся на отходы химических производств и медицинские отходы.

Образование отходов производства на территории Беларуси неравномерно. 24,7 % отходов образуется на предприятиях, расположенных в Могилевской области, 16,8 % – Гомельской, 12,9 % – Брестской, 14,3 % – Минской (без учета галитовых отходов и глинисто-солевых шламов), 16 % – Гродненской и 11,7 % – в г. Минске. Значительно меньше отходов (3,6 %) образуется на предприятиях Витебской области.

В 2008 г. в Беларуси было собрано 3087 тыс. т коммунальных отходов, в том числе 2234 тыс. т отходов потребления. Таким образом, отходы потребления составляют основную часть коммунальных отходов. К коммунальным относятся также отходы производства, подобные твердым бытовым отходам.

За последнее десятилетие в Беларуси наблюдается постоянный рост коммунальных отходов (рисунок 10.1). Показатель удельного образования твердых коммунальных отходов (ТКО) за этот период увеличился с 0,485 кг/чел. в день до 0,877 кг/чел. в день, т.е. почти в 2 раза, и приблизился к величине, характерной для стран Евросоюза (0,85–1,7 кг/чел. в день).

По экспертным оценкам, за последние годы в составе коммунальных отходов заметно увеличилась доля полимерных материалов и отходов от упаковок, а также отходов стекла.

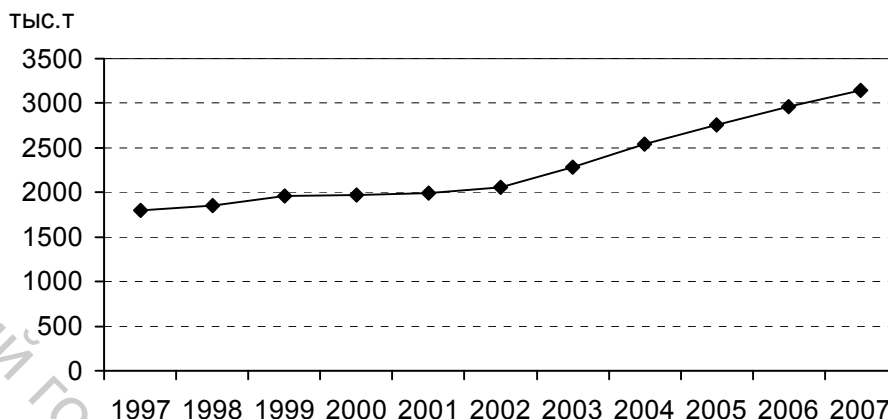


Рисунок 10.1 – Динамика образования коммунальных отходов на территории Беларуси в 1997–2007 гг.

Наибольшую опасность представляют отходы, которые содержат химически активные загрязнители, способные поступать в питьевую воду или растения, служащие пищей для человека и животных. Это, в первую очередь, соединения тяжелых металлов, пестициды, гербициды и прочие стойкие органические соединения, радиоактивные вещества, некоторые продукты нефтепереработки – циклические и полициклические ароматические углеводороды и др.

Массовый и опасный характер носит загрязнение почв свинцом. Соединения свинца используют в качестве добавок к бензину, поэтому автотранспорт является основным источником свинцового загрязнения почв вдоль крупных автострад. Вблизи крупных центров черной и цветной металлургии почвы загрязнены железом, медью, цинком, марганцем, никелем, алюминием и другими металлами. К наиболее опасным загрязнителям почв относятся ртуть и ее соединения, которые поступают в окружающую среду с ядохимикатами, с отходами промышленных предприятий.

Пестициды широко используются в качестве средств борьбы с вредителями культурных растений и поэтому могут находиться в почве в значительных количествах. Они губительно действуют на почвенную микрофлору.

Актуальной проблемой для Беларуси является радиоактивное загрязнение местности, вызванное аварией на Чернобыльской АЭС. Радионуклидами загрязнено около 23 % территории республики.

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_п).

ПДК_п — 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).

10.3 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 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, условиях 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.

Паспорт опасности отходов составляется на основании данных о составе и свойствах опасных отходов, класса их опасности и других данных. Для определения классов опасности токсичных отходов используется Классификатор отходов.

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.

Лица, осуществляющие деятельность в области обращения с отходами, обязаны вести учет образовавшихся, использованных, обезвреженных, передаваемых другим лицам или получаемых от других лиц, а также размещаемых отходов. **Учет отходов** – это система непрерывного документального отражения информации о количественных и качественных показателях отходов, а также об обращении с ними.

Образование, сбор, хранение (складирование), обезвреживание, использование отходов являются неотъемлемой составной частью технологических процессов, в ходе которых они образуются, и должны быть отражены в технологических регламентах и других документах.

Система ведения учета отходов включает в себя: ведение первичного учета отходов в местах их образования, ведение единого учета отходов в организации и инвентаризацию отходов.

Первичный учет образования и движения отходов в местах их образования ведется на основании анализа материального баланса, использования сырья и материалов и их расхода для выпуска продукции и оказания услуг. Организация первичного учета отходов осуществляется на основании фактического объема образования отходов, определяемого путем взвешивания или замера. Учет образования отходов отражается в книге (журнале) первичного учета отходов.

На основании данных первичного учета отходов ведется единый учет отходов в организации, который отражается в общей книге учета отходов. Ежегодно должна проводиться инвентаризация промышленных отходов с целью определения количественных и качественных показателей отходов.

Способ сбора и хранения отходов определяется их физическим состоянием и степенью их опасности. Чрезвычайно опасные твердые отходы, образующиеся по ходу технологического процесса, должны собираться в герметизированную тару (контейнеры, бочки). Отходы высокой опасности – в прочную полиэтиленовую тару (мешки, бочки, ящики, фляги, банки). Отходы умеренной опасности – в полиэтиленовые, многослойные бумажные мешки или прочную полиэтиленовую тару. Отходы малой опасности – в открытую тару.

Хранение (складирование) собранных отходов должно производиться только в разрешенных местах и на разрешенных объектах. Предельное количество отходов, хранимых на территории, устанавливается исходя из действующих санитарных норм и общих требований экологической безопасности.

Предельное количество отходов на территории предприятия – это количество отходов, которое допускается размещать на территории промышленной площадки в закрытом или открытом виде при условии возможного выделения вредных веществ в воздушную среду территории предприятия в количествах, обеспечивающих концентрацию этих веществ в атмосферном воздухе не превышающих 30 % ПДК воздуха рабочей зоны, и отсутствии загрязнения почвы и водных объектов в количествах, приводящих к превышению санитарных норм.

Собственники отходов производства могут размещать отходы в окружающей среде в санкционированных местах при наличии соответствующего разрешения территориальных органов Министерства при-

родных ресурсов и охраны окружающей среды. Размещению в окружающую среду подлежат промышленные отходы, для которых отсутствуют эффективные технологии переработки и (или) необходимые производственные мощности по переработке.

Отходы размещаются на полигонах для захоронения твердых бытовых отходов, полигонах для захоронения токсичных промышленных отходов, в отвалах, накопителях. Полигоны (отвалы) проектируются, оборудуются и эксплуатируются согласно требованиям санитарных правил устройства и содержания полигонов.

На полигоны по обезвреживанию и захоронению промышленных отходов принимаются только отходы 1 – 3-го класса опасности. Размещению подлежат следующие отходы: промышленно-бытовой мусор, металлолом, токсичные отходы, шламы лаков и красок, изношенные шины, отработанные масла, аккумуляторная кислота. Твердые промышленные отходы 4-го класса опасности по согласованию с органами санитарного надзора и коммунальными службами могут вывозиться на полигоны для складирования твердых коммунальных отходов. Захоронение вторичного сырья запрещается. Складирование и захоронение промышленных отходов производится на платной основе.

Объем накопленных отходов на объектах хранения в РБ к концу 2008 года составил 898 млн. т. Наибольшие объемы накопления характерны для отходов РУП «Беларуськалий» (864,4 млн. т). Под объектами хранения отходов производства занято 2459 га земель. Из них на солеотвалы и шламохранилища ПО «Беларуськалий» приходится 1721 га.

10.4 ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ

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.

Все процессы использования и обезвреживания отходов можно разделить на физические, химические, физико-химические, биохимические и комбинированные.

В *физических процессах* изменяются лишь форма, размеры, агрегатное состояние и некоторые другие свойства отходов при сохранении их качественного химического состава. Эти процессы доминируют, например, при дроблении и измельчении вскрышных пород, шлаков и зол, при окомковании тонкодисперсных материалов, брикетировании рудной мелочи, строительных отходов, в магнитных и электрических методах сепарации смешанных отходов, в процессах сушки и испарения.

Химические процессы изменяют физические свойства исходного сырья и его качественный химический состав. Важное место среди химических процессов занимают термические способы. Для ускорения обезвреживания загрязнителей или их извлечения во всех типах термических превращений могут быть использованы катализаторы.

Термические способы предусматривают тепловое воздействие на отходы, которое приводит к изменению их первоначального состава. Виды термического воздействия: сжигание, газификация, пиролиз, нагревание на воздухе, в вакууме и т. д. Их используют для удаления и обезвреживания органических веществ и некоторых цветных металлов, термической стабилизации грунтов, сжигания строительных отходов и т. п.

Наибольшее распространение получили первые три метода. Их существенное отличие друг от друга заключается в разной степени доступа воздуха. Так, сжигание горючих отходов проводят в присутствии воздуха, газификацию — при частичном присутствии воздуха, пиролиз — без доступа воздуха.

Сжигание — весьма распространенный метод термической переработки отходов. Он реализуется при температурах не ниже 600 °С. При сгорании органической части отходов образуются диоксид и оксид углерода, пары воды, оксиды азота и серы, аэрозоли. Методы сжигания имеют компактное, простое в обслуживании оборудование, низкую стоимость очистки отходящих газов. Однако область их применения ограничивается свойствами продуктов реакции. Их нельзя использовать для переработки отходов, если последние содержат фосфор, галогены,

серу. В этом случае могут образовываться продукты реакции, например, диоксины и фураны, по токсичности во много раз превосходящие исходные газовые выбросы.

Твердые продукты сгорания отходов, как правило, в виде золы периодически вывозятся на захоронение или используются в производстве вяжущих веществ. Основным полезным продуктом сжигания отходов является обычно тепло отходящих газов, используемых как вторичные энергетические ресурсы для выработки пара, электроэнергии, горячей воды для производственных и бытовых нужд.

Газификация как индустриальная технология применяется для переработки твердых, жидких и пастообразных отходов. В частности, она широко используется в металлургии для получения горючих газов из бурого высокозольного угля.

Пиролиз как способ нагревания органических веществ до относительно высоких температур без доступа воздуха сопровождается разложением высокомолекулярных соединений на низкомолекулярные, жидкую и газообразную фракции, коксованием и смолообразованием. Его используют при сухой перегонке древесных отходов, переработке резинотехнических изделий, нефтепродуктов и т. д. Основная задача высокотемпературного пиролиза — получение высококачественного горючего газа. Твердый остаток используют в качестве заменителя природных и синтетических углеродсодержащих материалов, сорбента при очистке питьевых и сточных вод и т. д.

Из других химических методов переработки отходов следует отметить осаждение и комплексообразование. Как правило, они предусматривают добавление химических реагентов к нейтрализуемой массе.

Методы осаждения основаны на обменных ионных реакциях с образованием малорастворимых в воде веществ, выпадающих в виде осадков. Они особенно эффективны при нейтрализации нерадиоактивных тяжелых металлов (Cr, Pb, Hg, Cd) и радионуклидов в грунте. Осаждение также применяют для очистки грунта от полихлорированных бифенилов, хлорированных и нитрированных углеводородов.

Технологии комплексообразования используют для связывания тяжелых металлов, полициклических и ароматических углеводородов, хлорорганики, нефте- и радиоактивных отходов. Комплексообразователями служат неорганические вяжущие типа портландцемента, зольных силикатов калия и натрия (жидкое стекло), извести, бентонита и др.

Физико-химические процессы в утилизационных способах образуют наиболее представительную группу методов, используемых в основном не столько для переработки и утилизации, сколько для обезвреживания промышленных и бытовых отходов. В этом плане можно назвать методы коагуляции и флокуляции, экстракции, сорбции, ионного обмена, флотации, ультрафиолетового излучения, радиационного воздействия и другие.

Биохимические процессы представляют собой химические превращения, протекающие с участием субъектов живой природы, выполняющих роль биологического катализатора. Они основаны на способности различных штаммов микроорганизмов разлагать и/или усваивать многие органические соединения. Биохимические превращения составляют основу жизнедеятельности живых организмов растительного и животного мира. Конечным продуктом этих превращений являются вещества неживой природы. На использовании биохимических превращений построены многие технологии, например, методы переработки сельскохозяйственной продукции, а также отходов с получением биогаза, биометаллургии, очистки сточных вод и др.

Реальные технологии редко могут быть сведены только к какому-либо одному виду превращений. Как правило, имеют место *комбинированные процессы*, являющиеся сочетанием двух и более типов превращений, один из которых может быть преобладающим.

Существенной преградой на пути утилизации отходов является их смешанный сбор. При этом безвозвратно теряется значительная часть ценных материальных ресурсов, которые могли бы быть повторно использованы в промышленном производстве, сельском хозяйстве или для получения тепловой и электрической энергии.

В целях уменьшения потерь ценных вторичных ресурсов и снижения вероятности загрязнения окружающей среды в городах организован раздельный сбор коммунальных отходов, которым в 2008 г. было охвачено 40 % городского населения. Созданы пункты сортировки вторичных материальных ресурсов. Объем извлеченного вторичного сырья из состава коммунальных отходов возрос и составил более 24 тыс.т. Через сеть приемных пунктов ЖКХ ежегодно собирается более 100 тыс.т вторичных ресурсов (бумага, картон, текстиль, полимеры, стеклобой, цветные и черные металлы). Помимо предприятий ЖКХ, сбор вторичных материальных ресурсов осуществляется в системе Белкоопсоюза, ГП «Белвторресурсы» и др. Количество заготовленных вторичных материальных ресурсов в стране достигает 200 тыс.т/год, что составляет примерно 6,4 % от общего количества коммунальных отходов.

Уровень использования отходов производства в 2008 г. составил 23,7 % от общего объема. На рисунке 10.2 показаны направления использования отходов. Большая часть их (51,2 %) использована на нужды самих предприятий, свыше 48,8 % передано другим предприятиям, реализовано физическим лицам или экспортировано для дальнейшего использования.

Уровень использования производственных отходов (без учета галитовых отходов и глинисто-солевых шламов) – 73,6 %. Наиболее полно утилизируются отходы растительного и животного происхождения. Отходы производства пищевых и вкусовых продуктов используются

практически полностью. Отходы сельского хозяйства, лесопиления и деревообработки перерабатываются или сжигаются для получения энергии. Вскрышные породы почти в полном объеме применяются для засыпки карьеров и восстановления нарушенных земель.

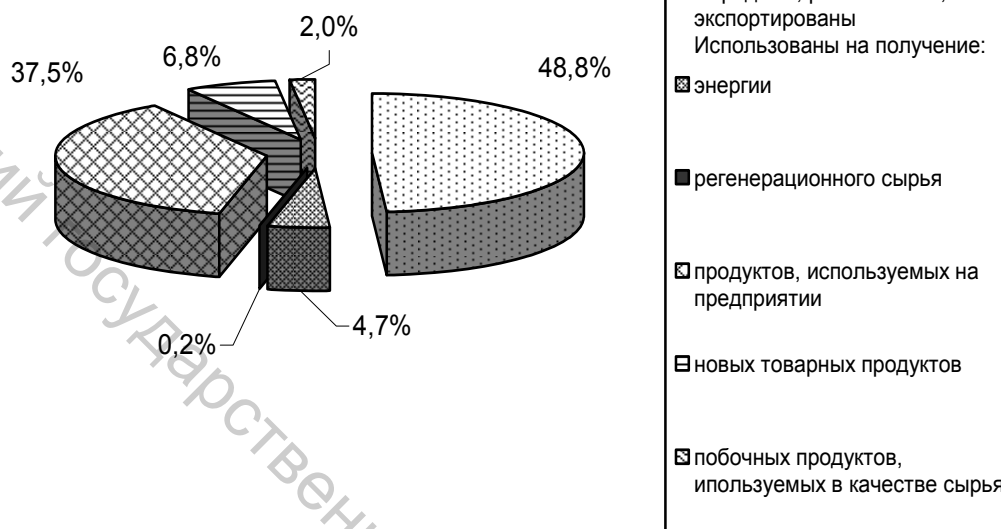


Рисунок 10.2 – Структура использования отходов производства, %

10.5 ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Отходы легкой промышленности составляют весьма значимую часть всех образующихся твердых отходов. Доля текстиля в твердых бытовых отходах составляет 4,6 – 5,4 %. Еще большую долю составляют отходы самой текстильной промышленности и других промышленных производств. Она достигает 25 % всего перерабатываемого в мире текстильного сырья. Это огромные резервы, которые можно использовать для производства различных изделий.

В промышленном производстве текстильных изделий (ткани, трикотаж, ковры, нетканые полотна, сети, нити, веревки, канаты и др.) образуются отходы в виде межлекальных обрезков, лоскута, спутанных волокон, концов пряжи и др. В других промышленных производствах текстильные отходы образуются в результате использования готовых текстильных материалов (спецодежда, фильтровальные, протирочные и упаковочные ткани и др.). Кроме того, существуют текстильные отходы бытового потребления, то есть изношенные и пришедшие в негодность изделия личного потребления (одежда и др.) и домашнего обихода (ков-

ры, драпировки и др.). На рисунке 10.3 приведена принципиальная структура текстильных отходов.

Классификация текстильных отходов возможна по различным признакам:

- *по химической природе волокна* – отходы хлопковые, шерстяные, лубяные, шелковые, химические волокна, их смеси;
- *по технологии производства и виду текстильных материалов* – отходы тканей, трикотажа, нетканых материалов и их комбинаций;
- *по стадии производства текстильных материалов* – волокнистые отходы, путанка и концы пряжи, лоскут и обрезки полотен;
- *по цвету* – белые отходы, светлые (окрашенные в светлые тона: бежевый, светло-желтый, их комбинации), темные (окрашенные в красный, зеленый, синий, черный цвета и их комбинации) и разноцветные;
- *по чистоте* – неочищенные и очищенные (подвергшиеся стирки, химчистке, дезинфекции и другим способам чистки).

В сфере производства отходы образуются при обработке первичного сырья, при получении полуфабрикатов, а также в процессе производства готовой продукции. Количество отходов определяется:

- видом технологического процесса;
- объемом перерабатываемого сырья или выпускаемой продукции;

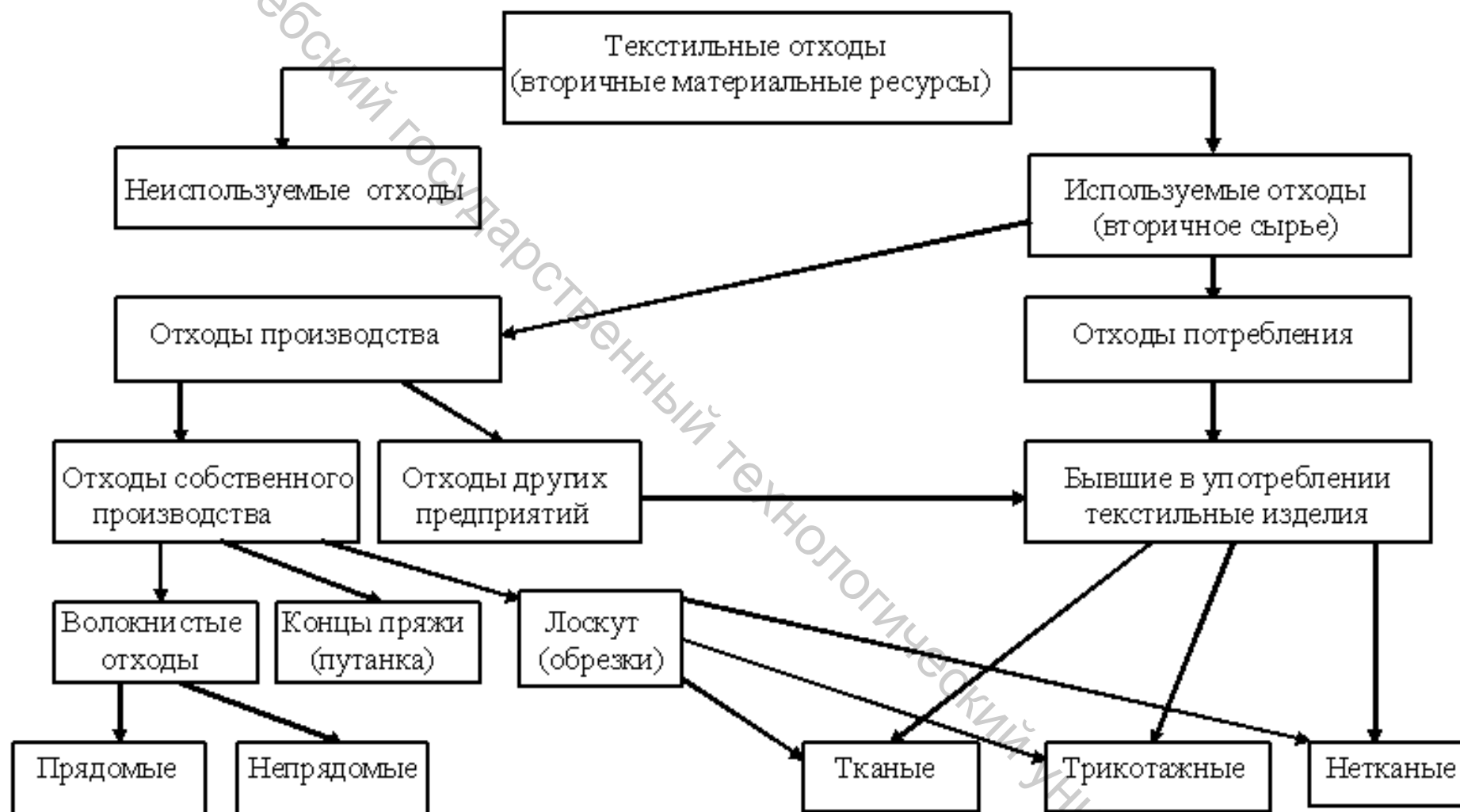


Рисунок 10.3 – Структура текстильных отходов

- ассортиментной структурой сырья или продукции;
- качеством перерабатываемого сырья;
- техническим и организационным уровнями производства.

Количество отходов неодинаково на различных переходах технологического процесса. Оно значительно уменьшается по мере увеличения степени обработки. На первичных стадиях обработки количество сорных примесей и коротких волокон может достигать 20 – 25 %.

Так, в результате первичной переработки хлопка-сырца, кроме прядогого волокна, получают большое количество волокнистых отходов, из которых особо ценным является хлопковый пух (линт). Он представляет собой волокнистую массу из спутанных коротких волокон с большим количеством сора и пыли, которую снимают с волокноотделителей, семяочищающих и линтерных машин. Количество сорных примесей достигает 20 %.

При *производстве хлопчатобумажной пряжи и тканей* образуются следующие виды отходов:

- *орешек* – образуется при переработке хлопка на разрыхлительно-трепальных агрегатах, под колосниковыми решетками приемного и главного барабанов чесальной машины. Содержит до 40 % прядогого волокна и большое количество сорных примесей;
- *очески шляпочные* – образуются при чистке шляпок чесальных машин. Содержат большое количество волокна, в том числе прядогого, и около 20 % примесей;
- *очес* – получают при чесании длинноволокнистого и средневолокнистого хлопка. Содержит до 5 % сорных примесей и является ценным сырьем, которое используется в хлопкоперерабатывающей промышленности;
- *пух* – собирается с фильтров и аспирационных установок прядильного производства. Представляет собой неоднородную массу из коротких волокон с содержанием сорных примесей 15 – 30 %;
- *подметь* – получают при подметании пола около машин во всех цехах прядильного и ткацкого производства. Представляет собой смесь сильно засоренных и замасленных волокон. Количество сорных примесей достигает 30 %;
- *путанка, концы пряжи* – образуются на прядильных и крутильных машинах, а также с нестандартных бобин с дефектной намоткой в ткацком производстве;
- *обрезки тканей* – образуются в ткацком и отделочном производствах и представляют собой куски сурового или готового полотна различного размера с дефектами ткачества или отделки.

Отходы шерстяной промышленности включают в себя:

- *выпады* из-под трепальных, чесальных аппаратов и других машин при трепании, чесании шерсти и др.;
- *сдир чесальный*, снимаемый с гарнитуры рабочих органов во время чистки чесальных машин, содержит много растительных примесей, пыли и масла;
- *сдир аппаратный*, получаемый при чесании камвольной ленты. Средневзвешенная длина волокна 15 мм. Количество коротких волокон (до 20 мм) достигает 90 %. Содержит большое количество мелких растительных примесей;
- *отходы, получаемые при обезрепечивании шерсти*, содержат до 70 % примесей растительного и минерального происхождения;
- *лом ровничный* – обрывки ленты, ровницы, намотанной на валки прядильных и ровничных машин;
- *очес гребенной*, образующийся при гребнечесании шерсти в камвольном производстве;
- *концы камвольной и суконной пряжи*, образующиеся в процессах прядения, снования, ткачества;
- *ворсовальный очес* – очес, образующийся при ворсовании тканей, состоит из волокон длиной до 10 мм.

Кроме того, существуют *обрезки суровых и готовых тканей* различных размеров с дефектами ткачества и отделки, а также *подметь*.

При **первичной переработке лубяных волокон (льна, пеньки, конопля и др.)** по технологическим процессам образуются следующие отходы:

- *льняной охлоп* – спутанные короткие волокна с раздробленной кострой, образующиеся при чесании льна. Засоренность охлопа не должна превышать 20 %;
- *пакля* – отходы, которые образуются при мятье тресты и содержат различное количество костры и коротких волокон;
- *костра* – одревесневшая часть стеблей с небольшим содержанием коротких волокон и пыли, состоящая в основном из остатков покровных тканей и эпидермиса;
- *турбинные отходы* – заводские отходы, состоящие из волокон средней длины.

После заводской первичной обработки льноволокно поступает на **льнокомбинаты** для переработки в пряжу и ткани. На этих предприятиях в процессах чесания, прядения, ткачества и отделки тканей образуются следующие отходы:

- *крутцы* – свитые жгутом льняные волокна, состоящие из мятого льноволокна с содержанием до 5 % костры;
- *вытряска нетрясеная* – отход, образованный при обработке длинного льноволокна на чесальной машине в виде выпада под

- *вытряска*, образующаяся при чесании льняных очесов в виде выпадов под чесальными машинами. Содержание костры от 2 до 14 %, длина волокон 60 – 100 мм;
- *рвань ровницы* – концы ровницы, которые образуются на ровничных и прядильных машинах при ликвидации обрывов;
- *рвань мокрого прядения* – слипшиеся обрывки мычки, рвани и пряжи;
- *рвань мотальная*, образующаяся при перематывании льняной пряжи в мотки;
- *рвань сухого прядения* – обрывки-концы ровницы и пряжи различной длины, образующиеся в результате ликвидации обрывов ровницы и пряжи;
- *рвань ткацкая* – отходы, которые образуются в различных процессах ткацкого производства при перемотке пряжи, сновании, шлихтовании и на ткацких станках при обрывах уточных и основных нитей. Содержит до 3 % посторонних примесей;
- *концы основные* – обрезки нитей от 0,5 до 30 м, образующиеся при срезании остатков сновальных нитей на шлихтовальных машинах и основы на ткацких станках;
- *пух стригальный* – короткие волокна с содержанием посторонних примесей и костры до 30 %. Образуются при стрижке тканей;
- *подметь прядильная и ткацкая*, содержащая до 60 % костры и других примесей.

При **изготовлении трикотажного полотна и изделий** удельный вес всех отходов в общем расходе сырья составляет 7 – 25 %, причем наибольшее количество (90 – 95 %) отходов относится к раскрою.

Основными группами отходов являются:

- отходы перемотки и вязания;
- закройно-швейные отходы;
- угары общие.

К отходам перемотки относятся: путанка, концы различных видов пряжи, срывы, брак вязания деталей изделия.

Путанка – путанные концы нитей, не поддающиеся размотке, спущенных, битых, недоработанных початков и шпуль, срезанные концы при чистке паковок.

К *концам* относятся чистые концы пряжи длиной от 2,1 до 7 м, концы крученой пряжи с навоев.

Срывы – трикотажные изделия с незаконченной вязкой, разорванные. Различают срывы, подлежащие и не подлежащие роспуску.

Брак деталей – смещенные петли при вязании, обрыв нити, утонение пряжи. При несоответствии плотности в вязании может возникнуть несоответствие лекалам и т.д.

К закройно-швейным отходам относятся: обрезь трикотажная, обрезки, трикотажный лоскут.

Обрезь трикотажная – оверлочная или ручная обрезь трикотажа шириной до 3 см.

Обрезки – куски трикотажного материала, получающиеся после кроя и пошива, от 3 до 10 см разной длины.

Лоскут трикотажный – отрезки трикотажного полотна определенной ширины, различной длины, получаемые при раскрое:

- мелкий лоскут шириной 10 – 20 см;
- средний лоскут - от 20 до 35 см, длиной более 80 см;
- крупный лоскут – от 35 до 50 см, длиной не более 1 м.

Отходы при раскрое подразделяются на основные – межлекальные отходы, которые зависят от рациональности раскладки лекал, и дополнительные – отходы от трафоретных концов – начало и конец куска, срезы кромки, лоскут, который образуется из-за несоответствия длины куска длине деталей изделий и т.д.

К общим угарам относятся подметь различных пряж, пух с машин, обтирочный материал из лоскута разных размеров.

В *швейной промышленности* при раскрое тканей образуются значительные отходы производства в виде *мерного и весового лоскута*, которые составляют от 6 до 20 % ткани. Кроме того, имеются *потери ткани по ширине и длине настила, концевые остатки*, а также *мелкие обрезки*, которые составляют от 2,3 до 3 %. Кроме того, здесь образуются отходы в виде концов нитей – *путанки*.

В *обувном производстве* при обработке кожи и получении деталей обуви образуются *стружка кожевенная, куски (лоскут)* в виде межлекальных и краевых отходов, возникающих при раскрое кож для верха обуви, *мелкая вырубка и высечка* кожевенная и резиновая, *отходы* искусственного меха, поролона, сентипона, картона и других материалов различной величины и конфигурации. Структура кожевенных отходов представлена на рисунке 10.4.

Среднее использование площади основных обувных материалов составляет 69 – 74 % по козам для верха обуви, 76,5 – 79,5 % по козам для низа обуви, 76 – 81 % по текстилю.



Рисунок 10.4 – Структура кожевенных отходов

10.6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ресурсосбережение является актуальной задачей для предприятий легкой промышленности, так как доля сырья и материалов в себестоимости продукции составляет от 75 до 93 %.

В целом по способу использования отходы производства легкой промышленности можно разделить на четыре группы:

1. Отходы производства, характеризующиеся высоким качеством и использующиеся, как правило, на тех же предприятиях, где и образуются. Они подлежат переработке в основную или дополнительную продукцию без применения специального оборудования.

2. Отходы производства, которые не могут быть переработаны на тех же предприятиях, где они образуются, и подлежат отправке на специализированные предприятия по переработке вторичного сырья. На этих предприятиях после операций измельчения (резки), разволокнения они перерабатываются в нетканые материалы различного назначения или в более простую по технологии изготовления продукцию в виде пакли, ваты мебельной и технической, обтирочных концов и т.д.

3. Низкосортные отходы производства и потребления, которые вследствие отсутствия соответствующих технологий и оборудования не могут в настоящее время быть разволокнены и переработаны в продукцию ответственного назначения, а используются чаще всего как обтирочный материал или вывозятся для захоронения.

4. Низкосортные отходы производства, такие как подметь, пух из пыльных камер, отслужившие свой срок фильтры и т.п., которые практически непригодны для производства текстильной продукции. Такие отходы могут использоваться для получения композиционных материалов, применяемых в различных отраслях народного хозяйства.

Более полное использование отходов, образующихся при производстве изделий легкой промышленности, может быть достигнуто за счет увеличения их переработки в собственном основном производстве или цехах специализированной переработки других производств, создания новых технологий регенерирования отходов, разработки специализированного ассортимента изделий, вырабатываемых полностью из отходов или с их значительными добавками, изыскания новых направлений применения.

В прядильном производстве наиболее ценная часть отходов (обраты), содержащая большое количество длинных волокон, после соответствующей обработки или без нее максимально используется в собственном производстве, входя в небольших количествах (до 10 %) в состав прядильных смесей. Это такие отходы, как концы чесальной и гребенной ленты, концы ровницы, выпады из-под смесовых машин и механи-

зированных лабазов, кардный очес, мычки из бункеров мычкоуловителей, крутые концы и другие.

Другая часть отходов – возвратные отходы: выпады из-под всех машин приготительного отдела, выпады из-под предварительного прочесывания, отходы в фильтрах и пыльных камерах, орешек, крутые концы пряжи и др.– передаются для переработки другим предприятиям. После регенерации (очистки, разволокнения и др.) они используются для производства нетканых и строительных материалов (изоляционных, утепляющих, картона, рубероида, толя и других изделий технического назначения), а также направляются в автодорожное строительство.

Обраты и часть возвратных отходов могут быть использованы для производства угарной пряжи по аппаратной системе прядения.

В таблице 10.1 приведены основные направления использования отходов хлопчатобумажного производства.

Таблица 10.1 – Основные направления использования отходов хлопчатобумажного производства

Группа отходов	Вид отходов	Направления использования
I. Прядомая	Гребенной очес Рвань ровницы линейной плотности 333,3 текс и менее Колечки Мычка	В производстве пряжи согласно типовым сортировкам
III. Ватная	Орешек и трепальный пух Орешек и чесальный пух Пух-очес фабрик по переработке отходов Пух-распыл Кардный очес Пух	В производстве ваты
IV. Низкосортная	Подвальный, трубный пух, пух с фильтров Орешек и пух второго пропуска Загрязненная подметь Грязная подметь Стригальный пух и ворс Ткацкая подметь	В производстве мебельной ваты, пластмасс, толя, рубероида, сельском хозяйстве, строительстве и др.
V. Обтирочная	Путанка Концы	В народном хозяйстве
VI. Кустарная	Концы	В производстве сетей, сеток, шнуров и др.

Направления использования отходов прядильного производства в других отраслях (льняной, шерстяной) в целом аналогичны.

Одним из ценных отходов хлопка является линт – хлопковый пух с длиной волокна до 15 мм. Он содержит от 65 до 85 % целлюлозы высокого качества и поэтому используется на производство искусственного (ацетатного) шелка, бумаги, пластмасс и другой продукции.

При первичной обработке лубяных культур выделяется значительное количество костры (около 65 % массы перерабатываемого сырья). Долгое время ее использовали как топливо для получения тепловой энергии. Сейчас костра находит также применение для изготовления строительных материалов: термо- и звукоизоляционных плит, бумаги лучших сортов. Костра содержит 46 – 52 % целлюлозы, 26 – 30% лигнина. Из 100 кг сухой костры можно получить 17 л этилового спирта и до 20000 дм³ горючего газа.

Лигнин и другие вещества, входящие в состав лубяных волокон, могут применяться в химической промышленности в качестве заменителя фенолформальдегидных смол в композиционных материалах, компонентов аппретирующих, фрикционных, клеящих материалов, материалов для ламинирования и т.п.

В настоящее время за рубежом текстильное сырье все больше используется для производства целлюлозы. Эфиры целлюлозы применяют для получения химических волокон, клеев, лаков и красок, составов для добычи нефти и в других целях.

Анализ направлений использования отходов тканей, трикотажных и нетканых полотен показывает, что в основном производстве они применяются для получения деталей изделий меньших размеров, деталей отделки основной продукции, деталей, улучшающих функциональность изделий, а также в качестве креплений пачек кроя.

Значительная часть отходов направляется в цеха ширпотреба. Ассортимент изделий, выпускаемых этими цехами, очень разнообразен и с каждым годом расширяется (таблица 10.2). Здесь производятся товары народного потребления, изделия производственного назначения и детали для других отраслей промышленности. Из отходов крупных размеров изготавливают товары для детей, головные уборы, сумки, коврики, игрушки и т.п. Для мебельных и машиностроительных предприятий производят полировальные и шлифовальные круги, обтирочные материалы; для обувной промышленности – крой для обуви, стельки; для строительной промышленности – валики для малярных работ и т.д. Более мелкие отходы применяются в качестве набивочного материала для матрацев, матов, железнодорожных букс, строительных жгутов и др.

Отходы швейной и трикотажной отраслей промышленности мелких размеров подвергаются регенерации в волокнистую массу. Наряду с волокнистыми отходами прядильного производства восстановленные волокна могут применяться для получения пряжи большой линейной

плотности, технической ваты, нетканых материалов, в частности, тепловых, тракторных, автомобильных фильтров.

Таблица 10.2 – Ассортимент изделий из отходов швейного производства

Наименование отходов	Наименование изделий из отходов
1. Мерный лоскут	Головные платки
2. Весовой лоскут: - хлопчатобумажные и шелковые ткани; - шерстяные ткани	Платки носовые Мужские кепи
3. Межлекальные выпады: - хлопчатобумажные и шелковые ткани; - шерстяные ткани; - хлопчатобумажные ткани плотные; - гуммированный шелк; - искусственный мех	Воротнички и манжеты для школьников Коврики настрочные Блочки для стежки матрасов, рукавицы Детские сумочки Отделка к домашним тапочкам, крой для игрушек, шубки детские, чехлы для малярных работ
4. Весовой и мерный лоскут: - хлопчатобумажные и шерстяные ткани	Детские шапочки и брюки
5. Весовой лоскут, межлекальные выпады: - шерстяные ткани; - хлопчатобумажные и шелковые ткани; - хлопчатобумажные и шелковые ткани; - хлопчатобумажные ткани	Шляпы женские Платья для кукол Чехлы для футбольных и волейбольных мячей Салфетки гигиенические и столовые

Однако после регенерирования отходы не всегда пригодны для использования в прядильном производстве. Например, при разволокнении трикотажных обрезков максимальная длина получаемых восстановленных волокон достигает только 18 мм, а показатели засоренности достаточно велики. Кроме того, волокнистая масса содержит значи-

тельное количество загрязняющих примесей. Все это затрудняет ее дальнейшую переработку. Поэтому для получения пряжи данный вид сырья желательно использовать только в небольших количествах (3 – 5 % от массы сырья).

Для дальнейшего применения регенерированных волокон с низкими качественными характеристиками и коротковолокнистых, засоренных текстильных отходов в настоящее время разработан ряд специальных технологических процессов. Это, прежде всего, формирование нетканых материалов физико-химическими способами с применением полиакрилатных дисперсий, бутадиен-стироловых и бутадиен-акрилонитрильных латексов, а также связующих веществ на основе поливинилацетата, полистирола, полиуритана и т.п. Количество связующих веществ обычно составляет 15 – 20 % от общей массы изделия.

Производство нетканых материалов из указанного выше сырья может осуществляться с помощью термоплавкого закрепления. При этом могут использоваться термоплавкие полимеры (ПВХ, полиэтилен, полипропилен, некоторые виды полиэфира и др.) в виде порошка, пленки, сетки или волокна. Особенно важно применение этого способа в тех случаях, когда отходы содержат значительное количество термоплавких синтетических волокон.

Однако часто качественные показатели низкосортных отходов не позволяют по различным причинам использовать их в названных выше технологиях. Поэтому следует развивать и совершенствовать технологии переработки таких отходов в смежных производствах для получения картона, пластмасс, керамики, бетона, теплоизоляционных материалов, акустических плит и т.п. Коротковолокнистые отходы здесь могут использоваться в качестве наполнителя.

В настоящее время предложен способ производства отделочной плитки из древесной крошки, лицевой слой которой состоит из 70 % коротких регенерированных волокон и 30 % отходов химических волокон. Холст для лицевого слоя получается аэродинамическим способом. Затем он обрабатывается иглопробивным способом, пропитывается фенолоформальдегидной смолой, нарезается и прессуется вместе с панелями из древесной крошки. Этот материал может использоваться в строительстве для облицовки бетонных блоков, полов, при реконструкции и ремонте старых зданий и т.д.

Текстильные отходы можно использовать для изготовления панелей. Твердые отходы: войлок, нетканые материалы, напольные покрытия, прокладки для автомобильных колес – дробят и смешивают с перемолотыми отходами пластмасс и полимерной пленкой. Эти смеси с помощью связующих веществ перерабатывают в панели или детали, в которых используются термопластические свойства компонентов. При переработке применяется холодное и горячее прессование и точечная сварка.

Отходы и восстановленные химические волокна можно использовать в качестве добавок к различным видам штукатурок. Таким способом можно получать декоративную штукатурку для прихожих, коридоров.

Отходы синтетических материалов используются в производстве изделий:

- капронового литья (крышки, втулки, пробки, крючки, ролики и др.);
- фасонных изделий для внутренней отделки автомобилей (обивка дверей, полок для ручной клади и др.);
- изоляционных материалов для строительной промышленности;
- накладок для тормозных колодок и дисков сцепления;
- пластмассовых изделий с армированным волокном;
- геотекстиля;
- основы для напольных изделий, кровельных материалов и др.

Изделия капронового литья производят из полимерной массы, образующейся после температурной обработки синтетических отходов, содержащих полиамидные волокна и нити.

Все большую популярность в настоящее время приобретают геотекстильные материалы, изготовленные из регенерированных волокон и предназначенные для фильтрации и стабилизации насыпаемого на них грунта. Такие материалы используют при строительстве железных и автомобильных дорог, в борьбе с эрозией почвы, для укрепления берегов каналов, водохранилищ, пляжей, дамб, насыпей, при строительстве спортивных площадок, взлетно-посадочных полос аэродромов и для других целей. Срок службы таких материалов, изготовленных из синтетических волокон, не менее 20 лет, поскольку такие волокна не подвержены гниению. Наиболее целесообразно применять полиэфирные и полипропиленовые волокна, полученные из отходов.

Другим нетрадиционным способом переработки отходов текстильных материалов из синтетических волокон является экстрагирование селективными растворителями полимерной части отходов, благодаря которому можно получать очищенный от всех примесей полимер.

Текстильные отходы бытового и промышленного потребления поступают на переработку в сильно загрязненном виде. Перед утилизацией эти отходы должны быть облагорожены, в основном, за счет стадий дезинфекции, обеспыливания, стирки и химчистки. Только после этого они подвергаются разволокнению, и далее полученная волокнистая масса используется для производства различных изделий по технологиям, указанным выше.

В обувной промышленности крупные отходы кож, текстиля, картона, резины и др. частично используют в собственном производстве для изготовления различных мелких деталей обуви, а также направляют

в цеха ширпотреба, на другие предприятия, в ремонтные мастерские и в торговую сеть для продажи населению.

Изделия ширпотреба из обувных отходов:

- комнатные туфли;
- футляры для очков;
- вкладные стельки;
- крой ремешков для наручных часов;
- козырьки картонные;
- детали для ремонта обуви;
- прокладки кожаные;
- пробки резиновые и т.д.

Из отходов искусственной кожи на тканевой основе с ПВХ покрытием получают поливинилхлоридную пленку, которую используют для производства скатертей, напольных покрытий и др.

Мелкие отходы искусственной кожи, искусственного меха, ватина, хлопчатобумажного лоскута и др. используются для производства спортивно-гимнастических матов.

Мелкие остатки кожи и меха можно подвергать разволокнению. Полученную волокнистую массу смешивают со связующим материалом – латексом и формируют в листы картона. Кроме того, мелкие отходы перерабатывают на клей.

Хромовая стружка и обрезки кож широко используются в производстве кожкартона, который является обувным материалом, заменяющим натуральную кожу при изготовлении деталей обуви: задников, стелек и т.д.

Основные направления использования твердых отходов обувного производства представлены в таблице 10.3.

Таблица 10.3 – Основные направления использования твердых отходов обувного производства

Вид отхода	Направления использования
1	2
Вырубка кожаная до 0,25 дм ²	Манжеты для автомотонасосов и других механизмов, набойки кожаные для обуви, прокладки кожаные для шлифования, рубцы кожаные
Вырубка мелкая резиновая до 0,25 дм ²	Каблуки, набойки резиновые, рубцы для ремонта обуви, ручки для удильщ, на регенерацию и другие цели

Окончание таблицы 10.3

1	2
Лоскут от раскроя кож для	Крой верха для панталет и детских домашних

верха обуви до 2 дм ²	туфель, петель для детских пальто, портмоне, покрышки волейбольные, перчатки рабочие, ремни для швейной промышленности, ручки для портфелей, тапочки спортивные дошкольные, туфли для кукол и др.
Лоскут от раскроя искусственной кожи до 10 дм ²	Крой ремней для чемоданов и хозяйственных сумок, покрышки волейбольные, рант искусственный для обуви и т.д.
Лоскут от хлопчатобумажных, суконно-шерстяных материалов до 1 дм ²	Стельки вкладные комбинированные, тапочки детские домашние и др.
Мелкая вырубка, высечка и спуск войлока	Стельки вкладные для женской обуви и т.д.
Лоскут юфтевый до 2 дм ²	Ремонт обуви, ручки чемоданов, стельки вкладные для мужской и женской обуви, седла для детских велосипедов и т.п.
Спуск подошвенных резин	Накладки резиновые для обуви, прокладки для чернильных флаконов, на регенерацию и т.д.
Отходы текстиля	Обтирочный материал, в качестве компонента смеси для строительных материалов, дорожек и т.д.
Искусственный мех	Ковровые дорожки, валики для малярных работ, для игрушек, набивка гимнастических матов
Вырубка резины	Детали технического назначения, на регенерацию и т.д.
Вырубка картона	Картон, бумага и другие изделия

Отходы кожевенной и меховой промышленности можно использовать в различных сферах:

- для изготовления продуктов, применяемых в пищевой промышленности (желатин, колбасные оболочки, концентраты аминокислот);
- в сельском хозяйстве (корм для животных, азотные удобрения);

- в фармацевтической промышленности (белковая упаковка для лекарств, белковые носители для некоторых видов лекарственных веществ и т.д.);
- в медицинской промышленности (протезы, хирургические нитки, растворы для замены плазмы, трансплантанты и др.);
- в текстильной промышленности (коллагеновые нити, волокна, шерсть, нетканые текстильные материалы на основе коллагеновых волокон);
- в производстве искусственной кожи.

Таким образом, современная промышленность располагает различными технологиями и оборудованием для переработки образующихся отходов. Окончательное решение о выборе того или иного способа переработки может быть принято после проведения технико-экономического анализа, позволяющего учесть все расходы, в том числе транспортные (на доставку отходов) и энергетические (на проведение процесса), а также наличие устойчивого спроса на продукцию из перерабатываемых отходов.

Направления использования отходов многообразны, и по мере разработки новых технологий их количество будет увеличиваться. Однако следует отметить, что переработка отходов – задача технологически трудно разрешимая и требующая от специалистов высокой квалификации и творческого подхода.

Глава 11. 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 производства 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 Европейском совещании по сотрудничеству в области охраны окружающей среды (Женева, 1979 г.) в Дек-

ларации 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 используется 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».

11.1 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 11.1.

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.

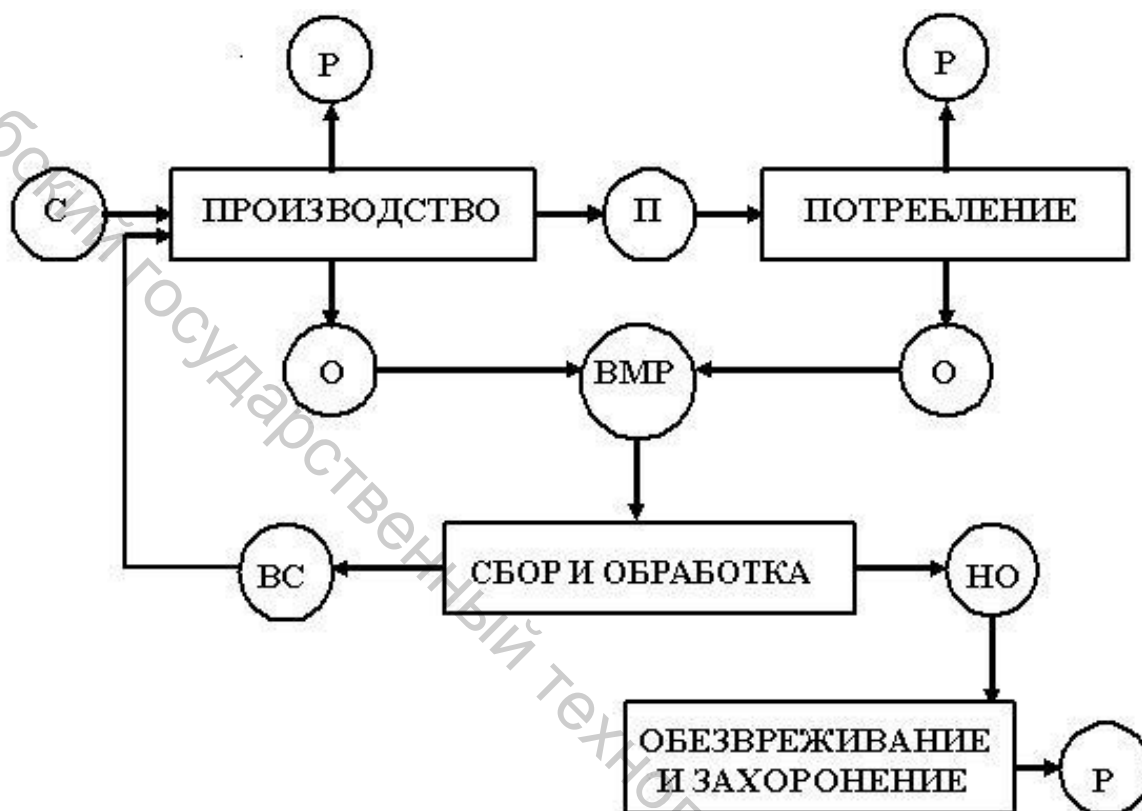


Рисунок 11.1 – Техногенный круговорот сырья, продукции и отходов: С – первичное сырье; П – продукция; Р – рассеивание в окружающей среде газообразных и жидких отходов; О – отходы; ВМР – вторичные материальные ресурсы; ВС – вторичное сырье; НО – неиспользуемые отходы

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.

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 ремонта;
- легкостью возвращения в производственный цикл или перевода в экологически безопасную форму после выхода из строя.

11.2 ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОТХОДНЫХ

И МАЛООТХОДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Обобщая основные положения теории безотходного производства, можно сформулировать общие принципы его организации.

- **Системность.** В соответствии с этим принципом каждый отдельный процесс или производство рассматривается как элемент динамичной системы — всего промышленного производства в регионе и на более высоком уровне. Принцип системности должен учитывать существующую взаимосвязь и взаимозависимость производственных, социальных и природных процессов.
- **Комплексность использования ресурсов** требует максимального использования всех компонентов сырья и потенциала энергоресурсов.
- **Цикличность материальных потоков.** Последовательное применение этого принципа должно привести к формированию сначала в отдельных регионах, а впоследствии и во всей техносфере сознательно организованного и регулируемого техногенного круговорота веществ и связанных с ним превращений энергии.
- **Экологичность.** Данный принцип связан с ограничением воздействия производства на окружающую природную и социальную среду.
- **Рациональность организации.** Конечной целью следует считать оптимизацию производства одновременно по энерготехнологическим, экономическим и экологическим параметрам.

Во всей совокупности работ, связанных с охраной окружающей среды и рациональным освоением природных ресурсов, необходимо выделить главные направления создания безотходных производств:

1. Разработка и внедрение принципиально новых и совершенствование существующих технологических процессов получения традиционных видов продукции, позволяющих исключить или сократить технологические стадии, на которых происходит образование основного количества отходов.

2. Повышение комплексности использования материальных и топливно-энергетических ресурсов, разработка и внедрение систем переработки отходов производства и потребления, которые рассматриваются как вторичные материальные ресурсы.

3. Разработка и внедрение замкнутых водо- и газооборотных циклов.

4. Комбинирование и кооперирование производств на базе комплексной переработки сырья и использования отходов, организация и развитие территориально-производственных комплексов.

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. Важнейшим условием существования малоотходного производства является необходимость обезвреживания образующихся отходов.

Количественным критерием малоотходного производства может являться коэффициент безотходности K_{δ} , который характеризует полноту использования в производстве материальных и энергетических ресурсов, а также интенсивность воздействия этого производства на окружающую среду:

$$K_{\delta} = A K_m K_{\varepsilon} K_a,$$

где A – коэффициент пропорциональности, определяемый эмпирически; K_m – коэффициент полноты использования материальных ресурсов; K_{ε} – коэффициент полноты использования энергетических ресурсов; K_a – коэффициент соответствия экологическим требованиям.

В первом приближении для практических целей значение коэффициента безотходности, равное 75 – 80 % можно принять в качестве

количественного критерия для малоотходного, а 90 – 98 % – для безотходного производства.

Традиционная техногенная экономика является открытой системой, где получение относительно небольшого количества продукта требует огромных затрат ресурсов и сопровождается образованием значительного объема отходов. По отношению к общему объему отчуждаемого природного вещества сейчас конечный продукт составляет всего 6 – 10 %.

В будущем предполагается поэтапная трансформация традиционных технологий в малоотходные (ресурсосберегающие), а затем безотходные. Такой подход позволит постепенно перейти от открытых производственных систем со свободным входом ресурсов и выходом отходов к полукрытым системам с частичным использованием извлекаемых материалов и очисткой отходов, а затем и к системам закрытого типа с полной переработкой и утилизацией всех поступающих ресурсов и отходов и прекращением загрязнения окружающей среды. Такая трансформация меняет сам технологический принцип. Сейчас в большинстве технологий происходит борьба с загрязнениями и отходами практически на последнем технологическом этапе: фильтры, очистные сооружения и пр. В отличие от них, малоотходные и безотходные технологии создают новые циклы и связи внутри самого технологического процесса.

Максимальный успех при создании безотходных производств достигается по системе СКОВИО — снижения количества отходов в источнике их образования. В СКОВИО входят внутризаводские мероприятия, которые уменьшают, предотвращают или ликвидируют образование вредных отходов таким образом, что уменьшают риск для здоровья человека и ухудшения состояния окружающей среды.

Так, внедрение методов линейного программирования с применением электронно-вычислительной техники на предприятиях швейной промышленности позволяет рассчитывать наиболее рациональные варианты раскроя тканей с минимальными межлекальными выпадами и концевыми остатками. Снижаются отходы полотна при увеличении количества комплектов лекал в раскладке. Рациональным является объединение в одной раскладке изделий смежных размеров, смежных и одинаковых ростов, а также разных видов изделий. Более эффективен способ настиланного полотна с предварительной вырезкой дефектных мест и последующим перекроем остатков, чем без вырезки и перекроя деталей с дефектами.

Для обеспечения контроля за рациональным использованием материалов необходимо повсеместно применять оперативный анализ их использования. Это помогает своевременно устанавливать причины потерь и принимать меры к их устранению.

Решающее значение для подобных технологических трансформаций имеет научно-технический прогресс. Только на основе его достижений можно обеспечить переход от традиционных ресурсоемких технологий к ресурсосберегающим, малоотходным и безотходным.

Постепенный переход к комплексам малоотходного ресурсосберегающего производства позволит значительно снизить нагрузку на окружающую среду, особенно на региональном уровне. Современные технологии, заменяя устаревшие и природоемкие технологии, дают возможность существенно уменьшить количество разрабатываемых месторождений, сохранить для будущих поколений запасы исчерпаемых невозобновимых природных ресурсов.

11.3 КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Комплексное использование сырья, более глубокая его переработка, увеличение ассортимента и объема выхода готовой продукции из единицы исходного сырья, всемерное сокращение потерь материально-сырьевых ресурсов, снижение объемов образования и вовлечение их в производство являются важнейшими экологическими задачами.

Комплексное использование природных ресурсов основано на экономически и экологически оправданном использовании всех их полезных свойств. Оно предусматривает максимально полную переработку и всестороннее вовлечение ресурсов в хозяйственный оборот с учетом перспектив развития различных отраслей хозяйственной деятельности, природоохранных норм и требований, интересов настоящего и будущего поколений. Этот принцип составляет основу рационального и экономного использования природных богатств, максимального ограничения возможных негативных последствий антропогенного воздействия на окружающую среду.

Сущность комплексного использования заключается в последовательной переработке сырья сложного состава в различные ценные продукты с целью наиболее полного использования всех компонентов сырья.

Легкая промышленность – многопрофильный производственный комплекс, который обеспечивает самые разнообразные потребности экономики социально значимой продукцией – одеждой, тканями, трикотажем, средствами медицины, а также продукцией технического назначения со специфическими свойствами для других отраслей промышленности, армии, транспорта, сельского хозяйства.

Рассмотрим возможности комплексного использования компонентов конкретных видов сырья, используемого в легкой промышлен-

ности, на примере натуральных волокон растительного происхождения (лен, хлопок).

Спектр направлений комплексного использования льна в безотходном производстве за счет глубокой переработки с применением ресурсосберегающих технологий схематично показан на рисунке 11.2.

Наиболее ценный компонент льна – длинное волокно – применяется для производства пряжи, идущей на изготовление тканей различного назначения: столовое, постельное и нательное белье, костюмно-плательные изделия и др. Короткие волокна также могут использоваться для производства пряжи и тканей. Но их длина ограничивает возможности прядения. Поэтому они нашли широкое применение для получения таких изделий, как вата, нетканые материалы, армированные конструкционные материалы и пр.

Продукты переработки льна – малоценные волокна – хорошее сырье для изготовления нетканых материалов. Например, популярных в настоящее время газонных матов. Эти изделия представляют собой войлок, состоящий из волокнистых отходов с семенами травы, толщиной 4 – 5 мм.

Природные волокнистые материалы являются сырьем для получения полимеров, композиционных материалов. Введение волокон в полимеры делает их более прочными, эластичными и стойкими к деформированию. Применение таких композиционных материалов в автомобилестроении позволяет снизить использование стали и железных сплавов. Снижается вес автомобиля и, соответственно, расход топлива на его перемещение.

По эксплуатационным свойствам биокomпозиты превосходят материалы, сделанные с применением стекловолокна или синтетических нитей, и не оказывают негативного влияния на окружающую среду при

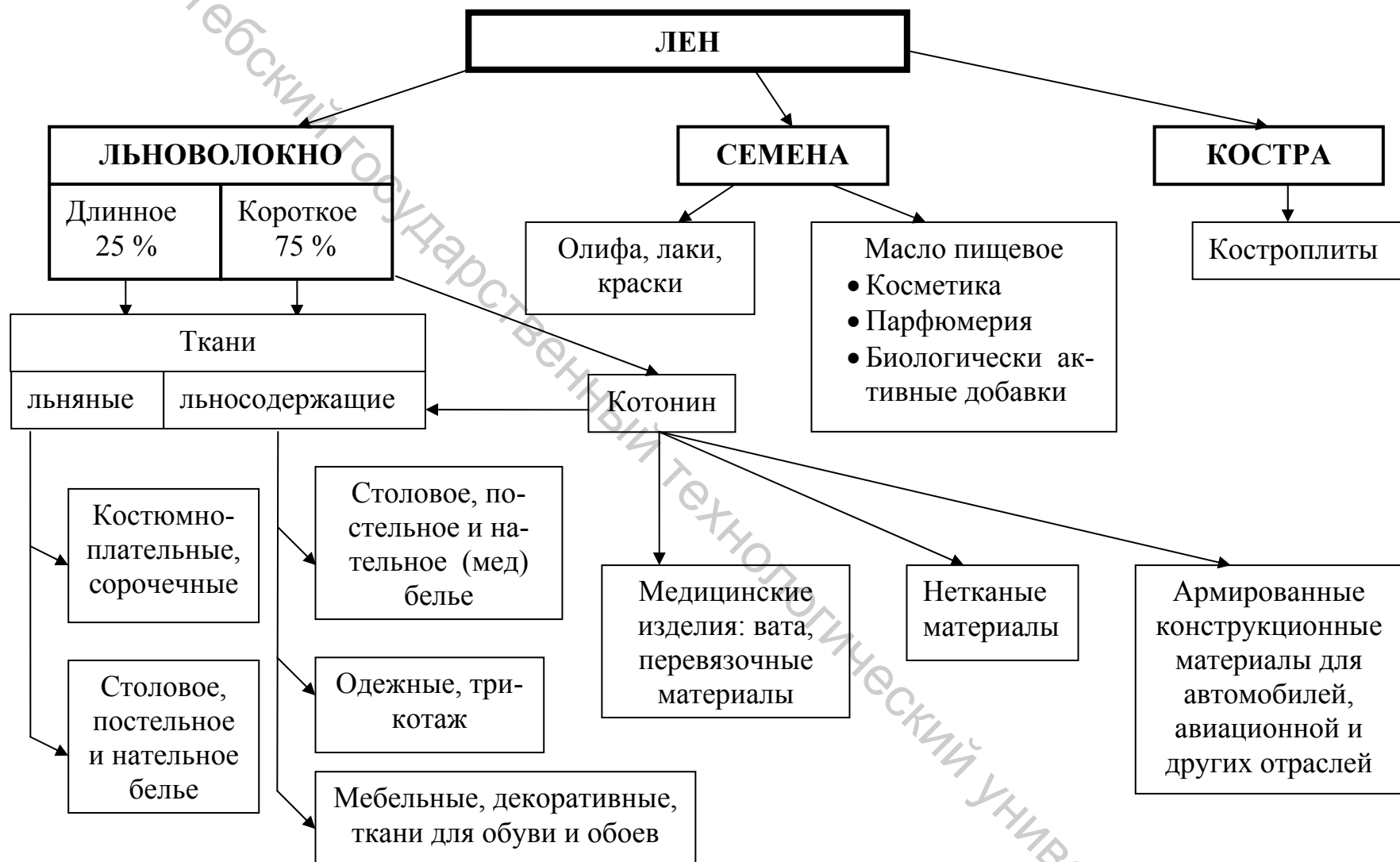


Рис. 11.2 – Схема использования льна в безотходном производстве

вторичной переработке. Поэтому они могут найти успешное применение при строительстве дорог, в ирригационных системах и т.д.

Раздробленная солома льна и костра являются отличным материалом для выпуска волокнистых плит средней плотности, изоляционных панелей.

Растительные остатки, получающиеся после первичной обработки льна, являются ценным источником целлюлозы. В мире растет объем производства целлюлозы из однолетних растений, которая постепенно заменяет древесную целлюлозу. Таким образом, лубяные культуры (лен, кенаф, пенька и др.) позволяют сохранять леса планеты. Причем целлюлоза, извлекаемая из льна, имеет высокое качество и может использоваться в производстве бумаги, гигиенических изделий и денежных банкнот.

Эфиры целлюлозы – основные продукты, которые могут быть получены из льняной целлюлозы, используются для получения пороха, клеев, химических волокон, лаков и красок, составов для добычи нефти.

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; фрикционных материалов для тормозных колодок, амортизаторов 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.

Перспективной является разработка технологии получения из льна технического углерода, нефтяного сорбента и активированного угля.

Приведенный выше ассортимент изделий показывает, насколько широки возможности использования компонентов растительного волокнистого сырья. Однако получение того или иного вида продукции не всегда экономически выгодно. Наиболее эффективно комплексная переработка сырья может быть реализована при комбинировании производств и предприятий в виде комбинатов или территориально-производственных комплексов. При этом отходы одних производств используются в виде сырья на других производствах. Экономический эффект подобной связи обусловлен применением дешевого сырья – отходов – и возможностью ведения совместного хозяйства (транспорт, энергетика, складирование материалов, очистные сооружения, централизованное подсобное обслуживание и т.п.).

11.4 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Возрастающая с каждым годом выработка и потребление энергии в мире создают необходимые условия для ускорения научно-технического прогресса и улучшения благосостояния людей планеты. Но, вместе с тем, возрастающие объемы потребления энергии требуют все больших объемов углеродистого сырья, запасы которого не безграничны.

Мировой энергетический кризис заставил многие страны пересмотреть свое отношение к потреблению топливно-энергетических ресурсов и принять необходимые меры к снижению энергоемкости валового внутреннего продукта и увеличению обеспеченности топливно-энергетическими ресурсами за счет своих внутренних резервов и возобновляемых источников энергии.

Особенно актуальны проблемы ресурсосбережения для Республики Беларусь, обеспеченной собственными топливно-энергетическими ресурсами лишь на 16 %. В то же время энергоемкость белорусских предприятий значительно выше, чем в промышленно развитых странах. Удельный расход топлива, например, на 1 тонну синтетических волокон составляет: в Беларуси – 1715 кг условного топлива, а в развитых странах – 1010 кг условного топлива. Удельный расход электроэнергии на производство 1 тонны синтетических волокон составляет: в Беларуси – 3468 кВт/ч, а в развитых странах – 1500 кВт/ч.

Одной из причин сложившейся ситуации является технологическое отставание нашего производства от производства западных стран. До недавнего времени в Беларуси приоритет отдавался наращиванию мощностей в энергосистеме, а не повышению эффективности использования энергии в производстве путем совершенствования технологий.

Для эффективного решения проблем энергообеспечения в РБ разработана и действует Республиканская программа по энергосбережению, которая является фундаментом для внедрения методов рационального использования энергии во всех сферах деятельности, связанных с производством, передачей, распределением и потреблением энергии.

Основными направлениями энергосбережения в промышленности являются:

- структурная перестройка предприятий, направленная на выпуск менее энергоемкой конкурентоспособной продукции;
- специализация и концентрация отдельных энергоемких производств по регионам;

- модернизация и техническое перевооружение производств на базе наукоемких энергосберегающих и экологически чистых технологий;
- совершенствование существующих схем энергоснабжения предприятий;
- повышение эффективности работы котельных и компрессорных установок;
- использование вторичных энергоресурсов (ВЭР) и альтернативных видов топлива, в том числе горючих отходов производств;
- применение источников энергии с высокоэффективными термодинамическими циклами;
- применение эффективных систем теплоснабжения, освещения, вентиляции, горячего водоснабжения;
- реализация крупных комплексных проектов, влияющих на уровень энергопотребления в республике, ее энергообеспеченность и эффективность использования энергии.

Легкая промышленность не относится к энергоемким отраслям. Доля затрат на потребление энергоносителей в общей структуре затрат на производство и реализацию продукции в последние годы составляет около 7,56 %. Доля затрат на потребление электрической и тепловой энергии в 2004 – 2006 годах достигла 5,58 %. Тем не менее проблема энергосбережения в легкой промышленности актуальна, как и для других отраслей народного хозяйства.

Сложившаяся система энергопотребления в легкой промышленности не отвечает современным требованиям энергосбережения. Неэффективное потребление энергоресурсов, сохранившееся со времен их искусственной дешевизны, усугубляется общим экономическим кризисом и отсутствием инвестиций для перестройки сферы производства в легкой промышленности.

Например, на среднем по производственной мощности льнокомбинате в процессах беления, крашения, заключительной отделки пряжи и тканей суммарные потери тепловой энергии со сбрасываемой горячей промывочной водой составляют 4,4 Гкал/ч, или 17,5 тыс. Гкал в год (при условии работы оборудования в течение 4000 ч). В таблице 11.1 приведены потери тепловой энергии с выбрасываемым паром в некоторых технологических процессах производства льняных тканей.

Таблица 11.1 – Потери тепловой энергии с выбрасываемым паром в некоторых технологических процессах производства льняных тканей

Процесс	Потери тепловой энергии	
	Гкал/ч	Гкал/год

Беление ровницы	1,35	5395
Прядение	0,12	491
Сушка пряжи	0,39	1578
Крашение пряжи	0,34	1349
Приготовление шлихты	0,08	337
Сушка ошлихтованной пряжи	0,56	2252
Беление ткани	0,71	2844
Отжим ткани	0,03	106
Сушка ткани	0,81	3220
Итого	4,4	17571

Основной задачей легкой промышленности является внедрение инновационных технологий, высокоэффективного топливо- и энергопотребляющего оборудования, теплоизоляционных материалов и др.

Для перестройки энергоемкой структуры легкой промышленности на энергосберегающую структуру необходимо срочно заменить старые технологии ресурсосберегающими. Примером энергосберегающей технологии в отделочном производстве является использование способа печати без предварительного хлорирования по тканям из модифицированной в низкотемпературной плазме шерсти. Традиционный процесс включает хлорирование (с использованием свободного хлора) и ряд других операций, осуществляемых в «мокрой» среде, с неизбежными вредными выбросами в окружающую среду. Все эти процедуры заменяются «сухим» процессом обработки плазмой без какого-либо использования химикатов и технологической воды. Исключается также сушка ткани и подогрев рабочих растворов, что экономит энергоресурсы. Оказывается возможным исключение некоторых сложных и опасных экологически вредных процессов мокрой отделки.

Одним из путей снижения энергоемкости продукции легкой промышленности является переход предприятий на производство электро- и теплоэнергии когенерационным способом. В настоящее время на предприятиях используется в основном раздельное производство указанных видов энергии. При таком способе производства энергии суммарный коэффициент использования топлива (КИТ) не превышает 62,5 %. При реализации совместного (когенерационного) производства электрической и тепловой энергии КИТ повышается до 85 %, т.е. расход топлива сокращается примерно на 30 %, и существенно снижается себестоимость генерируемой энергии.

Вместе с тем, переход на когенерационный способ производства энергии следует осуществлять при использовании современных высокоэффективных газотурбинных установок (ГТУ) с котлоутилизатором или парогазовых установок (ПГУ), КИТ которых может достигать 90 – 95 % для диапазона электрических мощностей от 1 до 100 МВт и тепловых – от 3 до 95 МВт.

Значительным резервом повышения эффективности использования топлива при производстве энергии является дополнительное включение в когенерационные установки теплонасосных установок (ТНУ) с использованием в качестве рабочего тела водяного пара.

Тепловые насосы – принципиально новые энергетические устройства, принцип действия и устройства которых аналогичен холодильным машинам, но они предназначены для выработки теплоты. Теплонасосные станции отбирают теплоту низкопотенциальных источников и обогревают объекты, где требуется умеренная температура, не выше 60 – 80 °С. Эти устройства не загрязняют окружающую среду и экономичны. Перспективно их использование для обогрева помещений.

Другим важным фактором экономии топливно-энергетических ресурсов является использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), образующихся в одних технологических установках, процессах и направляемых для энергоснабжения других агрегатов и процессов.

ВЭР по видам делятся на три основные группы:

- горючие (топливные) ВЭР – это горючие газы, жидкости и твердые отходы, которые в дальнейшем могут использоваться в качестве топлива;
- тепловые ВЭР – это физическое тепло отходящих газов, сточных вод, основной и побочной продукции, рабочих тел и систем охлаждения и т.п.;
- ВЭР избыточного давления – это потенциальная энергия покидающих установку газов, жидкостей, пара с повышенным давлением, которая может быть еще использована перед выбросом в атмосферу.

В качестве горючих ВЭР в легкой промышленности могут использоваться кофетра и другие растительные отходы производства. Тепловые ВЭР образуются чаще всего в операциях отделочного производства.

Для использования ВЭР применяются утилизационные установки, представляющие собой устройства для выработки энергоносителей (водяного пара, горячей и охлажденной воды, электроэнергии) за счет снижения энергетического потенциала ВЭР.

11.5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Создание безотходного производства предусматривает не только совершенствование производственных процессов, но и выдвигает определенные требования к выпускаемой продукции. Решающую роль в по-

следующем воздействии изделий на окружающую среду играет их проектирование и разработка.

Для сокращения неблагоприятных экологических воздействий при проектировании должен оцениваться весь жизненный цикл продукции.

Жизненный цикл продукции – совокупность последовательных, взаимосвязанных стадий, начиная с проектирования продукции и технологических процессов ее производства, включая процессы:

- приобретения сырья или добычи природных ресурсов;
- перевозки и хранения;
- производства;
- реализации;
- эксплуатации (использования) изделий;
- удаления отходов после утраты продукцией потребительских свойств.

Анализ (оценка) жизненного цикла продукции является объективным процессом подсчета экологических воздействий, связанных с продуктом, процессом или деятельностью, путем определения использованных энергии, материалов и выбросов в окружающую среду, подсчета и реализации возможностей по введению в действие экологических улучшений. Вопросам анализа жизненного цикла продукции посвящены стандарты СТБ ИСО серии 14000 (14040-14042).

При разработке продукции целесообразно обращать особое внимание на следующие моменты:

- бережное использование ресурсов;
- увеличение срока службы изделий;
- пригодность изделий для ремонта;
- улучшение характеристик изделий в целях:
 - а) многократного использования;
 - б) безвредной для окружающей среды утилизации;
 - в) возможности рециклирования изделий и др.

В то же время изделия в процессе жизненного цикла должны производить минимальные выделения загрязняющих веществ и других вредных факторов в окружающую среду.

Исходя из этого, при проектировании необходимо рассматривать две группы показателей, характеризующих экологические свойства изделий – показателей экологичности продукции:

- 1) ресурсосберегающие;
- 2) природоохранные.

Ресурсосберегающие показатели характеризуют технологичность конструкции, снижение материалоемкости, энергоемкости продукции и играют решающую роль при оценке технической и экономической целесообразности ее разработки, изготовления и использования по назначению, а также при осуществлении мероприятий по совершенствованию продукции.

Технологичность конструкции означает экономное использование материалов и средств труда при технологической подготовке производства, изготовлении продукции, а также при восстановлении и поддержании ее качества во время эксплуатации.

Таким образом, целью рассматриваемой группы показателей является оптимизация использования ресурсов, применяемых для производства продукции.

Природоохранные показатели характеризуют воздействие продукции и процессов ее жизненного цикла на окружающую среду. Причем они должны учитывать не только прямое, но и косвенное воздействие на человека и природу. Данная группа показателей используется для предотвращения загрязнений окружающей среды.

Исходя из практических целей, экономических и социальных задач, а также учитывая вид продукции, организация может комбинировать подходы к проектированию. Примерами возможных подходов являются указанные ниже.

- **Увеличение эффективности использования материалов.** Для достижения этой цели устанавливают возможности снижения экологических воздействий путем: а) уменьшения количества используемых материалов, б) применения материалов, оказывающих незначительное воздействие на окружающую среду или обладающих способностью к восстановлению.
- **Повышение энергетической эффективности.** Чтобы решить данную проблему, следует вести учет общего расхода энергии на протяжении всего жизненного цикла, изыскивать возможности снижения экологических воздействий за счет уменьшения потребления энергии, использования источников энергии с незначительными воздействиями или возобновляемых источников.
- **Проектирование более чистого производства и применения.** Предполагается применение технологий производства, оборудования и вспомогательных материалов, не оказывающих значительных воздействий на окружающую среду, неопасных для нее.

- **Проектирование срока службы.** В этом случае следует рассматривать проблемы долговечности продукции, ее ремонтно-пригодности и удобства в обслуживании.
- **Проектирование оптимальной функциональности.** При решении данного вопроса нужно предусматривать возможности выполнения изделием не одной, а множества функций, модульности, автоматизации и оптимизации.
- **Проектирование повторного использования, восстановления и рециклинга.** Этот подход проектирования рассматривает возможности облегчения разборки изделий, упрощения сложных конструкций и использования материалов и комплектующих, которые затем могут быть подвергнуты рециклингу.

Рециклирование – процесс возвращения отходов в производственный цикл с целью переработки в новое сырье или изделия. Разработка изделий с учетом возможности рециклирования – один из наиболее важных аспектов промышленной экологии. Эффективность повторного вовлечения ресурсов в хозяйственный оборот сильно зависит от ряда характеристик продуктов или процессов, заложенных на стадии их проектирования.

В настоящее время наиболее эффективно подвергаются рециклированию металлы, бумага, пластик. Повторная переработка текстильных материалов осложняется тем, что с каждой стадией длина волокон уменьшается, и поэтому приходится ограничиваться производством материалов более низкого качества (каскадное рециклирование).

Однако многие изделия, полученные из перечисленных выше материалов, после использования по прямому назначению, не могут повторно применяться для производства новых продуктов в силу непродуманной конструкции и возможностей восстановления после завершения жизненного цикла.

Спроектированные без учета рециклирования изделия содержат большое количество материалов, не поддающихся восстановлению. Извлечение полезных компонентов из таких материалов дорого и сложно. В связи с этим современные подходы заключаются в конструировании изделий, позволяющих обновлять и восстанавливать их после выхода из строя. В тех случаях, когда изделия требуют замены по истечении срока службы, необходимо предусматривать возможность восстановления и рециклирования их узлов в новые продукты. Выбрасывание изделия без возможности какого-либо из вариантов рециклирования, с точки зрения промышленной экологии, неприемлемо.

Указанные выше варианты конструирования изделий с учетом рециклирования станут реально достижимыми при выполнении ряда требований. Наиболее важным из них является минимизация количества различных материалов и числа отдельных деталей, используемых в конструкции.

Второе общее требование – избегать использования опасных материалов. Присутствие таких материалов препятствует демонтажу, повторному использованию или, в случае необходимости, безопасному сжиганию и получению энергии. Там, где должны использоваться опасные материалы, они должны быть легко определимы, а компоненты, содержащие их, легко разделимы.

Кроме того, при проектировании изделий следует избегать объединения неоднородных материалов такими способами, которые осложняют сепарацию. Например, металлические кнопки на тканях, пластик, наплавленный на металл и т.п. Это важный момент, поскольку затруднения при разделении материалов требуют дополнительных трудовых затрат и обычно сильно препятствуют рециклированию.

При планировании конца жизненного цикла продукции следует рассматривать два типа рециклирования: по «замкнутой петле» и по «открытой петле». В первом случае рециклирование включает повторное использование материалов для изготовления того же продукта, во втором – повторное использование материалов для производства различных продуктов.

Рециклирование продуктов необходимо проводить только если энергетические, экологические и трудовые затраты значительно меньше затрат, вызванных отсутствием рециклирования. Однако, как правило, использование рециклированных материалов и изделий значительно выгоднее, чем создание новых продуктов, начиная со стадии добычи и разработки природного ресурса. В большинстве случаев повторно использовать материалы, даже с ухудшением качества, гораздо лучше, чем их просто выбрасывать.

Глава 12. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИОННО - ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

12.1 ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ

Управление природопользованием – это деятельность государства по организации рационального использования и воспроизводства

природных ресурсов, охраны окружающей среды, а также по обеспечению режима законности в эколого-экономических отношениях.

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.).

Система регулирования (управления) природопользования приведена на рисунке 12.1.

Наиболее распространенными и действенными до настоящего времени остаются **административные методы управления** природопользованием. Основными инструментами административного регулирования являются стандарты, нормы, нормативы, законы, постановления, 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 (нормам, нормативам), которые устанавливают единые и обязательные для всех объектов управления экологические нормы и требования. Экологические стандарты охватывают все аспекты влияния объекта хозяйствования на окружающую среду и являются базой для определения степени его вредного воздействия.



Рисунок 12.1 – Система регулирования (управления) природопользования

Различают следующие природоохранные стандарты (норма, нормативы):

- 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 предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в компонентах окружающей среды,

а также другие нормируемые показатели (органолептические, физические).

Стандарты воздействия на окружающую среду определенного производства регламентируют уровень выбросов (сбросов) вредных веществ из источников загрязнения после применения очистного оборудования. Эта группа стандартов определяет требования к установлению нормативов допустимых выбросов (сбросов) (НДВ, НДС, ПДН).

Технологические стандарты устанавливают определенные экологические требования к технике, оборудованию, процессам производства или очистным технологиям. Они регламентируют уровни 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 определяют содержание синтетических материалов, хлора, формальдегида и др. Примером стандартов этой группы может служить стандарт ЭКО-ТЕКС100, разработанный под эгидой Международной Ассоциации по исследованиям и тестированию в области текстильной экологии, который содержит 16 стандартов на текстильные материалы и изделия различного назначения.

Стандарты экологического менеджмента включают в себя требования к системам управления окружающей средой предприятий и организаций, экологическому аудиту, оценке жизненного цикла продукции, экологической маркировке. Основой этой группы стандартов являются стандарты ИСО серии 14000, разработанные Международной организацией по стандартизации.

Экономические методы управления предполагают использование стоимостных рычагов, побуждающих все хозяйственные звенья к реализации государственной экологической политики. К таким рычагам относятся:

- рентные платежи;
- платежи за использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды (экологический налог);
- штрафы за нарушение экологических стандартов и лимитов природопользования;
- система налоговых льгот, льготное кредитование, субсидирование и др.

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.

12.2 ПРИРОДООХРАННОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО

Важным фактором охраны природной среды и рационального природопользования является их правовое обеспечение. Правовое регулирование природопользования и природоохранной деятельности осуществляется на базе совокупности нормативно-правовых актов, к которым относятся законы, указы, директивы президента, постановления и распоряжения правительства, нормативные акты министерств и ведомств, а также международные правовые акты.

Современное белорусское природоохранное законодательство начало формироваться с 1991 года. Его основу сегодня составляют Конституция Республики Беларусь и законы в области охраны окружающей среды.

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

Важным шагом в обеспечении правовой защиты природы в республике является принятый в 1992 году Закон «Об охране окружающей среды». 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 нем определены роль высшего законодательного органа республики, правительства и местных советов в выработке и реализации экологической политики, установлена юридическая основа для процесса экологической экспертизы, экологического мониторинга, выделения природных охраняемых территорий и зон экологического бедствия; предусмотрено создание внебюджетных фондов для финансирования мероприятий по защите окружающей среды.

Закон «Об охране окружающей среды» является комплексным нормативным актом, который регулирует природоохранные отношения в сфере всей окружающей среды, не выделяя отдельные объекты. По-

этому наряду с ним действуют другие законы, регулирующие отношения в конкретных сферах:

- «О государственной экологической экспертизе»;
- «О налоге за пользование природными ресурсами (экологический налог)»;
- «Об особо охраняемых природных территориях и объектах»;
- «Об охране атмосферного воздуха»;
- «Об охране озонного слоя»;
- «Об охране и использовании животного мира»;
- «О растительном мире»;
- «Об обращении с отходами»;
- Кодекс Республики Беларусь о земле;
- Водный кодекс Республики Беларусь;
- Кодекс Республики Беларусь о недрах;
- Лесной кодекс Республики Беларусь.

Нарушение природоохранного законодательства субъектами хозяйствования или отдельными гражданами влечет за собой:

- административную,
- дисциплинарную,
- материальную,
- уголовную ответственность.

Наиболее распространенными являются меры *административной ответственности* – штрафы, предупреждения, запреты (временное закрытие предприятий или запрет на пользование природными ресурсами).

Дисциплинарная ответственность предусматривается за неисполнение или ненадлежащее исполнение конкретными работниками своих должностных обязанностей в области охраны окружающей среды. К мерам такой ответственности относятся выговоры, лишения премий, понижения в должности.

Материальная ответственность наступает при нанесении ущерба государству, другим хозяйственным объектам или гражданам при наличии всего набора признаков правонарушения. Обязанность возмещать ущерб возникает при предъявлении исков от пострадавшей стороны или контролирурующих организаций.

К *уголовной ответственности* привлекаются субъекты, виновные в нанесении значительного ущерба природной среде, в действиях которых содержатся признаки общественной опасности. Конкретные составы экологических преступлений установлены в Уголовном кодексе РБ, в частности, умышленное уничтожение или значительное повреждение лесных массивов путем поджога или неосторожного обращения с огнем, незаконная рубка леса и др.

Законодательство последних лет является шагом вперед в деле правового регулирования природоохранной деятельности. В то же время сейчас ведется дальнейшая работа по его совершенствованию. Разрабатывается экологический кодекс РБ.

12.3 СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

На международном уровне в последние годы нашли широкое применение стандарты, разработанные международной организацией по стандартизации (ISO). В области охраны окружающей среды ISO предложила стратегический подход к решению экологических проблем, развивая семейство стандартов ISO 14000 на системы экологического менеджмента.

Отличительной чертой ISO 14000 служит то, что они являются не техническими стандартами, а стандартами процесса. Они ориентированы не на количественные параметры (объем выбросов, концентрации веществ и т.п.) и не на технологии (требование использовать или не использовать определенные технологии, требование использовать "наилучшую доступную технологию"). Основным предметом ISO 14000 является система управления окружающей средой (СУОС).

Включенные в стандарты руководящие указания применимы к любой организации независимо от ее масштаба, типа и уровня подготовленности, которая заинтересована в том, чтобы создать, внедрить или улучшить систему управления окружающей средой. Организация обладает свободой и гибкостью в определении своих пределов и может внедрить эти стандарты в рамках всей организации, либо ее отдельной функциональной единицы, либо отдельных видов деятельности. Уровень детализации и сложности СУОС, объем документации и выделяемые ресурсы будут зависеть от масштаба организации и характера ее деятельности.

Центральным документом стандартов серии ISO 14000 является ISO 14001 «Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению». Данный стандарт не содержит никаких «абсолютных» требований к воздействию организации на окружающую среду, за исключением того, что организация в специальном документе должна объявить о своем стремлении соответствовать национальным стандартам в области охраны окружающей среды.

В настоящее время в Беларуси принят ряд стандартов ИСО серии 14000 в качестве национальных.

Согласно определению, приведенному в стандарте СТБ ИСО 14001, *система управления окружающей средой* – часть общей системы управления, которая включает в себя организационную структуру,

планирование, ответственность, методы, процедуры, процессы и ресурсы, обеспечивающие выполнение природоохранных требований.

На рисунке 12.2 приведена обобщенная модель системы управления окружающей средой.

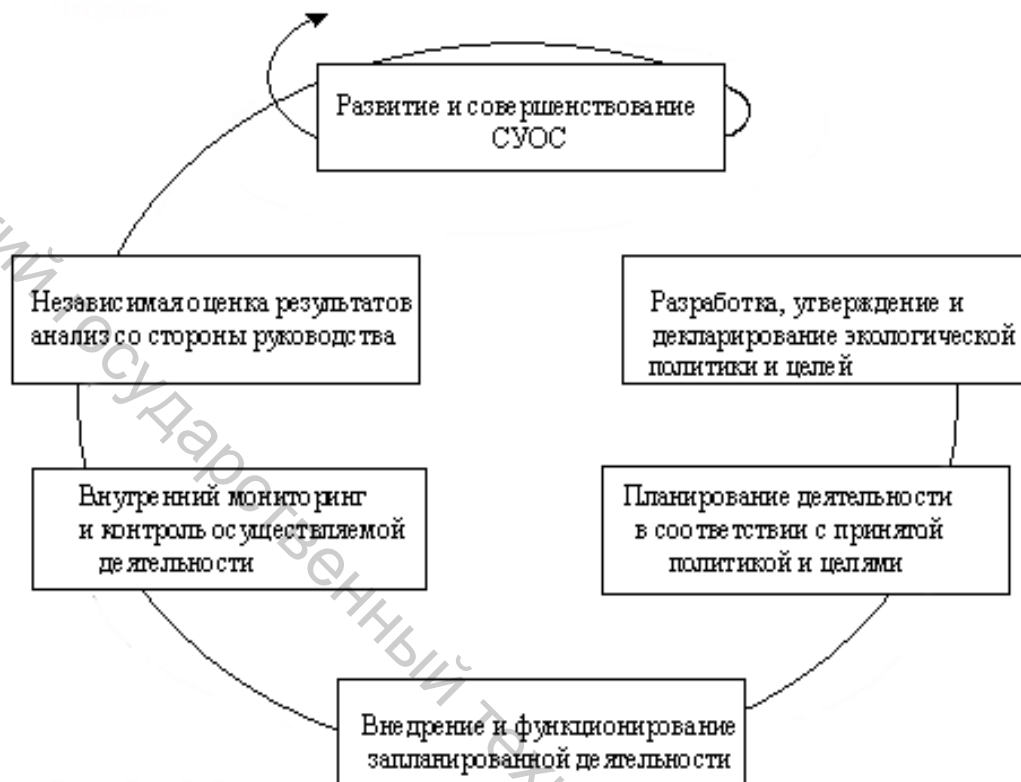


Рисунок 12.2 – Обобщенная модель системы управления окружающей средой

Модель системы управления окружающей средой отражает схематически позицию организации, которая признает следующие принципы.

Принцип 1. Обязательства и политика. Организация должна определить свою экологическую политику и принять на себя обязательства в отношении СУОС.

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

Экологическая политика должна включать в себя следующие основные обязательства:

- обеспечение соответствия действующему законодательству и инструкциям;

- непрерывное совершенствование всех работ, влияющих на окружающую среду;
- недопущение загрязнения и т.п.

Принцип 2. Планирование. Основываясь на знании определенного состояния окружающей среды организации, указанные выше обязательства должны быть детализированы в программах и направлены на улучшение управления отдельными аспектами окружающей среды – элементами деятельности организации, ее продукции или услуг, которые могут взаимодействовать с окружающей средой. Таким образом, организация должна разработать план реализации своей экологической политики.

На стадии планирования необходимо, во-первых, выбрать экологические аспекты, которые будут учитываться при работе СУОС. Необходимо, чтобы на предприятии постоянно производилось обновление информации по следующим аспектам:

- выбросы в воздух;
- сбросы в воду;
- удаление и очистка сточных вод;
- радиоактивное заражение местности;
- использование сырья и природных ресурсов;
- другие локальные экологические и общественные проблемы.

Во-вторых, организация должна создать и поддерживать в рабочем состоянии систему «отслеживания» постоянно изменяющихся требований законодательных актов, касающихся экологических аспектов ее деятельности, продукции и услуг.

В-третьих, в организации должны быть определены целевые и плановые экологические показатели. При установлении и анализе целевых показателей необходимо учитывать требования действующих законодательных актов. Целевые и плановые экологические показатели должны быть согласованы с экологической политикой организации. В соответствии с требованиями стандарта СТБ ИСО 14001 целевые показатели должны быть конкретными, а плановые показатели – по возможности, измеряемыми количественно.

В-четвертых, на стадии планирования должна быть выработана программа управления окружающей средой. Эта программа должна включать:

- распределение ответственности за достижение целевых и плановых экологических показателей;
- средства и сроки, в которые они должны быть достигнуты.

Принцип 3. Внедрение и функционирование. С целью эффективной реализации организация должна создать возможности и разработать механизмы поддержки, необходимые для осуществления своей экологической политики.

гической политики и достижения целевых и плановых экологических показателей.

Первым этапом стадии внедрения является распределение между конкретными людьми обязанностей, ответственности и полномочий.

Далее организация должна определить свои потребности в обучении персонала. Это обусловлено тем, что персонал, выполняющий работы, которые могут оказать значительное воздействие на окружающую среду, должен обладать компетентностью, и поэтому необходимо, чтобы он прошел соответствующее обучение.

Следующим этапом внедрения является установление внутренних связей между различными уровнями и подразделениями организации. Должна быть разработана и внедрена система управления документами, относящимися к экологической деятельности предприятия. Эта система должна обеспечить быстрый поиск необходимого документа, облегчить проведение периодического анализа и его пересмотра на предмет адекватности.

Организация должна построить и обеспечить функционирование системы, позволяющей предупредить возникновение катастроф и аварийных ситуаций.

Принцип 4. Измерение и оценка. Организация должна проводить измерение, контроль и оценку своей экологической эффективности.

При переходе к этому этапу 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. Любое корректирующее или предупреждающее действие, предпринятое для устранения причин выявленного несоответствия, должно быть пропорционально важности проблемы и соразмерно выявленному воздействию на окружающую среду.

Вся информация, относящаяся к функционированию СУОС и к состоянию окружающей среды должна документироваться в форме зарегистрированных данных.

На предприятии должна быть составлена программа и представлены процедуры периодических аудитов системы управления окружающей средой.

Принцип 5. Анализ со стороны руководства. Завершающей стадией этапа проверок и корректировок является анализ СУОС 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. В результате анализа возможно внесение изменений в экологическую политику, в целе-

вые 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. И, наоборот, по уровню экологической эффективности предприятия можно оценивать адекватность функционирования системы экологического менеджмента.

Организация должна анализировать и постоянно улучшать СУОС с тем, чтобы повышать свою общую экологическую эффективность.

12.4 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Современный подход к проблемам окружающей среды предусматривает переход от мер по ликвидации отрицательных последствий хозяйственного воздействия на природу к мероприятиям, предупреждающим это отрицательное воздействие. Важным инструментом предупреждения негативных антропогенных воздействий на природу является экологическая экспертиза проектов хозяйственного развития.

Экологическая экспертиза – система комплексной оценки всех возможных экологических и социально-экономических последствий осуществления планируемой хозяйственной деятельности, направленная на предотвращение ее отрицательного влияния на окружающую среду и на решение намеченных задач с наименьшими затратами ресурсов.

Экологическая экспертиза может быть государственной и общественной.

Государственная экологическая экспертиза – установление соответствия проектной документации по планируемой деятельности требованиям законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов. Она является обязательным элементом процесса планирования, проектирования и принятия решений о социально-экономическом развитии, осуществления хозяйственной и иной деятельности на территории республики.

Общественная экологическая экспертиза организуется и проводится по инициативе граждан и общественных объединений, а также органов местного самоуправления. Она может проводиться независимо от государственной экологической экспертизы для тех же объектов. Заключение общественной экологической экспертизы может направляться в органы, которые проводят государственную экологическую экспертизу, местные исполнительные и распорядительные органы, а также иным заинтересованным лицам и носит рекомендательный характер.

Государственная экологическая экспертиза проводится для следующих объектов:

- градостроительные проекты, архитектурные проекты застройки территорий;
- обоснования инвестиций в строительство, архитектурные и строительные проекты объектов;
- проекты территориальных комплексных схем рационального использования ресурсов и охраны окружающей среды;
- проекты водоохранных 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, в которых устанавливаются требования в области охраны окружающей среды и др.

Целями государственной экологической экспертизы являются:

- определение достаточности и обоснованности мер по охране окружающей среды, предусмотренных проектным решением планируемой хозяйственной или иной деятельности;
- определение уровня экологической опасности, которая может возникнуть в процессе осуществления планируемой деятельности и прямо или косвенно оказать воздействие на окружающую среду;
- предупреждение возможных неблагоприятных воздействий планируемой деятельности на окружающую среду и связанных с ними негативных последствий.

Государственная экологическая экспертиза проводится с соблюдением следующих основных принципов:

- предотвращения вредного воздействия на окружающую среду;
- обязательности проведения государственной экологической экспертизы до утверждения проектной или иной документации по объектам государственной экологической экспертизы;
- учета суммарного вредного воздействия на окружающую среду осуществляемой и планируемой хозяйственной и иной деятельности;
- достоверности и полноты информации, содержащейся в проектной или иной документации, представленной на государственную экологическую экспертизу;
- законности и объективности заключений государственной экологической экспертизы;
- гласности и учета общественного мнения.

До принятия решения о реализации проектных решений инициатор планируемой хозяйственной или иной деятельности представляет в Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды документы, характеризующие уровень экологической безопасности планируемой деятельности и содержащие перечень мероприятий по предотвращению негативных воздействий на окружающую среду. Документы должны включать отчет о результатах проведения оценки воздействия на окружающую среду.

Оценка воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной или иной деятельности – это деятельность, осуществляемая на стадии разработки проектной документации и направленная на определение возможного воздействия на окружающую среду при реализации проектных решений, предполагаемых изменений окружающей среды, а также прогнозирование ее состояния в будущем в целях принятия решения о возможности или невозможности принятия проектных решений.

Оценка воздействия на окружающую среду организуется инициатором планируемой деятельности и проводится одновременно с разработкой проектной документации в целях выявления и принятия необходимых и достаточных мер по предупреждению и минимизации возможного негативного воздействия этой деятельности на среду.

Государственная экологическая экспертиза проводится уполномоченными должностными лицами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, областных (Минского городского) комитетов природных ресурсов и охраны окружающей среды. В случае экспертизы сложных проектных решений могут создаваться экспертные комиссии с привлечением специалистов государственных и иных организаций РБ, международных организаций и иностранных государств, обладающих специальными познаниями в определенных областях науки, техники и иных сферах деятельности.

В ходе проведения экспертизы особое внимание уделяется следующим вопросам:

- 1) обоснованность осуществления данного вида деятельности и выбора способов ее реализации, прогрессивность предлагаемых технических, инженерных и архитектурно-планировочных решений, комплексность использования материальных, сырьевых и энергетических ресурсов;

- 2) полнота выявления факторов воздействия и степень их экологической опасности, масштабы вероятного влияния хозяйственной деятельности на окружающую среду;

- 3) достаточность предусмотренных проектной документацией мер по обеспечению требований природоохранного законодательства, а также мер по предупреждению возможных аварийных ситуаций и ликвидации их последствий;

4) наличие в проектной документации решений по организации контроля за обеспечением экологической безопасности при реализации запланированной хозяйственной или иной деятельности;

5) наличие в проектной документации информации об экологических, социальных и экономических последствиях и ее достоверность;

6) оценка уровня экологической опасности производимой продукции и образующихся при этом отходов производства, наличие решений по переработке этих отходов.

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.

12.5 ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ

Экологическое аудирование – это независимая проверка предприятий, фирм и организаций, направленная:

- на сбор информации о сбросах (выбросах) загрязняющих веществ, удалении отходов и других процессах, вызывающих загрязнение окружающей среды;
- на оценку этой информации с точки зрения соблюдения природоохранных нормативов;
- на оказание помощи субъектам хозяйствования в определении путей и способов уменьшения риска воздействия на окружающую среду.

Экологический аудит проводится в целях:

- обеспечения охраны окружающей среды и рационального природопользования;
- повышения качества природоохранной деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих хозяйственную и иную деятельность;
- оценки деятельности аудируемого субъекта, опасности его объектов и причиненного вреда окружающей среде;
- определения возможностей и направлений последующей деятельности аудируемого субъекта на конкретной территории и необходимости осуществления мероприятий по восстановлению окружающей среды.

Таким образом, экологический аудит позволяет своевременно выявить проблемы предприятия и снизить его природоохранные расходы в будущем.

Объектами экологического аудита являются:

- окружающая среда в границах санитарно-защитной зоны аудируемых объектов, в процессе деятельности которых оказывается воздействие на окружающую среду;
- хозяйственная и иная деятельность, а также сооружения, производства, цеха и иные объекты, эксплуатация которых оказывает или может оказать воздействие на состояние окружающей среды;
- документация экодерируемого субъекта (проектная, техническая, технологическая, эксплуатационная и др.);
- бизнес-планы инвестиционных проектов при проведении модернизации или реконструкции действующего производства, а также при создании нового производства и ежегодные бизнес-планы развития хозяйственной и иной деятельности, при которой имеется вероятность возникновения экологического риска;
- другие объекты, связанные с охраной окружающей среды, использованием природных ресурсов, обеспечением экологической безопасности.

Экологический аудит может быть обязательным и инициативным.

Обязательный аудит проводится в случаях, предусмотренных законодательными актами.

Инициативный аудит осуществляется по решению заказчика экологического аудита, определяющего цели, направленность и объекты экологического аудита.

На первом этапе проведения экологического аудита определяются его цели, области и критерии, по которым он будет проводиться. Затем осуществляется обзор и анализ соответствующей документации и разрабатывается план аудита.

В соответствии с намеченным планом проводится инспекция аудируемого объекта в целях изучения его воздействия на окружающую среду. При этом ведется наблюдение за воздушной эмиссией вредных веществ; наличием посторонних запахов, нехарактерных для ревизируемого объекта; сбросами сточных вод; наличием фактов разлива загрязняющих веществ; условиями хранения токсичных материалов и ядовитых отходов; отбором проб и выполнением анализов; соблюдением технологических регламентов; состоянием санитарно-защитной зоны и прилегающих территорий; непредвиденными (залповыми) выбросами и сбросами. Для более глубокого понимания экологических проблем объекта аудитор проводит интервью со специалистами, компетентными в своей области.

По результатам экологического аудита составляется отчет, в котором отмечаются положительные и отрицательные моменты, а также предлагаются меры по устранению вредного воздействия объекта на окружающую среду.

12.6 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ

Жесткая необходимость принятия неотложных мер по повышению экологической безопасности и охраны окружающей среды привела к использованию для этих целей процедур сертификации.

Экологическая сертификация – это деятельность по подтверждению соответствия объектов экологической оценки требованиям нормативных правовых актов (НПА) и технических нормативных правовых актов (ТНПА) в области охраны окружающей среды.

Целями экологической сертификации являются:

- удостоверение соответствия объекта экологической оценки требованиям НПА и ТНПА в области охраны окружающей среды;
- защита потребителей от приобретения (использования) товаров, работ и услуг, в том числе импортных, представляющих опасность для окружающей среды;
- предотвращение загрязнения окружающей среды при производстве, использовании и переработке всех видов продукции;
- содействие внедрению экологически безопасных производств, технологических процессов и оборудования;
- содействие экспорту и повышение конкурентоспособности отечественной продукции;
- выполнение международных обязательств Республики Беларусь в области охраны окружающей среды.

Экологическая сертификация предусматривает оценку соответствия следующих объектов:

- систем управления окружающей средой;
- продукции;
- компетентности персонала в выполнении услуг в области охраны окружающей среды;
- услуг в области охраны окружающей среды.

Основными условиями проведения работ по экологической сертификации являются:

- наличие утвержденных в установленном порядке требований по охране окружающей среды, на соответствие которым проводится сертификация, аттестованных методик испытаний объектов сертификации;
- наличие аккредитованных в соответствии с нормативными документами испытательных лабораторий (центров), специалистов в области экологической сертификации.

Необходимо отметить, что ранее экологические требования в отдельную проблему не выделялись, поэтому в разрабатываемых ГОСТах

и ТУ на продукцию они либо не приводились, либо приводились в числе прочих. Указанное обстоятельство требует пересмотра стандартов и разработки новых, но уже в соответствии с практикой Евросоюза.

Экологическая сертификация проводится Национальным органом по оценке соответствия РБ и соответствующими аккредитованными органами в этой области.

В настоящее время предусмотрена обязательная и добровольная экологическая сертификация.

Обязательная сертификация проводится для подтверждения соответствия объектов экологической оценки соответствия, включенных в Перечень продукции, услуг, персонала и иных объектов оценки соответствия, подлежащих обязательному подтверждению соответствия в РБ, осуществляемого аккредитованным органом по экологической сертификации. Обязательная экологическая сертификация проводится на основании НПА и ТНПА по показателям, установленным в этих документах.

Добровольная сертификация проводится по инициативе заявителя аккредитованным органом по экологической сертификации на соответствие требованиям НПА и ТНПА в области охраны окружающей среды.

После проведения работ по экологической сертификации принимается решение о возможности выдачи экологического сертификата соответствия. Заявителям, подтвердившим соответствие своей продукции, системы управления окружающей средой, услуги в области охраны окружающей среды, предоставляется право маркировать экологическим знаком соответствия (рисунок 12.2) свою продукцию, эксплуатационную и товаросопроводительную документацию, рекламные материалы. Это существенно повышает ее конкурентоспособность.



Рисунок 12.2 – Знак экологического соответствия, применяемый в РБ

Необходимость проведения экологической сертификации текстильной продукции обусловлена двумя основными факторами.

Первый фактор – это желание современного потребителя быть уверенным в качестве, в том числе и в экологической чистоте, приобретаемой текстильной продукции. Потребитель должен быть уверен, что продукция не содержит токсичных веществ (или содержание этих веществ не превышает установленных пределов) и не представляет угрозы для здоровья. Особенно это касается детского ассортимента текстильной продукции.

Второй фактор – необходимость более широкого поступления текстильной продукции на мировой рынок. Отсутствие экологического сертификата, соответствующего Международному Стандарту, на отечественную текстильную продукцию может существенно ограничить это поступление.

В основе Международных Стандартов, определяющих экологическое качество текстильной продукции, лежат Стандарты Международной Ассоциации по проведению научных исследований и испытаний в области экологии текстильного производства ОЕКО-ТЕХ-100 (ЭКО-ТЕКС 100). Стандарт содержит 16 отдельных стандартов на текстильные материалы и изделия в различного назначения. Он предполагает выполнение экологических требований на следующих этапах жизненного цикла текстильной продукции:

- выращивание природного волокна и его первичная переработка;
- прядение и ткачество;
- отделочное производство;
- производство готового текстильного материала;
- пошив и поставка изделия.

Проверке подлежат следующие параметры:

- значение pH раствора, в который помещается текстильное изделие;
- содержание летучих органических соединений (формальдегид, толуол, стирол и др.);
- содержание хлорированных органических соединений (хлорфенолы, хлорбензолы, хлортолуолы и др.), которые могут попадать в изделия в результате использования на различных стадиях отделки текстильных материалов хлорсодержащих реагентов;
- содержание пестицидов и гербицидов (алдрин, карбонил, диелдрин, эндосульфат, гектахлор и др.), которые используются в

- содержание продуктов деструкции красителей;
- наличие пентахлорфенола, который употребляется при десикации хлопчатника и несет диоксины;
- наличие тяжелых металлов (мышьяка, свинца, ртути, меди, хрома, кобальта, никеля).

Создание и внедрение систем экологического управления субъектов хозяйствования, их сертификация, а также экологическая сертификация продукции способствуют эффективной реализации национальной стратегии устойчивого развития, активному привлечению белорусских предприятий к использованию современных экологически ориентированных методов управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Антропогенный период является революционным в истории Земли. По масштабам своей деятельности на планете человечество проявляет себя как величайшая геологическая сила. Его технические возможности изменять природную среду возросли и достигли своей высшей точки в эпоху научно-технического прогресса. Современный человек распространил свое влияние с отдельных процессов, происходящих в природе, на их совокупности, тесно переплетенные между собой, затронув тем самым механизмы, определяющие целостное функционирование природной среды.

Создается впечатление, что человек становится все менее зависимым от природы, подчиняя ее своему влиянию, преобразая в соответствии со своими целями. Однако, как выяснилось, рост могущества человека ведет к усилению отрицательных для природы и, в конечном счете, опасных для существования человека последствий его деятельности. Адаптационные механизмы биосферы не могут справиться с нейтрализацией увеличивающегося количества вредных для ее нормального функционирования антропогенных факторов, и естественные системы начинают разрушаться. Сегодня мы говорим о глобальном экологическом кризисе, в котором объединились глобальные энергетическое и химическое загрязнения, потеря видового разнообразия, снижение надежности экосистем и др.

Сложившаяся ситуация заставляет человечество интенсивно искать путь в будущее. Общество, его институты, ООН и национальные правительства выбирают путь экологически ориентированного социально-экономического развития.

Экологизация жизни стала насущной задачей. Ответственность перед будущими поколениями побуждает к максимальной рационализации природопользования. Важную роль в формировании комплексной и гармоничной системы природопользования играют образование и наука, так как представляют информацию, которая способствует росту знания человеком природы. Дальнейший прогресс знаний, их освоение всеми слоями населения является той базой, которая позволит человечеству справиться с современными экологическими проблемами и выйти на новый этап развития. Возможно, это и будет та ноосфера, о которой мечтал В.И. Вернадский.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимова, Т. А. Экология : учебник для вузов / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. – Москва : ЮНИТИ, 1998. – 445 с.
2. Гигиенические нормативы "Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест" – Минск : ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены», 2008. – 160 с.
3. Горелов, А. А. Экология : учеб. пособие / А. А. Горелов. – Москва : Центр, 1998. – 240 с.
4. Гридэл, Т. Е. Промышленная экология : учеб. пособие для вузов : пер. с англ. / Т. Е. Гридэл, Б. Р. Алленби / под ред. проф. Э. В. Гирусова. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 527 с.
5. Жуков, А. И. Методы очистки производственных сточных вод / А. И. Жуков, К. Л. Монгайт, И. Л. Родзиллер. – Москва : Стройиздат, 1977. – 204 с.
6. Инструкции о порядке установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от 23.06.2009 г. – Минск, 2009. – 24 с.
7. Кормилицин, В. И. Основы экологии : учеб. пособие / В. И. Кормилицин. – Москва : Интерстиль, 1997. – 368 с.
8. Ласкорин, Б. Н. Безотходная технология в промышленности / Б. Н. Ласкорин, Б. В. Громов, А. П. Цыганкова, В. Н. Сенин. – Москва : Стройиздат, 1986. – 160 с.
9. Ливчак, И. Ф. Охрана окружающей среды : учеб. пособие / И. Ф. Ливчак, Ю. В. Воронов. – Москва : Стройиздат, 1988. – 191 с.
10. Маврищев, В. В. Основы общей экологии : учеб. пособие / В. В. Маврищев. – Минск : Выш. шк., 2000. – 317 с.
11. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. Минск, 2004.
12. Никитин, Г. Н. Отходы производства легкой промышленности. – М. : Легкая индустрия, 1973.
13. Ольшанский, А. И. Основы энергосбережения : курс лекций / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский, Н. В. Беяков. – Витебск : УО «ВГТУ», 2007. – 223 с.
14. Охрана окружающей среды : учеб. для техн. спец. вузов / под ред. С. В. Белова. – Москва : Высшая школа, 1991. – 319 с.

15. Пальгунов, П. П. Утилизация промышленных отходов / П. П. Пальгунов, М. В. Сумароков. – Москва : Стройиздат, 1990. – 352 с.

16. Правила проведения экологического аудита. – Минск : Мин-Природы, 2006. – 35 с.

17. Пугачев, Е. А. Методы и средства защиты окружающей природной среды в легкой промышленности / Е. А. Пугачев. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 240 с.

18. Реймерс, Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н. Ф. Реймерс. – Москва : Журнал «Россия молодая», 1994. – 367 с.

19. Реймерс, Н. Ф. Охрана природы и окружающей человека среды : словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – Москва : Просвещение, 1992. – 320 с.

20. Родионов, А. И. Техника защиты окружающей среды : учебник для вузов / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, Н. С. Торочешников. – Москва : Химия, 1989. – 512 с.

21. СанПиН 2.1.2.12-33-2005. Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения. – Минск : ГУ "Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья", 2005. – 24 с.

22. 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 – Минск : ГУ "Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья", 2009. – 50 с.

23. Состояние природной среды Беларуси : Экологический бюллетень 2007 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск : Минсктиппроект, 2008. – 376 с.

24. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 2008 г. / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2009. – 406 с.

25. 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. – 28 с.

26. СТБ ИСО 14004–2005. Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования. Введ. 2006 – 01 – 01. – Минск : Гос. комитет по стандартизации. – Минск : БелГИСС, 2005. – 44 с.

27. СТБ ИСО 14031–2003. Управления окружающей средой. Оценка экологической эффективности. Общие требования. – Минск : Гос. комитет по стандартизации. – Минск : БелГИСС, 2003. – 38 с.

28. СТБ ИСО 14040–2000. Управления окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура. – Минск : БелГИСС, 2000. – 25 с.

29. СТБ ИСО 14041–2001. Управления окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Параметрический анализ жизненного цикла. – Минск : БелГИСС, 2001. – 32 с.

30. СТБ ИСО 14042–2003. Управления окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия жизненного цикла. – Минск : БелГИСС, 2003. – 31 с.

31. 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. – 31 с.

32. СТБ 17.06.03–01–2008. Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Охрана поверхностных вод от загрязнения. Общие требования. – Минск : Гос. комитет по стандартизации. – Минск : БелГИСС, 2008. – 24 с.

33. СТБ П 5.1.13–2008 Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Экологическая сертификация. Порядок экологической сертификации продукции. введ. 01.07.2009 – Минск : Госстандарт, 2009. – 26 с.

34. ТКП 5.1.07–2007 (03220). Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Экологическая сертификация. Порядок экологической сертификации услуг в области охраны окружающей среды. Введ. 2008 – 01– 01 – Минск : Госстандарт, 2008. – 26 с.

35. ТКП 5.1.15–2008 (03220). Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Экологическая сертификация. Основные положения. введ. 2008 – 11 – 01 – Минск : Госстандарт, 2008. – 7 с.

36. ТКП 5.1.17–2008 (03220). Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Экологическая сертификация. Порядок сертификации систем управления окружающей средой. введ 2009 – 07 – 01 – Минск : Госстандарт, 2008. – 20 с.

37. Тимонова, Е. Т. Основы экологии и экономика природопользования : пособие для студентов экономических специальностей / Е. Т. Тимонова, И. А. Тимонов. – Витебск : УО «ВГТУ», 2006. – 100 с.

38. Челноков, А. А. Основы промышленной экологии : учеб. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. – Минск : Выш. шк., 2001. – 343 с.

39. Челноков, А. А. Охрана окружающей среды : учеб. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. – 2-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 2001. – 255 с.

40. Шимова, О. С. Основы экологии и экономика природопользования: учебник / О. С. Шимова, Н. К. Соколовский. – Минск : БГЭУ, 2002. – 367 с.

41. Штокман, Е. А. Очистка воздуха : учеб. пособие / Е. А. Штокман. – Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 312 с.

42. Экологический энциклопедический словарь / Научно-редакционный совет под предс. В. И. Данилова-Данильяна. – Москва : Издательский дом «Ноосфера», 1999. – 930 с.

43. Экология и безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для вузов / под ред. Л. А. Муравья. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 447 с.

Витебский государственный технологический университет

Учебное издание

Тимонова Елена Тимофеевна
Тимонов Иван Афанасьевич

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Учебно-методическое пособие

Редактор В.Н. Потоцкий
Технический редактор А.В. Гречаников
Корректор М.В. Самкович
Компьютерная верстка А.В. Гречаников

Подписано к печати _____ Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная № 1.
Гарнитура «Таймс». Усл. печ. листов _____ Уч./издат. листов _____
Тираж _____ экз. Зак. № _____

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет» 210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»
Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.