

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тульский государственный университет»

Соколов Э.М., Панарин В.М., Зуйкова А.А.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Учебное пособие

*для магистрантов, обучающихся по направлению
280200 «Защита окружающей среды», по дисциплине
«Современные проблемы науки в области защиты
окружающей среды»*

Издательство ТулГУ

Тула 2010

ББК 26.23
УДК 502.7

Соколов Э.М. Современные проблемы науки в области защиты окружающей среды: учебное пособие /Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуйкова. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. – 400 с.

Рассмотрены некоторые черты современного состояния биосферы и процессы, происходящие в ней. Глобальные процессы образования и движения живого вещества в биосфере, связанные и сопровождающиеся круговоротом огромных масс вещества и энергии. Описываются некоторые аппараты очистки вентиляционных и технологических выбросов в атмосферу. Приводится их классификация.

Дается обоснование и описание перспективных направлений применения экологического аудита. Представлена программа развития экологического аудита в России, которая включает создание соответствующих правовых, нормативных и методических документов, переход на международные стандарты в сфере экологического аудита.

Учебное пособие предназначено для широкого круга специалистов-экологов, а также для студентов и аспирантов соответствующих специальностей.

Табл.: 16 . Ил.: 89. Библиогр.: 38 назв.

Рецензенты:

заведующий кафедрой промышленной безопасности и охраны труда Уфимского государственного нефтяного технического университета, доктор технических наук, профессор Ю.Р. Абдрахимов;

профессор кафедры безопасности жизнедеятельности Северо-Кавказского государственного технологического университета, доктор технических наук Ю.И. Кондратьев

ISBN

© Э.М. Соколов, В.М. Панарин,
А.А. Зуйкова, 2010
© Издательство ТулГУ, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БИОСФЕРЕ ЗЕМЛИ.....	7
1.1 Биосфера Земли.....	8
1.2 Природные зоны.....	11
1.3 Эволюция биосферы.....	18
1.4 Современное состояние биосферы.....	23
2. ОРГАНИЗАЦИЯ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОСФЕРЫ.....	38
2.1 Нарушение функционирования биосферы.....	38
2.2 Принцип замкнутости и будущее биосферы и человечест- ва.....	45
2.3 Глобальный кризис как нарушение замкнутости.....	53
2.4 Ноосфера как замкнутая система.....	54
3. МИНИМИЗАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННО- ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА БИОСФЕ- РУ.....	30
3.1 Экологические проблемы биосферы.....	30
3.2 Охрана биосферы и перспективы рационального природопользо- вания.....	34
3.3 Влияние человека и его деятельности на биосферу.....	28
3.4 Радиоактивное загрязнение биосферы.....	29
3.5 Ноксосферные зоны.....	
4. ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ ОТ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТ- ВИЙ.....	73
4.1 Атмосфера – внешняя оболочка биосферы.....	73
4.2 Загрязнение атмосферы.....	75
4.3 Требования к выбросам в атмосферу.....	76
4.4 Рассеивание выбросов в атмосфере.....	78
4.5 Оборудование для очистки выбросов.....	80
4.6 Производство и применение очистного оборудования.....	94
5. ЗАЩИТА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ОТ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙ- СТВИЙ.....	96
5.1 Вода – основа жизненных процессов в биосфере.....	96
5.2 Загрязнение природных вод.....	97
5.3 Средства защиты гидросферы.....	99
5.4 Механические средства защиты гидросферы.....	100
5.5 Физико-химические средства защиты гидросферы.....	106
5.6 Биологическая очистка.....	113
6. ЗАЩИТА ЛИТОСФЕРЫ ОТ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ...	123
6.1 Почва – важнейшая составляющая часть биосферы.....	123
6.2 Источники загрязнения почв.....	124
6.3 Контроль загрязнения почвы.....	130
6.4 Разработка пестицидов безопасных для пищевой цепи.....	130
6.5 Средства защиты литосферы.....	131

7. УТИЛИЗАЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ.....	116
7.1 Твердые бытовые отходы и их утилизация.....	116
7.2 Твердые промышленные отходы и их переработка.....	119
7.3 Способы обезвреживания жидких радиоактивных отходов...	122
8. СОЗДАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	57
9. МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ.....	65
9.1 Понятие «Экологическая система».....	65
9.2 Логико-информационный подход к моделированию промышленных экологических систем.....	65
9.3 Моделирование состояния экосистемы промышленного узла и управление им.....	67
10. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА И ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ...	136
10.1 Декларирование промышленной безопасности.....	136
10.2 Лицензирование деятельности опасного производственного объекта.....	144
10.3 Страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта.....	147
11. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ АУДИРОВАНИЕ.....	153
11.1 Система экологического аудирования в Российской Федерации как вид деятельности в области охраны окружающей среды и природопользования.....	153
11.2 Концепция Федерального Закона «Об экологическом аудите».....	158
11.3 Экологический аудит промышленного предприятия.....	168
12. МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИЙ С ВЫСОКОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ.....	179
12.1 Общие сведения о мониторинге.....	179
12.2 Организация мониторинга атмосферы.....	183
12.3 Посты наблюдений загрязнения атмосферного воздуха.....	191
12.4 Автоматизированная система наблюдений и контроля окружающей среды.....	195
12.5 Отбор проб атмосферного воздуха для анализа.....	196
12.6 Сбор и обработка данных о загрязнении атмосферного воздуха.....	197
12.7 Математическое моделирование процессов рассеяния вредных веществ в атмосферном воздухе.....	198
12.8 Прогноз загрязнения атмосферы.....	199
12.9 Оптимизация сети наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха.....	202
13. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ.....	203

13.1 Опасности и угрозы экологического характера.....	203
13.2 Место экологических чрезвычайных ситуаций в классификации чрезвычайных ситуаций.....	211
13.3 Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций...	214
13.4 Предупреждение чрезвычайных ситуаций.....	220
13.5 Ликвидация чрезвычайных ситуаций.....	221
13.6 Организация управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций.....	223
Заключение.....	248
Список литературы.....	249

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БИОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

1.1. Биосфера Земли

В эру научно-технического прогресса особое значение приобретают знания о жизненных процессах на Земле в целом. Важную роль в этих процессах играют живые организмы. За миллиарды лет, прошедшие с момента образования нашей планеты, они наполнили атмосферу кислородом и азотом, очистили её от углекислого газа, сформировали отложения известняка, нефти, природного газа. В процессе эволюции на Земле образовалась особая оболочка – биосфера (греч. *bios* «жизнь»). Этот термин первым ввёл в 1875 году Эдуард Зюсс, а учение о биосфере было создано в 1926 году Владимиром Ивановичем Вернадским. В основе учения В.И. Вернадского лежат представления о планетарной геохимической роли живого вещества и о самоорганизованности биосферы (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Планета Земля

Биосфера, по Вернадскому, – земная оболочка, область существования живого вещества. Она включает в себя не только живые организмы, но и изменённую ими среду обитания (кислород в атмосфере, горные породы органического происхождения и т.п.).

Биосфера является одной из геологических оболочек Земли или геосфер. На Земле также различают литосферу – твёрдую наружную оболочку

Земли, состоящую из осадочных пород и расположенных под ними гранитов и базальтов, гидросферу, включающую в себя все океаны, моря, озёра и реки, и атмосферу – газовую оболочку Земли. В состав биосферы входят верхние слои литосферы, нижний слой атмосферы (тропосфера) и вся гидросфера, связанные между собой сложными круговоротами веществ и энергии. Нижний предел жизни на Земле (до глубины 3 км) ограничен высокой температурой земных недр, верхний предел (20 км) – жёстким излучением ультрафиолетовых лучей (всё, что находится на высоте ниже 20 км, защищено от губительного излучения двадцатикилометровым озоновым слоем). Тем не менее, на границах биосферы можно найти, в основном, лишь микроорганизмы (обычно в виде спор); наибольшая же концентрация биомассы наблюдается у поверхности суши и океана, в местах соприкосновения оболочек. Организмы, составляющие биосферу, обладают поразительной способностью к размножению и распространению по планете.

Совокупная биомасса Земли составляет примерно $2,4 * 10^{12}$ т (около 0,01 % массы всей биосферы). 97 % из этого количества занимают растения, 3 % – животные. В настоящее время на Земле известно несколько миллионов видов живых организмов (рис. 1.2).

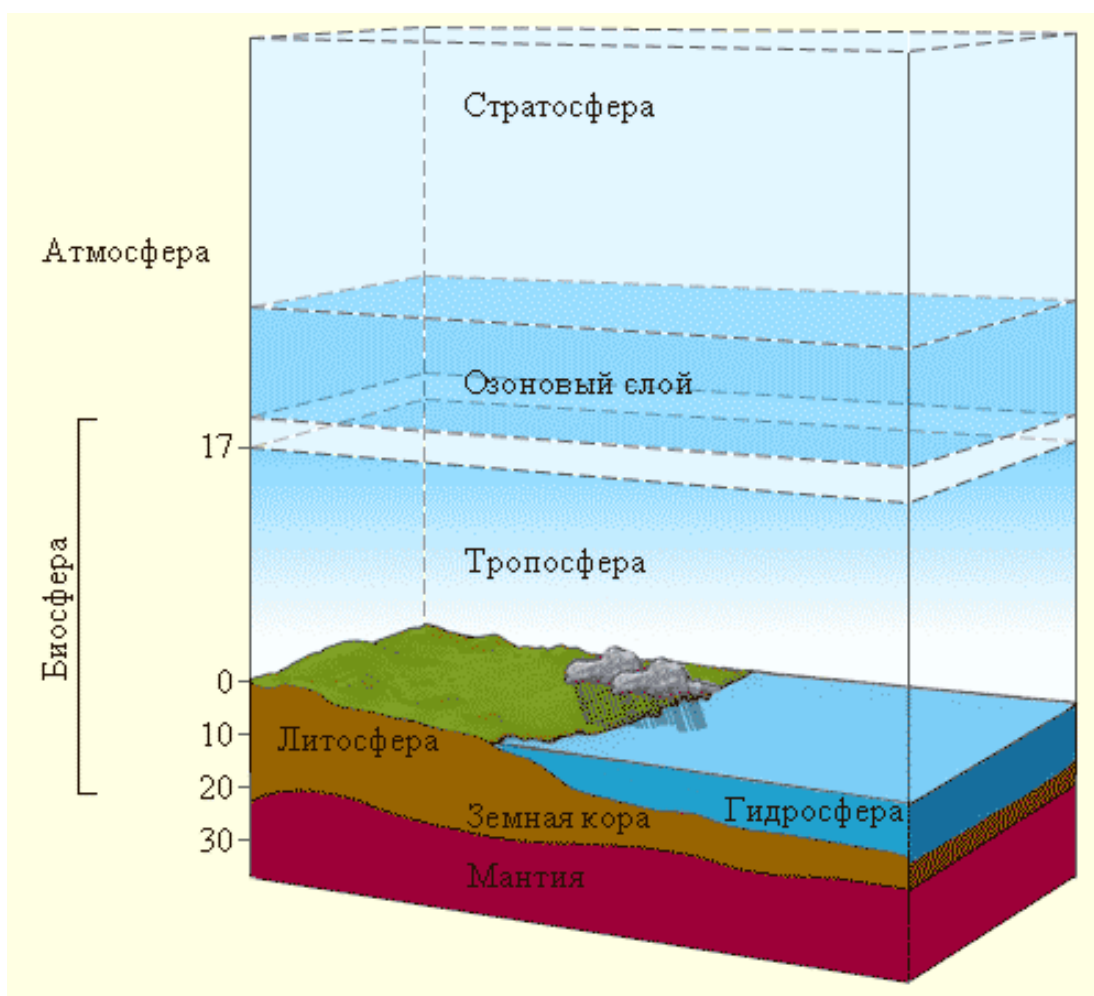


Рис. 1.2. Геосферы Земли

В учении о биосфере выделяют следующие основные подходы:

- энергетический (связь биосферных явлений с космическим излучением (прежде всего, излучением Солнца) и радиоактивными процессами в недрах Земли);
- биогеохимический (роль живого в распределении атомов в биосфере);
- информационный (принципы организации и управления в живой природе);
- пространственно-временной (формирование и эволюция различных структур биосферы);
- ноосферный (глобальные аспекты воздействия человека на окружающую среду).

Биосфера играет важную роль в распределении энергетических потоков на Земле. В год до Земли доходит около 10^{24} Дж солнечной энергии; 42 % из неё отражается обратно в космос, а остальное поглощается. Другим источником энергии является тепло земных недр. 20 % энергии переизлучается в мировое пространство в виде тепла, 10 % расходуется на испарение воды с поверхности Мирового океана. Зелёные растения преобразуют в процессе фотосинтеза около 10^{22} Дж в год, поглощают $1,7 * 10^8$ т CO_2 , выделяют около $11,5 * 10^7$ т кислорода и испаряют $1,6 * 10^{13}$ т воды. Исчезновение растений привело бы к катастрофическому накоплению углекислоты в атмосфере, и через сотню лет жизнь на Земле в её нынешних проявлениях погибла бы. Наряду с фотосинтезом в биосфере происходит почти такое же по масштабам окисление органических веществ в процессах дыхания и разложения (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Круговорот веществ в природе

В организмах содержатся все известные сегодня химические элементы. Если некоторые из них (водород, кислород, углерод, азот, фосфор и другие) являются основой жизни, то другие (рубий, платина, уран) имеются в организмах в очень малых количествах. Организмы участвуют в миграции химических элементов как прямо (выделение кислорода в атмосферу, окисление и восстановление различных веществ в почвах и гидросфере), так и косвенно (восстановление сульфатов, окисление соединений железа, марганца и других элементов). Биогенная миграция атомов вызвана тремя основными процессами: обменом веществ, ростом и размножением организмов. Огромную роль в биогеохимической активности играет человек, извлекая ежедневно в ходе добычи полезных ископаемых миллиарды тонн горной породы. Влияние человека на глобальные геохимические процессы с каждым годом только растёт.

1.2. Природные зоны

Расположение экологических сообществ на Земле носит ярко выраженную зональную структуру, связанную с изменением тепловых условий (прежде всего, потока солнечной энергии) на различных широтах. Природные зоны вытянуты в широтном направлении и сменяют друг друга при движении по меридиану. Собственная, высотная, зональность формируется в горных системах; в мировом же океане хорошо просматривается смена экологических сообществ с глубиной. Природные зоны тесно связаны с понятием ареала – области распространения данного вида организмов. Изучением закономерностей распределения биогеоценозов по поверхности Земли занимается биогеография (рис. 1.4).

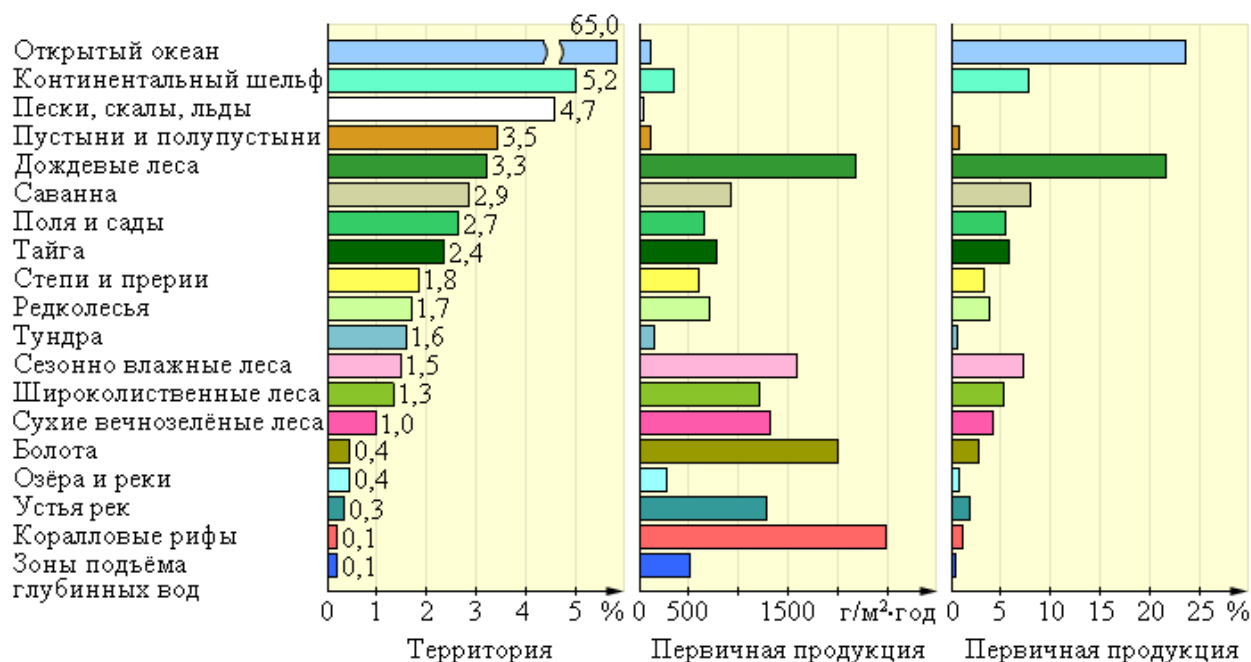


Рис. 1.4. Первичная продукция в различных природных зонах Земли

Земная суша разделена на 13 основных широтных поясов: арктический и антарктический, субарктический и субантарктический, северный и южный умеренные, северный и южный субтропические, северный и южный тропические, северный и южный субэкваториальные, экваториальный (рис. 1.5., 1.6).

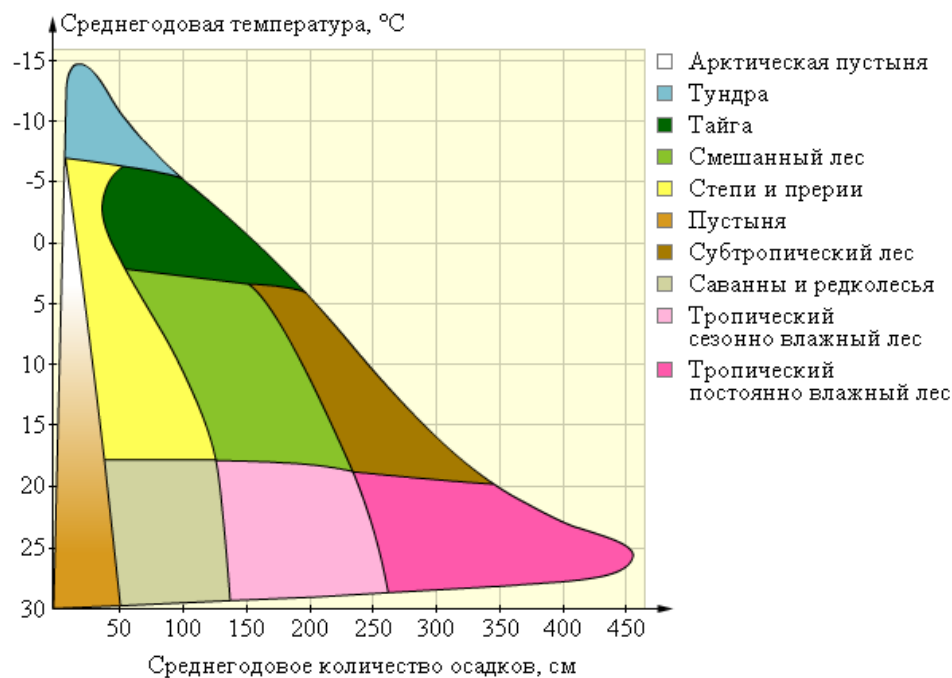


Рис. 1.5. Количество осадков и среднегодовая температура в различных участках суши

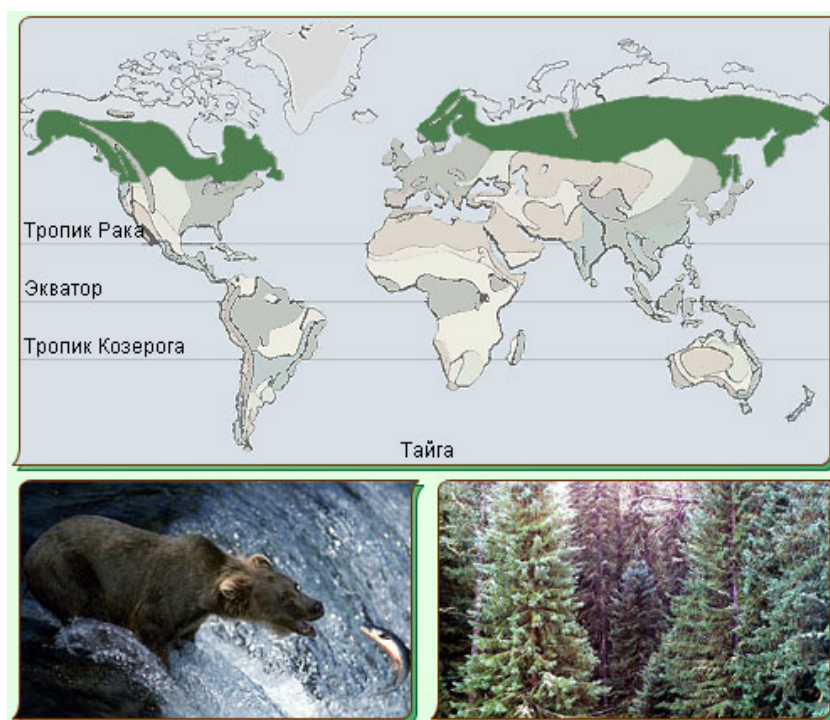


Рис. 1.6. Природные зоны (тайга)

Рассмотрим основные биогеографические зоны суши. Территорию вокруг полюсов охватывают холодные арктические (в Южном полушарии – антарктические) пустыни. Они отличаются крайне суровым климатом, обширными ледниковыми покровами и каменистыми пустынями, неразвитыми почвами, скудостью и однообразием живых организмов. Животные арктических пустынь связаны, в основном, с морем – это белый медведь, ластоногие, в Антарктиде – пингвины (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Приполярные районы Земли. Слева направо: арктическая пустыня (Гренландия), тундра (Якутия), лесотундра (Хибины)

Южнее арктических пустынь расположена тундра (фин. *tunturi* «безлесная возвышенность»); в Южном полушарии тундра представлена лишь на некоторых субантарктических островах. Холодный климат и почвы, подстилаемые вечной мерзлотой, определяют здесь преобладание мхов, лишайников, травянистых растений и кустарничков. Южнее появляются небольшие деревья (например, карликовая берёза), и тундра сменяется лесотундрой. Фауна тундры достаточно однородна и скудна: северные олени, песцы, лемминги и полёвки, а также обширные птичьи базары. Из насекомых обильны комары. Большинство позвоночных с наступлением зимы покидают тундру (откочёвывают или улетают в более тёплые края). Вблизи морей и океанов тундра и лесотундра сменяются зоной океанических лугов (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Природные зоны умеренных поясов. Слева направо: тайга (Саяны), широколиственный лес (Красноярский край), степь (Ставрополье), пустыня (Гоби)

Южнее лесотундры начинаются леса умеренной зоны; сначала хвойные (тайга), затем – смешанные, и наконец, широколиственные (Южный умеренный пояс практически полностью покрывает мировой океан). Умеренные леса занимают громадные территории в Евразии и Северной Америке. Климат здесь уже значительно теплее, и видовое разнообразие больше в несколько раз, чем в тундре. На подзолистых почвах доминируют крупные деревья – сосна, ель, кедр, лиственница, южнее – дуб, бук, берёза. Среди животных распространены хищные (волк, лиса, медведь, рысь), копытные (олени, кабаны), певчие птицы, отдельные группы насекомых.

Зону умеренных лесов сменяют лесостепь и затем степь. Климат становится теплее и засушливее, среди почв наибольшее распространение получают чернозёмы и каштановые почвы. Преобладают злаки, среди животных – грызуны, хищные (волк, лисица, ласка), хищные птицы (орёл, ястреб), пресмыкающиеся (гадюки, полозы), жуки. Большой процент степей занят сельскохозяйственными угодьями. Степи распространены на Среднем западе США, на Украине, в Поволжье и Казахстане.

Следующей за степью зоной является зона умеренных полупустынь и пустынь (Средняя и Центральная Азия, западная часть Северной Америки, Аргентина). Пустынный климат характеризуется малым количеством осадков, большими суточными колебаниями температуры. Водоёмы в пустынях, как правило, отсутствуют; лишь изредка пустыни пересекают крупные реки (Хуанхэ, Сырдарья, Амударья). Фауна отличается достаточным разнообразием, большинство видов приспособлены к обитанию в засушливых условиях.

При приближении к экватору умеренный пояс сменяют субтропики. В прибрежной полосе (северное побережье Средиземного моря, южный берег Крыма, Ближний Восток, юго-восток США, крайний юг ЮАР, южное и западное побережья Австралии, Северный остров Новой Зеландии) распространены вечнозелёные субтропические леса; вдали от моря находится лесостепь (в Северной Америке – прерии), степь и пустыни (последние – в Южной Австралии, на южном побережье Средиземного моря, в Иране и Тибете, Северной Мексике и западной части ЮАР). Животный мир субтропиков характеризуется смешением умеренных и тропических видов (рис. 1.9).



Рис. 1.9. Субтропические пояса. Слева направо: вечнозелёный лес (Абхазия), прерии (Небраска), пустыня (Каракумы)

Тропические влажные леса (Южная Флорида, Вест-Индия, Центральная Америка, Мадагаскар, Восточная Австралия) в значительной степени распаханы и используются под плантации. Крупные животные практически истреблены. Западный Индостан, Восточная Австралия, бассейн Параны в Южной Америке и Южная Африка – зоны распространения более засушливых тропических саванн и редколесий. Самая же обширная зона тропического пояса – пустыни (Сахара, Аравийская пустыня, Пакистан, Центральная Австралия, Западная Калифорния, Калахари, Намиб, Атакама). Огромные пространства галечных, песчаных, каменистых и солончаковых поверхностей здесь лишены растительности. Животный мир малочисленен (рис.1.10).



Рис. 1.10. Тропические пояса. Слева направо: лиственный лес (Коста-Рика), вельд (Южная Африка), пустыня (Намибия)

Субэкваториальные влажные леса сосредоточены в долине Ганга, южной части Центральной Африки, на северном побережье Гвинейского залива, северной части Южной Америки, в Северной Австралии и на островах Океании. В более засушливых районах их сменяют саванны (Юго-Восточная Бразилия, Центральная и Восточная Африка, центральные районы Северной Австралии, Индостана и Индокитая). Характерные представители животного мира субэкваториального пояса – жвачные парнокопытные, хищники, грызуны, термиты (рис. 1.11).



Рис. 1.11. Субэкваториальные и экваториальный пояса. Слева направо: саванна (Танзания), влажный лес (Южная Америка)

Ближе всего к экватору расположен экваториальный пояс (бассейн Амазонки, Центральная Африка, Индонезия). Обилие осадков и высокая температура обусловили здесь наличие вечнозелёных влажных лесов (в Южной Америке такой лес называется гилеей). Экваториальный пояс – рекордсмен по разнообразию видов животных и растений.

Похожие закономерности наблюдаются и в смене биогеографических зон в горах – высотной поясности. Она обусловлена изменением температуры, давления и влажности воздуха с увеличением высоты местности. Полного тождества между высотными, с одной стороны, и широтными, с другой стороны, поясами, однако, нет. Так, присущей типичной тундре смены полярных дня и ночи лишены её высокогорные аналоги в более низких широтах, а также альпийские луга (рис. 1.12).

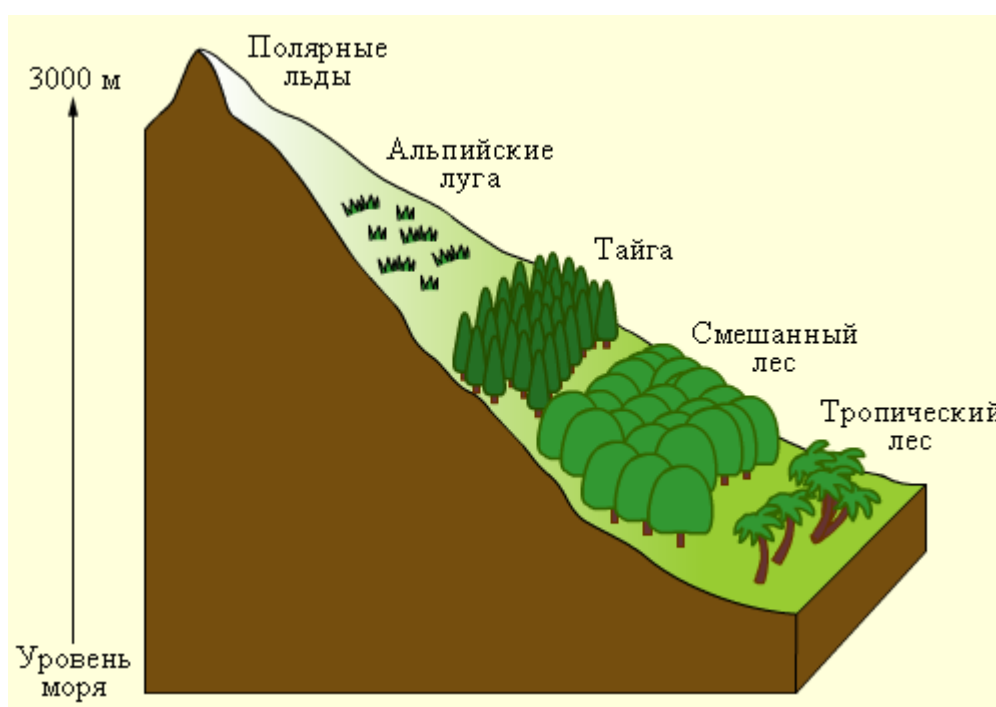


Рис. 1.12. Высотная поясность

Наиболее сложные спектры высотных поясов свойственны высокогориям, находящимся близ экватора. К полюсам уровни высотных поясов снижаются, а их разнообразие уменьшается. Изменяется спектр высотных поясов и при удалении от берега моря.

Одни и те же природные зоны встречаются на разных материках, однако леса и горы, степи и пустыни имеют свои особенности на различных континентах. Различаются и растения и животные, приспособившиеся к существованию в этих природных зонах. В биогеографии выделяют шесть биогеографических областей (рис.1.13):

- Палеарктическая область (Евразия без Индии и Индокитая, Северная Африка);
- Неарктическая область (Северная Америка и Гренландия);

- Восточная область (Индостан и Индокитай, Малайский архипелаг);
- Неотропическая область (Центральная и Южная Америка);
- Эфиопская область (практически вся Африка);
- Австралийская область (Австралия и Океания).



Рис. 1.13. Вода. Слева направо: коралловый риф, поверхность озера

Живые организмы населяют не только сушу, но и Мировой океан. В океане обитает порядка десяти тысяч видов растений и сотни тысяч видов животных (в том числе более 15 тысяч видов позвоночных). Растения и животные заселяют в мировом океане две сильно отличающиеся друг от друга области – пелагиаль (поверхностные слои воды) и бенталь (морское дно). Широтные зоны хорошо выражены только в приповерхностных водах океана; с увеличением глубины влияние солнца и климата уменьшается, а температура воды приближается к характерным для толщи океана +4 °С (рис.1.14).

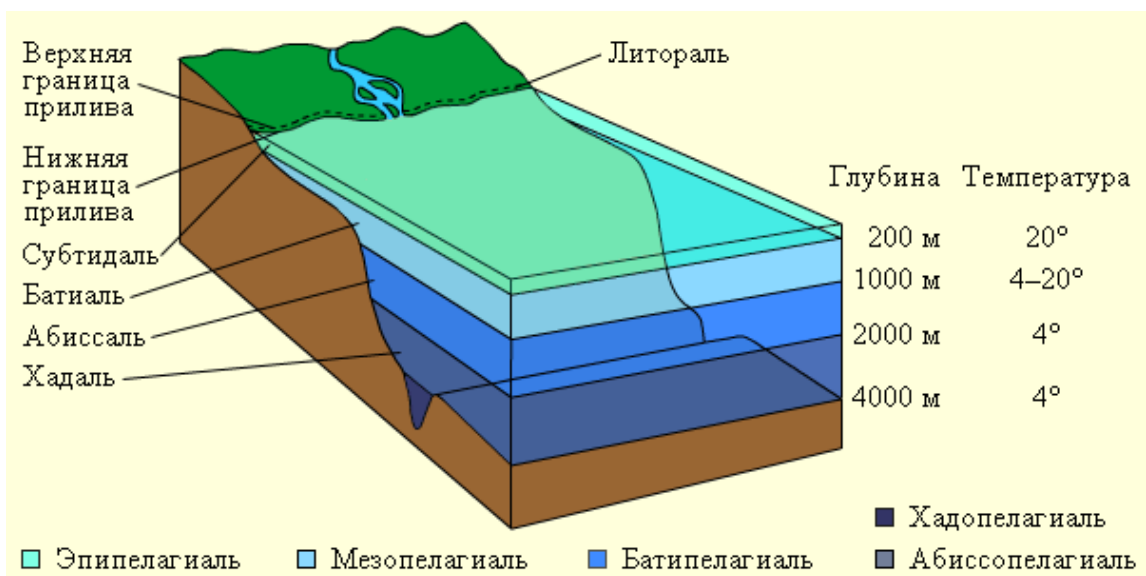


Рис. 1.14. Вертикальная поясность в Мировом океане

Пелагиаль – толща воды океанов, морей и озёр – делится на вертикальные зоны по освещённости (хорошо освещённая, сумеречная и лишённая света) и по распределению жизни (поверхностная, переходная и глубоководная). Для пелагических организмов характерны схожие приспособления, обеспечивающие плавучесть. Они разделяются на пассивно плавающих на поверхности воды (плейстон: саргассовые водоросли, сифонофоры и др.) или в её толще (планктон) и на активно плавающих организмов, способных противостоят силе течения (нектон: рыбы, кальмары, водные змеи и черепахи, пингвины, китообразные, ластоногие, а также крупные ракообразные). Нектон отличает вытянутая форма тела с наименьшим лобовым сопротивлением воды при движении.

Растительные пелагические организмы (фитопланктон: в основном, зелёные и диатомовые водоросли) – основные продуценты органического вещества в океане. Фитопланктон наиболее распространён в местах выноса с глубины или стока с суши питательных веществ – фосфатов и нитратов. Потребность в солнечной энергии ограничивает их распространение до глубины в 50–100 м. Зоопланктон (ракообразные, простейшие, медузы и гребневики, личинки различных животных) можно встретить и на большей глубине. Тропические районы океанов, удалённые от суши, наиболее бедны по количеству видов. Остатки пелагических организмов участвуют в образовании донных осадков.

Население дна – бентос – также распределено по глубинным поясам. Среди растительных организмов распространены бурые, красные, диатомовые и зелёные водоросли; у берега пресноводных водоёмов встречаются и цветковые растения (тростник, камыш, кувшинка, элодея и другие). Морской зообентос представлен, главным образом, фораминиферами, губками, коралловыми полипами, многощетинковыми червями, сипункулидами, моллюсками, ракообразными, мшанками, иглокожими, асцидиями и рыбами. Особенно многочисленны обитатели мелководий; их количество может достигать до десятков килограммов на 1 м² поверхности. Пресноводный зообентос гораздо беднее: в основном, это простейшие, кольчатые черви, моллюски, личинки насекомых и рыбы.

1.3. Эволюция биосферы

Биосфера не является статичным, неизменным объектом; с течением времени она эволюционирует. Важным фактором этой эволюции являются сами живые организмы. С момента своего возникновения они расширяли границы биосферы, изменяли её состав. В результате их деятельности за миллиарды лет появились горные породы и полезные ископаемые органического происхождения, полностью преобразована атмосфера Земли (в то числе образован озоновый экран, защищающий всё живое на Земле от губительных ультрафиолетовых лучей), постоянно менялся рельеф местности.

Значительные изменения биосфера претерпела с момента появления человека. Бурное развитие промышленности, науки и техники за несколько столетий – геологически ничтожный отрезок времени – способствовало значительному ускорению миграции атомов. Человек создал тысячи новых пород и сортов, истребил многие виды диких животных и растений, извлёк из земной коры миллиарды тонн полезных ископаемых; в результате его деятельности образовались новые озёра – водохранилища – и искусственные реки – каналы, на огромных площадях природные экосистемы сменились искусственными. Деятельность человечества, ничтожного по своей биомассе, оказывает влияние на состав земных океанов и атмосферы. Сейчас уже можно сказать, что человек, овладев громадной энергией, сам является мощнейшим фактором эволюции биосферы. Владимир Вернадский предполагал, что человечество должно создать новую оболочку Земли – ноосферу (греч. noos – «разум»), рассматриваемую в качестве некоего мыслящего пласта над биосферой (рис. 1.15).

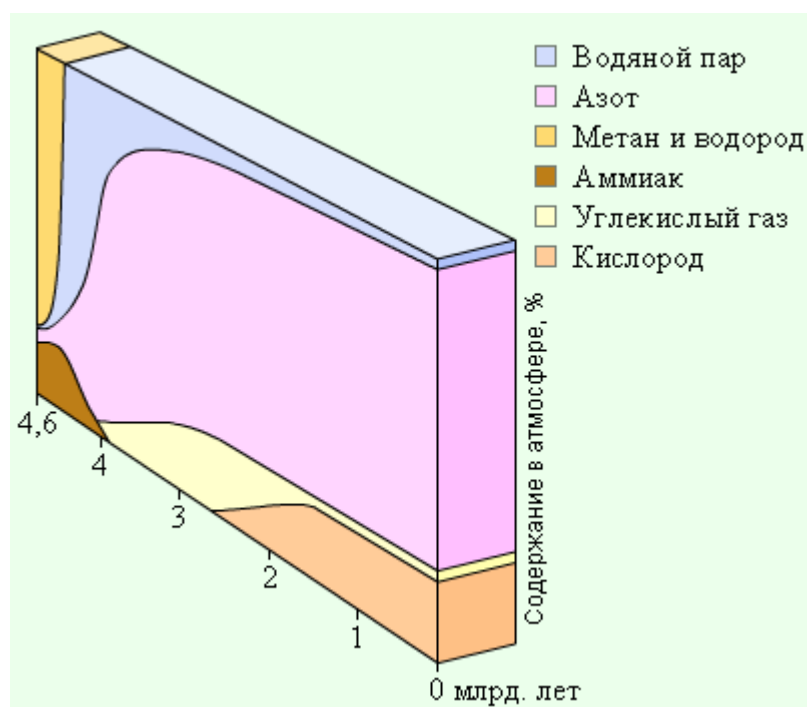


Рис. 1.15. Изменения в составе атмосферы Земли

Человечество не всегда разумно использовало находящиеся в его распоряжении ресурсы. Не зная многих закономерностей природы, человек часто не представляет последствий своей «победы» над природой. Некоторые государства древнего мира исчезли с лица земли в результате хищнического отношения к природе: истощения почв и вырубки лесов. Вырубка лесов вызывает иссушение и эрозию почвы, приводит к увеличению количества наводнений и селевых потоков в горах, сказываются на местном и глобальном климате.

Деятельность человека приводит к сокращению запасов чистой воды. Промышленные предприятия сбрасывают сточные воды зачастую без должной очистки, загрязняя окружающие водоёмы токсичными химическими соединениями. Гидроэлектростанции и плотины мешают нормальной миграции речных рыб. Двигатели внутреннего сгорания в автотранспорте, заводы, тепловые электростанции выделяют в атмосферу вредные вещества. Появление новых городов и накопление промышленных отходов уменьшает площадь лесов и лугов, поддерживающих концентрацию кислорода в атмосфере на необходимом для жизни уровне. Безответственное использование атомной энергии приводит к загрязнению окружающей среды радиоактивными веществами, вызывающими раковые заболевания (рис.1.16).



Рис. 1.16. Загрязнение промышленными предприятиями окружающей среды в настоящее время приобретает катастрофический характер

Увеличение численности населения земного шара (в настоящее время на Земле проживает уже более шести миллиардов человек) может в ближайшее время привести к обострению продовольственной проблемы. В докладах Римского клуба – международной организации, занимающейся исследованием глобальных проблем, затрагивающих сами основы существования человека, – прогнозируется кризис энергетических и пищевых ресурсов уже в середине XXI века. Одна из задач биологии – обеспечить человечество питанием. В настоящее время для этого проводятся разнообразные исследования по увеличению продуктивности существующих агроценозов, выведению новых пород животных и сортов растений, использованию морских плантаций в

сельском хозяйстве, применению последних достижений генной инженерии и микробиологии.

Полёты человека в космос привели к созданию новой отрасли биологии – космической биологии. Помимо исследования возможной жизни на других планетах и в открытом космосе перед этой наукой ставится много проблем прикладного характера: обеспечение человека условиями, необходимыми для жизни в космосе, защита от радиации, проблема приспособления человеческого организма к невесомости и малой подвижности. Многие из этих проблем уже решены.

В настоящее время во всём мире возникла необходимость наладить разумное использование природных ресурсов. Нужна охрана атмосферы, водных ресурсов, почвы, живой природы. Во многих государствах уже приняты законы об охране природы; промышленные, строительные и сельскохозяйственные учреждения обязаны учитывать баланс природных ресурсов и возможные последствия нарушения равновесия природных явлений. Созданы так называемые «красные книги» – списки редких и исчезающих видов животных и растений. Во всём мире появилось большое количество экологических организаций, занимающихся охраной окружающей среды; наиболее известной среди них является «Greenpeace» («Гринпис») (рис. 1.17).



Рис. 1.17. Охраняемые территории. Слева направо: Беловежская пуца (Беларусь), Йеллоустон (США), Нгоронгоро (Танзания), Галапагосские острова (Эквадор)

Важную роль в охране природы играют заповедники – территории (акватории), на которых в первозданном, естественном состоянии сохраняется весь их природный комплекс. На территории заповедников запрещена хозяйственная деятельность, доступ посторонних людей. В природных национальных парках, в отличие от заповедников, регулярно проводятся туристические экскурсии. Заповедники и национальные парки создаются, как правило, в местах с уникальными экологическими системами. В настоящее время в одной России больше 100 заповедников и национальных парков. Наиболее известные из них – Баргузинский, Ильменский, Астраханский, Лосиный остров, Кедровая Падь. Широко известны также Аскания-Нова на Украине, Беловежская Пуца в Беларуси. Количество национальных парков в мире превысило 1200; среди них Йеллоустонский, Гранд-Каньон, Маунт-Мак-Кинли (США), Олимп, Парнас (Греция), Комодо (Индонезия), Маунт-Кения (Ке-

ния), Серенгети, Килиманджаро (Танзания), Виктория-Фолс (Зимбабве), Крюгер (ЮАР), Тонгариро (Новая Зеландия) и многие другие.

Серьёзной проблемой являются глобальные климатические изменения в биосфере. Некоторые химические вещества (например, фреон), выбрасываемые в атмосферу, приводят к разрушению озонового слоя. В настоящее время над Антарктидой и некоторыми арктическими регионами постоянно существуют зоны, в которых озоновый слой либо значительно тоньше нормы, либо отсутствует вообще (рис. 1.18).



Рис. 1.18. Динамика концентрации CO_2 и среднегодовой температуры атмосферы Земли

Какая-то доля солнечной радиации достигает поверхности Земли; часть её переизлучается обратно в атмосферу уже в виде более длинноволнового инфракрасного излучения. Природный парниковый эффект обеспечивает поддержание температуры Земли примерно на 33° выше той, которая бы наблюдалась при его отсутствии. Выброс в атмосферу углекислоты и других газов, а также твёрдых частиц вызывает техногенный парниковый эффект, в результате чего повышается среднегодовая температура воздуха. Повышение температуры даже на несколько градусов может привести к таянию полярных льдов и затоплению океанических побережий, в том числе густонаселённых регионов Западной и Восточной Европы, Индостана, Южной Америки. Впрочем, 7 миллиардов тонн CO_2 в год, выбрасываемых в воздух при сжигании топлива, — небольшая величина по сравнению с 200 миллиардами тонн диоксида углерода, образующегося естественным путём в процессах дыхания и гниения, а повышение средней температуры на $0,5^\circ\text{C}$ за последние сто лет можно объяснить и другими причинами (например, изменяющейся солнечной активностью). Тем не менее, глобальные климатические изменения, вызванные деятельностью человека, — это проблема, к исследованию которой необходимо подходить со всей ответственностью.

1.4. Современное состояние биосферы

Рассмотрим некоторые черты современного состояния биосферы и процессы, происходящие в ней.

Глобальные процессы образования и движения живого вещества в биосфере связаны и сопровождаются круговоротом огромных масс вещества и энергии. В отличие от чисто геологических процессов биогеохимические циклы с участием живого вещества имеют значительно более высокие интенсивность, скорость и количество вовлеченного в оборот вещества.

Как уже говорилось, с появлением и развитием человечества процесс эволюции заметно видоизменился. На ранних стадиях цивилизации вырубка и выжигание лесов для земледелия, выпас скота, промысел и охота на диких животных, войны опустошали целые регионы, приводили к разрушению растительных сообществ, истреблению отдельных видов животных. По мере развития цивилизации, особенно бурного после промышленной революции конца средних веков, человечество овладевало все большей мощностью, все большей способностью вовлекать и использовать для удовлетворения своих растущих потребностей огромные массы вещества – как органического, живого, так и минерального, косного.

Учёный В.И. Вернадский, анализируя историю Земли, утверждает, что наблюдается переход биосферы в новое состояние – в ноосферу под действием новой геологической силы, научной мысли человечества. Итак, что же такое ноосфера? Существует ряд конкретных условий, необходимых для становления и существования ноосферы. Перечислим эти условия:

- заселение человеком всей планеты;
- резкое преобразование средств связи и обмена между странами;
- усиление связей, в том числе политических, между всеми странами Земли;
- начало преобладания геологической роли человека над другими геологическими процессами, протекающими в биосфере;
- расширение границ биосферы и выход в космос;
- открытие новых источников энергии;
- равенство людей всех рас и религий;
- увеличение роли народных масс в решении вопросов внешней и внутренней политики;
- свобода научной мысли и научного искания от давления религиозных, философских и политических построений и создание в государственном строе условий, благоприятных для свободной научной мысли;
- продуманная система народного образования и подъём благосостояния трудящихся. Создание реальной возможности не допустить недоедания и голода, нищеты и чрезвычайно ослабить болезни;
- разумное преобразование первичной природы Земли с целью сделать её способной удовлетворить все материальные, эстетические и духовные потребности численно возрастающего населения;
- исключение войн из жизни общества.

Проследим, насколько выполняются эти условия в современном мире и остановимся более подробно на некоторых из них.

1. Заселение человеком всей планеты. Это условие выполнено. На Земле не осталось мест, где не ступала бы нога человека. Он обосновался даже в Антарктиде.

2. Резкое преобразование средств связи и обмена между странами. Это условие также можно считать выполненным. С помощью радио и телевидения мы моментально узнаём о событиях в любой точке земного шара. Средства коммуникации постоянно совершенствуются, ускоряются, появляются такие возможности, о которых недавно трудно было мечтать. И здесь нельзя не вспомнить пророческих слов Вернадского: «Этот процесс – полного заселения биосферы человеком – обусловлен ходом истории научной мысли, неразрывно связан со скоростью сношений, с успехами техники передвижения, с возможностью мгновенной передачи мысли, её одновременно-го обсуждения на всей планете».

До недавнего времени средства телекоммуникации ограничивались телеграфом, телефоном, радио и телевидением. Имелась возможность передавать данные от одного компьютера к другому при помощи модема, подключённого к телефонной линии, документы на бумаге передавались с помощью факсимильных аппаратов. Только в последние годы развитие глобальной телекоммуникационной компьютерной сети Internet дало начало настоящей революции в человеческой цивилизации, которая входит сейчас в эру информации. В 1968 году Министерство Обороны США озаботилось связью множества своих компьютеров в специальную сеть, которая должна была способствовать научным исследованиям в военно-промышленной сфере.

Рост населения и расширяющееся развитие сельского хозяйства, промышленности, строительства, транспорта вызвали массовое уничтожение лесов в Европе, Северной Америке, Выпас скота в больших масштабах приводил к гибели лесов и травяного покрова, к эрозии (разрушению) почвенного слоя (Средняя Азия, Северная Африка, юг Европы и США). Истреблены десятки видов животных в Европе, Америке, Африке.

Ученые предполагают, что истощение почв на территории древнего центральноамериканского государства майя в результате подсечно-огневого земледелия явилось одной из причин гибели этой высокоразвитой цивилизации. Аналогично в Древней Греции исчезли обширные леса в результате вырубки и неумеренного выпаса скота. Это усилило эрозию почвы и привело к уничтожению почвенного покрова на многих горных склонах, повысило засушливость климата и ухудшило условия ведения сельского хозяйства.

Строительство и эксплуатация промышленных предприятий, добыча полезных ископаемых привели к серьезным нарушениям природных ландшафтов, загрязнению почвы, воды, воздуха различными отходами.

Настоящие сдвиги в биосферных процессах начались в XX в. в результате очередной промышленной революции. Бурное развитие энергетики, машиностроения, химии, транспорта привело к тому, что человеческая деятельность стала сравнима по масштабам с естественными энергетическими и ма-

териальными процессами, происходящими в биосфере. Интенсивность потребления человечеством энергии и материальных ресурсов растет пропорционально численности населения и даже опережает его прирост.

Предупреждая о возможных последствиях расширяющегося вторжения человека в природу, еще полвека назад академик В. И. Вернадский писал: «Человек становится геологической силой, способной изменить лик Земли». Это предупреждение пророчески оправдалось. Последствия антропогенной (производимой человеком) деятельности проявляются в истощении природных ресурсов, загрязнении биосферы отходами производства, разрушении природных экосистем, изменении структуры поверхности Земли, изменении климата. Антропогенные воздействия приводят к нарушению практически всех природных биогеохимических циклов.

В результате сжигания различного топлива в атмосферу ежегодно выбрасывается около 20 млрд. т углекислого газа и поглощается соответствующее количество кислорода. Природный запас CO_2 в атмосфере составляет величину порядка 50 000 млрд. т. Эта величина колеблется и зависит, в частности, от вулканической активности. Однако антропогенные выбросы углекислого газа превышают естественные и составляют в настоящее время большую долю его общего количества. Увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере, сопровождающееся ростом количества аэрозоля (мелких частиц пыли, сажи, взвесей растворов некоторых химических соединений), может привести к заметным изменениям климата и соответственно к нарушению складывавшихся в течение миллионов лет равновесных связей в биосфере.

Итогом нарушения прозрачности атмосферы, а следовательно, и теплового баланса может явиться возникновение «парникового эффекта», то есть увеличения средней температуры атмосферы на несколько градусов. Это способно вызвать таяние ледников полярных областей, повышение уровня Мирового океана, изменение его солености, температуры, глобальные нарушения климата, затопление прибрежных низменностей и многие другие неблагоприятные последствия.

Выброс в атмосферу промышленных газов, включающих такие соединения, как окись углерода CO (угарный газ), окислы азота, серы, аммиака и других загрязнителей, приводит к угнетению жизнедеятельности растений и животных, нарушениям обменных процессов, к отравлению и гибели живых организмов.

Неуправляемое влияние на климат в совокупности с нерациональным ведением сельского хозяйства способны привести к значительному снижению плодородия почв, большим колебаниям урожайности культур. По данным экспертов ООН, в последние годы колебания продукции сельского хозяйства превышали 1%. А ведь уменьшение производства продовольствия даже на 1% может привести к гибели от голода десятков миллионов человек.

Катастрофически сокращаются леса на нашей планете, Нерациональные вырубки лесов и пожары привели к тому, что во многих местах, некогда сплошь покрытых лесами, к настоящему времени они сохранились

лишь на 10-30% территории. Площадь тропических лесов Африки уменьшилась на 70%, Южной Америки – на 60%, в Китае лишь 8% территории покрыто лесом.

Загрязнение природной среды. Появление в природной среде новых компонентов, вызванное деятельностью человека или какими-либо грандиозными природными явлениями (например, вулканической деятельностью), характеризуют термином **загрязненность**. В общем виде загрязненность – это наличие в окружающей среде вредных веществ, нарушающих функционирование экологических систем или их отдельных элементов и снижающих качество среды с точки зрения проживания человека или ведения им хозяйственной деятельности. Этим термином характеризуются все тела, вещества, явления, процессы, которые в данном месте, но не в то время и не в том количестве, какое естественно для природы, появляются в окружающей среде и могут выводить ее системы из состояния равновесия.

Экологическое действие загрязняющих агентов может проявляться по-разному; оно может затрагивать либо отдельные организмы (проявляться на организменном уровне, либо популяции, биоценозы, экосистемы и даже биосферу в целом.

На организменном уровне может происходить нарушение отдельных физиологических функций организмов, изменение их поведения, снижение темпов роста и развития, снижение устойчивости к воздействиям иных неблагоприятных факторов внешней среды.

На уровне популяций загрязнение может вызывать изменение их численности и биомассы, рождаемости, смертности, изменения структуры, годовых циклов миграций и ряда других функциональных свойств.

На биоценотическом уровне загрязнение сказывается на структуре и функциях сообществ. Одни и те же загрязняющие вещества по-разному влияют на разные компоненты сообществ. Соответственно меняются количественные соотношения в биоценозе, вплоть до полного исчезновения одних форм и появления других. Изменяется пространственная структура сообществ, цепи разложения (детритные) начинают преобладать над пастбищными, отмирание – над продукцией. В конечном счете, происходит деградация экосистем, ухудшение их как элементов среды человека, снижение положительной роли в формировании биосферы, обесценение в хозяйственном отношении.

Различают **природное и антропогенное** загрязнения. Природное загрязнение возникает в результате естественных причин – извержения вулканов, землетрясений, катастрофических наводнений и пожаров. Антропогенное загрязнение – результат деятельности человека.

В настоящее время общая мощность источников антропогенного загрязнения во многих случаях превосходит мощность естественных. Так, природные источники окиси азота выбрасывают 30 млн т азота в год, а антропогенные – 35-50 млн т; двуокиси серы, соответственно, около 30 млн т и более 150 млн т. В результате деятельности человека свинца попадает в биосферу почти в 10 раз больше, чем в процессе природных загрязнений.

Загрязняющие вещества, возникшие в результате хозяйственной деятельности человека, и их влияние на среду очень разнообразны. К ним относятся: соединения углерода, серы, азота, тяжелые металлы, различные органические вещества, искусственно созданные материалы, радиоактивные элементы и многое другое.

Так, по оценкам экспертов, в океан ежегодно попадает около 10 млн т нефти. Нефть на воде образует тонкую пленку, препятствующую газообмену между водой и воздухом. Оседая на дно, нефть попадает в донные отложения, где нарушает естественные процессы жизнедеятельности донных животных и микроорганизмов. Кроме нефти, значительно возрос выброс в океан бытовых и промышленных сточных вод, содержащих, в частности, такие опасные загрязнители, как свинец, ртуть, мышьяк, обладающие сильным токсическим действием. Фоновые концентрации таких веществ во многих местах уже превышены в десятки раз.

Каждый загрязнитель оказывает определенное отрицательное воздействие на природу, поэтому их поступление в окружающую среду должно строго контролироваться. Законодательство устанавливает для каждого загрязняющего вещества предельно допустимый сброс (ПДС) и предельно допустимую концентрацию (ПДК) его в природной среде.

Предельно допустимый сброс (ПДС) – это масса загрязняющего вещества, выбрасываемого отдельными источниками за единицу времени, превышение которой приводит к неблагоприятным последствиям в окружающей среде или опасно для здоровья человека. Предельно допустимая **концентрация (ПДК)** понимается как количество вредного вещества в окружающей среде, которое не оказывает отрицательного воздействия на здоровье человека или его потомство при постоянном или временном контакте с ним. В настоящее время при определении ПДК учитывается не только степень влияния загрязнителей на здоровье человека, но и воздействие их на животных, растения, грибы, микроорганизмы, а также на природное сообщество в целом.

Специальные службы **мониторинга** (наблюдения) окружающей среды осуществляют контроль за соблюдением установленных нормативов ПДС и ПДК вредных веществ. Такие службы созданы во всех районах страны. Особенно важна их роль в крупных городах, вблизи химических производств, атомных электростанций и других промышленных объектов. Службы мониторинга имеют право применять предусмотренные законом меры, вплоть до приостановки производства и любых работ, если нарушаются **нормы** охраны окружающей среды.

Кроме загрязнения среды, антропогенное воздействие выражается в истощении природных ресурсов биосферы. Огромные масштабы использования природных ресурсов привели к значительному изменению ландшафтов в некоторых регионах (например, в угольных бассейнах). Если на заре цивилизации человек использовал для своих нужд всего около 20 химических элементов, в начале XX втекало 60, то сейчас более 100 – почти всю таблицу Менделеева. Ежегодно добывается (извлекается из геосферы) около 100 млрд. т руды, топлива, минеральных удобрений.

Быстрый рост потребностей в топливе, металлах, минеральном сырье и их добыче привели к истощению этих ресурсов. Так, по оценкам специалистов, при сохранении современных темпов добычи и потребления разведанные запасы нефти будут исчерпаны уже через 30 лет, газа – через 50 лет, угля – через 200. Аналогичная ситуация сложилась не только с энергетическими ресурсами, но и с металлами (истощение запасов алюминия ожидается через 500-600 лет, железа – 250 лет, цинка – 25 лет, свинца – 20 лет) и минеральными ресурсами, как, например, асбест, слюда, графит, сера.

Вот далеко не полная картина экологической ситуации на нашей планете в настоящее время. Даже отдельные успехи природоохранной деятельности не могут заметным образом изменить общий ход процесса пагубного влияния цивилизации на состояние биосферы.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОСФЕРЫ

2.1. Нарушение функционирования биосферы

За последние два столетия влияние человека на биосферу резко возросло и по существу превратило ее в техносферу. Экологи сравнивают современное состояние биосферы с тонущим океанским лайнером, корма которого уже ушла под воду, но наиболее состоятельные пассажиры стараются не замечать этого и продолжают веселиться в салонах носовой части корабля.

Атмосфера обладает невысокой буферностью и потому не способна противостоять тем потокам загрязняющих веществ и, которые выбрасываются из труб промышленных комбинатов и двигателей автомобилей. И потому, прежде чем обсуждать модули повышения устойчивости биосферы за счет снижения ее глобального загрязнения, рассмотрим сложившуюся ситуацию. Наиболее опасными следствиями загрязнения атмосферы являются:

Усиление парникового эффекта. Сам по себе парниковый эффект не есть следствие хозяйственной деятельности. Это естественный процесс разогрева приземного слоя воздуха, вызванный тем, что атмосфера поглощает длинноволновое (тепловое) и излучение земной поверхности, и которое превращается большая часть, достигнувшей Земли световой энергии Солнца.

Однако и период бурного научно-технического прогресса и резкого повышения влияния человека на атмосферу парниковый эффект усиливается за счет повышения содержания в атмосфере парниковых газов. Вследствие этого меняется климат, он становится более теплым. Главные парниковые газы – диоксид углерода и метан. На развитие процесса влияют фреоны, оксид азота и некоторые другие газы.

Вклад и загрязнение атмосферы дополнительным диоксидом углерода вносят не только промышленность и транспорт, сжигающие углеродистое топливо, но и процессы разрушения гумуса при сельскохозяйственном использовании почв, а также минерализация торфа при осушении болот. Дополнительный метан поступает в атмосферу из разрушающейся органики свалок твердых бытовых отходов, с рисовых полей и от сельскохозяйственных животных. Эти дестабилизирующие атмосферу процессы развиваются на фоне сокращения площади лесов, в которые происходит сток избыточного диоксида углерода. При этом начинают проявляться синергические взаимодействия между причинами и следствиями, например изменением климата и лесными пожарами. Пожары учащаются, площади лесов, охваченных огнем,

растут. Соответственно снижается поглощение диоксида углерода из атмосферы и растут его выбросы при сгорании древесины и лесной подстилки.

Потепление климата уже дало ощутимые результаты. Ледовый покров Северного Ледовитого океана за последние 30 лет стал тоньше на 40%. Несколько десятилетий назад достичь Северного полюса могли лишь отдельные героические личности. Сегодня в комфортабельных каютах ледоколов средней мощности его посещают уважаемые представители богатых стран, и такие туры становятся престижными. Тают ледники Гренландии, Альп, Кавказа, Килиманджаро. За последнее столетие уровень Мирового океана поднялся на 20 см, к 2100 г. ожидается его повышение на 61 см. В результате могут быть затоплены равнинные приморские страны (в том числе такие густонаселенные, как Бангладеш).

Экономисты считают, что к 2065 г. величина ущерба от потепления климата может превысить валовой мировой продукт. Потепление наносит ущерб биоте – в океане гибнут кораллы, пустыни наступают на саванны и тропические леса. Усиливается миграция заносных видов, прогнозируется всплеск болезней, связанных с появлением их новых переносчиков из числа насекомых.

Впрочем, некоторые экологи не исключают, что дальнейшее потепление ускорит таяние ледников Гренландии и Антарктиды и это вызовет изменение направления морских течений (например, теплого Гольфстрима). Тогда в некоторых районах мира, включая европейскую часть России, в недалеком будущем климат изменится в сторону похолодания. Может сказаться и увеличение облачности, которая снизит поступление солнечных лучей на поверхность планеты. Очевидно, что при любом сценарии ничего хорошего планету не ожидает.

Изменения климата стали причиной сильнейших засух и наводнений, число которых год от года растет. 1998 г. стал годом самых опустошительных за всю историю наводнений, от которых пострадало 54 государства. Только в Китае при наводнении на реке Янцзы погибли 2500 человек, а 56 млн остались без крова. На Центральную Америку обрушился ураган «Митч», от которого особенно пострадали Гондурас и Никарагуа, потерявшие около 20 тыс. человек и 70% урожая. Не меньшие последствия имели стихийные бедствия и 2004-м и текущем году, хотя пока общий ущерб от них еще не подсчитан. Никто не знает, сколько новых сюрпризов преподнесет человеку нарушаемая им природа.

Разрушение озонового слоя. Этот спасительный слой атмосферы расположен на высоте 20 – 45 км и защищает поверхность планеты от избытка ультрафиолетовых лучей, неблагоприятно влияющих на живые организмы. Под влиянием загрязнения атмосферы в озоновом слое образовались «дыры» (области с пониженным содержанием озона) над полюсами Земли. Временные «дыры» возникают над обширными районами вне полюсов (в том числе и над континентальными районами РФ). Считается, что причина этих явлений – попадание в озоновый слой хлора промышленного происхождения (от холодильных установок, аэрозольных баллонов и др.) и оксидов азота,

которые образуются в почве образование из минеральным удобрении при их разрушении микроорганизмами, а также содержатся в выхлопных газах автомобилей. Эти вещества разрушают озон с более высокой скоростью, чем он может образовываться из кислорода под влиянием ультрафиолетовых лучей. Однако есть мнение, что на озоновый слой атмосферы влияет извержение вулкана: самая большая озоновая «дыра» образовалась над Антарктидой, однако промышленности и Южном полушарии несравненно меньше, чем в Северном.

Кислотные дожди. Это – осадки, в которых содержатся серная и азотная кислоты. Они образуются в результате выбросов в атмосферу оксидов серы и азота предприятиями топливно-энергетического комплекса, металлургическими и химическими заводами, а также транспортом. Кислотные дожди вызывают подкисление почв, снижение прироста леса и урожайности сельскохозяйственных культур, обедняют состав биоты водоемов. Кроме того, они переводят в растворимое состояние соединения тяжелых металлов и почвы, которые усваиваются растениями, а затем с пищей попадают в организм животных и человека, вызывая у них болезни. Кислотные дожди разрушают памятники архитектуры. Список жертв достаточно велик: мраморные античные храмы Афин, построенный из известняка Собор Святого Павла в Риме, королевский дворец в Амстердаме, Вестминстерское аббатство и Тауэр в Лондоне, величественный архитектурный комплекс Тадж-Махал в Индии и многие другие. В настоящее время от кислотных дождей в Европе пострадало 35% общей площади лесных массивов континента. В некоторых странах (Чехия, Словакия, Греция, Англия, Германия, Норвегия, Польша) доля пораженных лесов составляет более половины общей площади массивов.

Впрочем, в ряде случаев кислотные дожди могут быть полезными: в районах распространения карбонатных, а особенно щелочных почв они снижают щелочность, увеличивая подвижность элементов питания, их доступность для растений. Азот, содержащийся в осадках, в этих условиях становится удобрением.

Ресурсы самоочищения океана исчерпаны. Долгое время считалось, что емкость океан, как естественного очистителя безгранична и он способен «переработать» или «законсервировать» любые отходы. Однако теперь стало ясно, что это далеко не так. Уровень загрязнения океана достиг опасной черты и ситуация продолжает ухудшаться. Океан ежегодно принимает только растворенных неорганических веществ не менее 4 млн т примерно столько же и пего поступает синтетических и биогенных органических веществ.

Особенно большое давление испытывают прибрежные зоны. В настоящее время 40% населения мира проживает в 100-километровой береговой полосе. Из этих районов в Мировой океан постоянно сбрасываются промышленные и коммунальные стоки, а также смывается с полей насыщенной органикой мелкозем, удобрения и пестициды.

Наиболее опасными считаются следующие варианты загрязнения океана:

• **Загрязнение нефтью.** Это самый опасный вариант загрязнения, которое приобретает глобальный характер. В мире происходит ежегодно до 15 крупных разливов нефти при авариях и до 1000 второстепенных утечек. Океан загрязняется в результате выноса в нее нефти реками, которые протекают через районы с разрабатываемыми нефтяными месторождениями. Так, на Обской губе осевшая нефть составляет местами 10% донных осадков. Свой вклад «нефтяное загрязнение океана вносит добыча нефти на береговом шельфе (доля «морской» нефти в мировой добыче составляет уже 30 %). Если при эксплуатации морских месторождений нефти экологические требования нарушаются, этим экосистемам наносится ущерб. Иллюстрация тому – плачевный опыт нефтедобычи на Каспии. Похоже, что по негативному сценарию развиваются события и на береговом шельфе Сахалина. Нефтяное загрязнение не только пагубно влияет на состояние биологических ресурсов, которые являются важным источником белковой пищи, но и вносит свой вклад и изменение климата. Даже самая тонкая пленка нефти снижает испарение с поверхности океана и тем самым влияет на количество осадков.

Загрязнение тяжелыми металлами. Тяжелые металлы поступают в моря с промышленными стоками, сбрасываемыми в реки. Наиболее загрязненным является Северное море. Европейские страны (особенно ФРГ) ежегодно сбрасывают в него огромное количество мышьяка, кадмия, ртути. Страдает от промышленного загрязнения Средиземное море.

Загрязнение биогенами. Источником загрязнения морей стоками, содержащими фосфор, азот и органические вещества, является сельское хозяйство. Эти стоки вызывают эвтрофикацию, что нарушает экологическое равновесие экосистем и ведет к бурному разрастанию фитопланктона и крупных водорослей. Опасность представляет и загрязнение пестицидами. Смывы с полей и органика бытовых стоков резко уменьшают прозрачность морской воды, что ведет к снижению первичной биологической продукции и соответственно вторичной, которая является важным биологическим ресурсом.

Над экосистемами океана дамокловым мечом висит наследие недалекого прошлого, когда в морях затоплялись емкости, начиненные химическим оружием, и контейнеры с радиоактивными отходами. В настоящее время эта ужасная практика запрещена международной конвенцией, но то, что уже содеяно, может о самом недалеком будущем привести к экологической катастрофе. После 1945 г. в морях были затоплены запасы химического оружия фашистской Германии, Великобритании, США и СССР, в общей сложности на дне оказалось около 1 млн. т ядов, из них половина – в Балтийском море. Поскольку скорость коррозии оболочек боеприпасов в балтийской воде составляет 0,1-0,15 мм в год, толщина оболочек в среднем составляет 5-6 мм, а время, прошедшее после затопления основного количества оружия, превысило 50 лет, одновременный выброс больших количеств отравляющих веществ может произойти в любой момент. К сожалению, технических проектов по предотвращению этого возможного апокалипсиса пока нет. По предварительным расчетам специалистов, очистка дна Балтийского моря обойдется в 2 – 3 млрд. долл.

До 1984 г. широко практиковалось захоронение в морях радиоактивных отходов. Море приняло в свои глубины упавшие атомные бомбы, самолеты и подводные лодки с ядерным оружием. В Баренцевом море в 300 км от Норвегии на глубине 1680 м покоится затонувшая атомная подводная лодка «Комсомолец» с ядерным реактором и двумя торпедами с ядерными боеголовками. Всего в Мировом океане затонуло 6 подводных лодок с ядерными реакторами.

К счастью, радиоактивные отходы затопливались в глубоководьях океана с глубиной не менее 4500 м и не ближе 1000 км от побережья Европы. Но даже такие захоронения отходов, период полу распада которых составляет тысячи лет, представляют экологическую опасность.

Модуль I. Концентрация диоксида углерода в атмосфере? Из всех вариантов загрязнения атмосферы «дыхание цивилизации» (дополнительные выбросы в нее парниковых газов) является самым опасным. Эта проблема стала объектом интенсивного международного сотрудничества.

В 1992 г. была принята Рамочная конвенция ООН об изменении климата, цель которой – ограничение выброса парниковых газов. Важным документом, конкретизирующим Конвенцию и регламентирующим выбросы диоксида углерода, стал Киотский протокол (1997 г), который предлагает странам ограничить выбросы диоксида углерода и повысить его сток за счет увеличения площади лесов. Страны ЕС обязались сократить выбросы в среднем на 8%, США – на 7%, Япония – на 6%. России, Украине, Новой Зеландии, Норвегии на первом этапе (2002 – 2012 гг) предстояло не превышать уровень базисного 1990 г. Было разрешено увеличить выбросы Австралии, Исландии, Португалии, Греции, Ирландии.

Россия подписала Киотский протокол в 2004 г. Не вошли в число участников того соглашения бурно развивающиеся большие страны Азии – Китай и Индия. Но ежегодное общее количество выбросов диоксида углерода в атмосферу продолжает расти. США же (а каждая четвертая тонна дополнительного диоксида углерода – американская) вообще вышли из Протокола, заявив, что он наносит ущерб их национальным интересам.

В 1990-е годы колоссальное увеличение выбросов этого газа в атмосферу наблюдалось в странах «третьего мира» (Индонезия, Китай и Индия – в среднем на 1/3). При этом особенно опасен «вклад» Китая, так как в качестве основного энергоносителя в этой стране используется уголь и большую роль играют малые предприятия экстенсивного типа. Доля китайского диоксида углерода в глобальных выбросах составляет 13,3% (но почти в 2 раза выше российской доли). Сократили выбросы диоксида углерода только ФРГ (на 10,2%) и Россия (на 27,4%). Впрочем, последнее было связано с уменьшением объема производства. В последние годы выбросы диоксида углерода промышленностью России вновь увеличиваются.

Однако у Киотского протокола есть последовательные и авторитетные противники, которые считают, что это соглашение дает преимущества богатым странам: покупать квоты и уходить от необходимости модернизации технологии и уменьшения выбросов в атмосферу диоксида углерода. Оппо-

ненты утверждают, что Киотский протокол не ориентирует мировое сообщество на развитие альтернативной энергетики. Особенно активно выступают против этого документа представители общественных экологических движений в ФРГ. Наконец, есть экологи, которые считают, что повышение содержания диоксида углерода в атмосфере вызвано естественными причинами, так как подобные явления в истории нашей планеты наблюдались и ранее. Тем не менее, большинство специалистов склонны связывать изменения климата с усилением влияния человека.

Снизить выбросы диоксида углерода в атмосферу может в первую очередь развитие энергетики на основе альтернативных источников, а также ядерной энергетики (о связи проблемы парникового эффекта и энергетики мы будем говорить в заключительной беседе). Положительно скажется на динамике содержания парниковых газов и экологизация транспорта – замена двигателей внутреннего сгорания водородными установками.

Модуль 2. Озоновый экран. Такие же активные усилия, как и в поиске путей контроля выбросов парниковых газов, международное сообщество предпринимает для защиты озонового экрана. Главными международными документами являются Венская конвенция об охране озонового слоя (1985 г) и Монреальский протокол (1987 г), который подписали 150 стран.

Соглашение запрещает какие-либо торговые операции с веществами, разрушающими озон, между странами, подписавшими и не подписавшими Протокол. Развитые страны должны были прекратить производство таких веществ до 1 января 1996 г., а развивающиеся на 10 лет позже. Развитым странам предложено делать плюсы и специальный фонд, который финансирует проекты развивающихся стран по снижению негативного воздействия на озоновый слой. Для контроля над выполнением принятых решений утвержден специальный комитет. Встречи участников Протокола на уровне министров проходят ежегодно.

Страны – участницы Протокола ищут приемлемую альтернативу веществам, губительным для озонового слоя. Практически она уже найдена при производстве аэрозолей вспененных полимерных материалов. Наибольшие трудности внедрения озонобезопасных веществ – при производстве холодильного оборудования, хотя ряд немецких, швейцарских и некоторых других европейских фирм с успехом используют изобутан.

Россия является активным участником Монреальского протокола, ей оказывается помощь: Совет Глобального экологического фонда и Совет Международного банка реконструкции и развития приняли решение о выделении значительных средств для поэтапного сокращения потребления опасных для озонового слоя веществ.

К сожалению, от реализации программы Протокола в первую очередь выигрывают мощные химические магнаты, которым легче перестроить производство, чем более мелким предприятиям. Есть мнение, что полная реализация Монреальского протокола нанесет мировой экономике ущерб в 3 – 5 трлн. долл. Тем не менее этот документ является одним из наиболее эффек-

тивных. По данным ООН, с 1996 по 1998 г. потребление фреонов сократилось с 1.1 млн т до 156 тыс. т.

Модуль 3. Трансграничный атмосферный перенос. Загрязняющие вещества, попадающие в атмосферу, способны перемещаться на тысячи километров. В частности, кислотные дожди, выпадающие в европейской части России, в основном состоят из оксидов серы и азота, выброшенных теплоэлектростанциями наших западных соседей. К сожалению, создать защитные барьеры в атмосфере невозможно (лишь леса в какой-то мере ослабляют последствия трансграничного переноса), по этой причине единственный путь снижения поступления атмосферных загрязнителей-путешественников – это потребовать от стран, которые производят загрязнители, снизить их количество. В 1979 г. была подписана Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. Подписавшие ее страны обязались сотрудничать при организации мониторинга атмосферного загрязнения и обмениваться информацией, консультациями и результатами научных исследований в этом направлении. Однако действенной мерой по уменьшению трансграничного переноса загрязнений может быть только резкое снижение их выбросов в атмосферу за счет модернизации технологий предприятий-виновников. Прогресс на этом пути пока минимальный.

Модуль 4. Загрязнение Мирового океана. Повышение уровня загрязнения океана нефтью – головная боль мирового сообщества. Уже подписана Международная конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью. В 1992 г. не были внесены уточняющие изменения. Важную роль для снижения уровня загрязнения Мирового океана сыграли Брюссельская международная конвенция о создании международного фонда для компенсации от загрязнения нефтью (1971 г.), Лондонская конвенция о предотвращении загрязнения моря сбросами отходов и других материалов (1972 г.), Лондонская международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (1973 г.).

В 1996 г. была принята Международная конвенция об ответственности и компенсации за ущерб в связи с перевозкой морем опасных и вредных веществ. Был принят также целый ряд других международных и национальных документов, призванных сохранить акватории, в первую очередь Черное и Балтийское моря. Особое внимание уделено предотвращению загрязнения от морских судов. Однако, к сожалению, переломить тенденцию повышения уровня загрязнения Мирового океана и тем самым заставить этот модуль устойчивости биосферы работать пока не удалось – «воз и ныне там».

В заключение остается сказать, что если в деле охраны биоразнообразия можно говорить о некоторых успехах мирового сообщества, то глобальное загрязнение среды продолжает возрастать, «корма лайнера» продолжает погружаться в воду.

2.2. Принцип замкнутости и будущее биосферы и человечества

В настоящее время катастрофические тенденции в развитии человечества, связанные с биосферным кризисом, признаются многими специалистами, а также руководителями большинства стран и международных организаций. Свидетельством этого является, в частности, известная декларация об окружающей среде и развитии, принятая в Рио-де-Жанейро. Однако причины кризиса и возможности возвращения к исходному состоянию или перехода к бескризисному развитию все еще остаются неясными, так как нет надежных научных данных и разработок. И хотя это сознается, все же считается, что необходимо действовать даже в условиях, когда непонятны законы функционирования биосферы. Конечно, многие решения тривиальны и очевидны, но возможны и неправильные глобальные действия, которые не только не принесут пользы, но и усугубят существующие неблагоприятные тенденции.

Еще хуже обстоит дело с информацией населения Земли об этих катастрофических тенденциях. Даже большинство образованных людей не знает подлинных масштабов кризиса, хотя существует множество социальных и политических движений, использующих экологические лозунги для запугивания населения. Это касается и российской интеллигенции, которая в большинстве своем мало знакома со сложившимся положением и возможностями его улучшения.

В начале нашего века В. И. Вернадский понял, что геологические процессы на Земле в значительной степени определялись деятельностью живых организмов и уже в близком будущем будут определяться хозяйственной деятельностью человека (Вернадский, 1994). Прежде всего, это касается формирования состава воды и атмосферы. Но сам Вернадский и его единомышленники полагали, что эти процессы будут контролироваться человеком и что все изменения в земной биосфере в конечном итоге будут благоприятны для жизни человека, так что биосфера перейдет в новое состояние, зависящее от воли человека. Для этого нового состояния было предложено название «ноосфера» (от греческого слова nous, означающего «разум»).

Однако уже в конце 60-х годов по инициативе Римского клуба были проведены исследования, которые показали, что развитие биосферы идет в неблагоприятном для нас и даже катастрофическом направлении (Forrester, 1971; Meadows e. a., 1974). Это связано, прежде всего, с исчерпанием экономически доступных ресурсов и загрязнением окружающей среды отходами хозяйственной деятельности человека – и в настоящее время процесс этот зашел так далеко, что, как можно было бы подумать, ничто уже не зависит от «разума» человека. К середине следующего столетия прогнозируются резкое увеличение смертности и значительное снижение численности человечества.

Этот вывод основан на простых, еще недостаточно разработанных математических моделях, но он кажется убедительным, так как представляет прямую аналогию с развитием бактерий в пробирке: бактерии, внесенные в пробирку с питательной средой, некоторое время размножаются с небольшой скоростью, которая затем быстро увеличивается и достигает максимума. Да-

лее численность бактерий растет экспоненциально до предельной величины, после чего быстро падает из-за истощения питательных веществ и накопления в среде отходов жизнедеятельности. В этом смысле человечество пока ничем не отличается от бактерий, и его развитие практически не зависит от его разума.

Впрочем, существуют и более благоприятные сценарии будущего, связанные с освоением новых ресурсов и обнаружением новых запасов уже используемых ресурсов. Но при всех этих вариантах все равно будет возрастать загрязнение окружающей среды, будет увеличиваться концентрация углекислого газа в атмосфере и несколько снижаться концентрация кислорода. К тому же для реализации этих благоприятных сценариев необходим эффективный поиск новых ресурсов, новых экономически приемлемых эффективных технологий использования старых ресурсов и вовлечения в оборот отходов. Это трудная задача, требующая больших затрат и огромных научных и инженерных усилий. Если эта поисковая задача будет эффективно решена, человечество получит отсрочку, и в первую очередь встанут экологические проблемы, которые при таком развитии ситуации, может быть, и станут доступными.

Но даже самые мрачные прогнозы предполагают – конечно, для тех, кто до этого доживет, – оптимистический финал: в конце концов, из-за уменьшения численности населения снизится интенсивность хозяйственной деятельности человечества и, следовательно, загрязнения, после чего биосфера автоматически вернется в исходное состояние, благоприятное для жизни человека.

Однако такая вера в способность биосферы к самовосстановлению ни на чем не основана и является всего лишь успокоительным заблуждением. За миллиарды лет своего существования биосфера была в разных состояниях; некоторые из них подходили для жизни человека, другие – нет. Ниоткуда не следует, что биосфера сама собой будет переходить от неблагоприятного состояния, в которое мы ее приведем, к состоянию, в котором нам будет хорошо.

При обсуждении экологического биосферного кризиса можно выделить три типа вопросов:

1. Возможно ли в принципе управлять эволюцией биосферы, то есть реально ли вообще создание ноосферы?

2. Каковы пределы относительно безопасного для человека воздействия на биосферу? Возможно ли возвращение биосферы в исходное состояние после прекращения деформирующих воздействий на нее, то есть, в какой мере можно надеяться на «упругость» биосферы?

3. Если человечество приведет биосферу в неустойчивое состояние и не будет иметь рычагов управления, то к какому устойчивому состоянию придет в конечном итоге биосфера, и будет ли это устойчивое состояние приемлемым для существования человека?

Для ответа на эти вопросы необходим тщательный теоретический и экспериментальный анализ закономерностей функционирования биосферы.

Но над реальной биосферой проводить экспериментальные исследования слишком опасно – следовательно, надо иметь экспериментальные модели, искусственные биосферы, изолированные от большой биосферы Земли.

Такие модели уже существуют, и не в единственном числе. Но чтобы получить в результате экспериментов с этими моделями содержательный ответ, нужно, прежде всего, правильно задать вопрос, а для этого необходимо понимать хотя бы в общих чертах, как устроена реальная биосфера.

Главный принцип функционирования биосферы – принцип циклической замкнутости.

Главное свойство биосферы – это непрерывный синтез и разложение составляющих ее веществ. Вся совокупность веществ биосферы вовлечена в мощные глобальные потоки и изменения, но эти потоки и изменения практически полностью сбалансированы или, другими словами, замкнуты. Все, что производит живой организм, в том числе и он сам, потребляется организмами других видов, и так далее по цепочке – процессы эти идут циклически без образования тупиковых продуктов за счет использования солнечной энергии.

Помимо замкнутых циклов обмена веществ – метаболических циклов, существуют также физические циклы, например, водный цикл: вода в одних местах испаряется, в других – конденсируется. Чистая вода загрязняется продуктами выделений живых организмов и минеральными веществами, а затем снова очищается за счет дистилляции и жизнедеятельности других организмов, особенно растений.

Метаболические и физические циклы в биосфере обеспечивают в результате химическое и физическое постоянство окружающей нас среды. Закон равновесия циклов можно назвать «принципом циклической замкнутости» или просто «принципом замкнутости».

Жизнь в разных формах существует на Земле около трех миллиардов лет, и вся эта жизнь в целом бессмертна, хотя каждое отдельное живое существо смертно. За этот период атомы химических элементов, образующие вещества биосферы, многократно входили в состав самых различных организмов – от бактерий и сине-зеленых водорослей до высших животных и человека, то есть меняли свою «роль» миллионы раз, а между тем общее количество их и элементный состав веществ, вовлеченных в круговорот, были практически постоянны.

Таким образом, биосфера существует как эволюционно сложившаяся на нашей планете система многократного использования живыми существами одних и тех же атомов. Эта замкнутость является основой бессмертия биосферы – следовательно, любые изменения замкнутости заслуживают самого пристального внимания. Природная биосфера теряет или приобретает не более 0,01 % элементов за характерное время оборота этих элементов – такого уровня замкнутости достичь совсем не просто: в лучших лабораторных модельных биосферах потери за цикл в сотни и тысячи раз выше. Без такой полной замкнутости химические элементы, содержащиеся в одних веществах, превращались бы живыми существами в совсем другие вещества и становились бы недоступны для них, после чего жизнь, естественно, прекра-

тилась бы. Как же возникла такая удивительная замкнутость, обеспечивающая бессмертие жизни, какие механизмы поддержания этой замкнутости существуют в биосфере в настоящее время? Все это вопросы, на которые до сих пор нет ответа.

Все имеющиеся в настоящее время теории эволюции жизни не могут объяснить возникновение и сохранение замкнутости биосферы.

Практически непонятна сейчас и связь между метаболическими и физическими циклами – ясно только, что такая связь существует, и, по видимому, очень сильная. Любое изменение физических условий должно менять видовой состав организмов и, следовательно, характер метаболических циклов и наоборот.

Таким образом, можно сказать, что все функционирование биосферы подчиняется принципу замкнутости. Замкнутые метаболические и физические циклы осуществляют постоянство химических и физических характеристик биосферы. Необходимо тщательно осмыслить, каковы механизмы реализации принципа замкнутости в живой природе и биосфере в целом.

Несмотря на то, что знания о циклах обмена веществ закладываются еще со школьных лет, следствия циклической замкнутости, кроме самых тривиальных, нам неизвестны. Замкнутость обмена масс в биосфере обычно рассматривается скорее в философском смысле, чем в научном. Во всех без исключения фундаментальных биологических науках отсутствуют какие-либо закономерности, вытекающие из принципа замкнутости. Можно сказать, что сами биологические науки являются в настоящее время «незамкнутыми».

Требование замкнутости налагает на процессы, протекающие в системе, определенные ограничения, но эти ограничения до сих пор не изучены и остаются неизвестными. С другой стороны, неизвестно, какие механизмы обеспечивают замкнутость обмена, поскольку, согласно современным представлениям, эволюция любой популяции определяется прежде всего ее взаимодействием с ближайшим окружением, так что действие отбора, в соответствии с этими представлениями, не находится в прямой связи с замкнутостью обмена веществ в биосфере. Замкнутость обеспечивается всеми организмами в целом и не может быть значимым признаком отбора для отдельной популяции.

Эта проблема получила название «парадокса Дарвина – Вернадского»: с одной стороны, живые организмы эволюционируют благодаря взаимодействию со своим ближайшим окружением, с другой же стороны, сохранение замкнутости биосферы требует глобального согласования метаболизма всех живых организмов (или, во всяком случае, их подавляющего большинства). Таким образом, циклическая замкнутость реально существует, а современные теории эволюции не могут ее объяснить.

Принцип замкнутости должен как-то проявляться и в биохимии, и в молекулярной биологии. Все биохимические реакции, протекающие в различных организмах биосферы, должны образовывать циклические цепи, так как только в этом случае может быть обеспечена замкнутость. Поскольку все

биохимические реакции полностью контролируются ферментами, без которых они протекать не могут, то, следовательно, вся совокупность ферментов в биосфере должна представлять собой согласованную систему. В свою очередь, синтез ферментов контролируется генетическим аппаратом, то есть эта согласованность должна как-то проявляться и в молекулярной биологии. Иными словами, законы биохимии и молекулярной биологии должны быть согласованы с принципом замкнутости, то есть законы микроуровня – с глобальными законами. Каким образом достигается это уникальное согласование, мы не знаем.

Логично предположить, что для самого происхождения жизни необходима была циклическая замкнутость химических реакций еще до ее возникновения; до сих пор эта проблема почти не обсуждалась (за исключением работы Н. С. Печуркина (1988)).

Для поддержания жизнедеятельности человека в космических условиях необходимо, прежде всего, обеспечить его воздухом, водой и пищей (другие факторы окружающей среды здесь не рассматриваются). Это можно сделать тремя путями:

а) с помощью запасов или периодической доставки расходуемого вещества с Земли;

б) получая необходимые продукты из местных источников (например, получая кислород из окислов, содержащихся в материале космических тел);

в) применяя регенерацию отходов жизнедеятельности человека (отходов в широком смысле, включая и технологические).

Недостатки первых двух путей очевидны. При нынешнем состоянии наших знаний единственным возможным путем представляется третий.

Регенерация отходов позволяет многократно использовать химические элементы, входящие в состав потребляемых человеком веществ, и в этом смысле такая система жизнеобеспечения является замкнутой. Естественно, для обеспечения замкнутости необходимы энергия и соответствующие устройства. Полная замкнутость в настоящее время возможна только при использовании живых организмов.

Функционирование человека и других живых организмов связано, прежде всего, с химическими превращениями веществ, но не только с ними. В живых организмах весьма интенсивно протекают также процессы массопереноса, обеспечивающие постоянство физико-химических параметров внутренней среды организма. В результате этого происходит загрязнение окружающей среды. Вот некоторые примеры:

– Для того, чтобы извлечь кислород из воздуха, человеку необходимо прокачать через легкие значительное количество воздуха (в течение суток для извлечения 0,6 кг кислорода человек прокачивает через легкие около 30 кг воздуха (Calloway, 1975)). В результате воздух становится непригодным для дыхания – не из-за исчерпания кислорода, а вследствие его загрязнения, прежде всего углекислым газом.

– Поддержание постоянства физико-химических параметров крови и лимфы требует пропускания через организм человека нескольких литров во-

ды в сутки. Это должна быть «чистая» вода, то есть вода определенного физико-химического состава, но отнюдь не дистиллированная.

– Еще больше воды человек тратит на санитарно-гигиенические нужды.

– Возможна, однако, и очистка воды: за счет внешней энергии растения очищают воду в процессе транспирации (дыхания растений).

Таким образом, функционирование живых организмов приводит к изменению состава окружающей их среды в результате метаболических процессов, протекающих внутри них, и переноса образовавшихся отходов наружу.

При этом характерно, что понятие «отходы» для разных организмов может быть диаметрально противоположным: так, кислород – отход для растений и необходимейшее вещество для человека; напротив, углекислый газ – отход для человека и необходимейшее вещество для растений. Поэтому для систем жизнеобеспечения вводится понятие «организм-задатчик», по которому настраивается функционирование всей системы (Гительзонидр., 1975). Для космических систем жизнеобеспечения организмом-задатчиком является, естественно, человек.

Ясно, что такая система жизнеобеспечения (СЖО) должна включать различные технические устройства, которые должны функционировать исправно, так что их создание и ремонт должны осуществляться также с соблюдением принципа замкнутости.

Таким образом, для расчета замкнутых космических СЖО необходимо рассматривать три уровня замкнутости, которые коротко можно назвать метаболическим, физиологическим и инженерно-технологическим.

Метаболический (химический) уровень замыкания является основой существования замкнутых систем. Без замкнутых химических циклов замкнутые СЖО вообще не могут существовать.

Рассмотрим идеальный вариант замыкания. Идеальным можно было бы считать полностью комплементарный (дополнительный) для человека организм-регенератор. СЖО с использованием такого организма и физико-химических систем очистки (разделения) веществ могла бы неограниченно долго поддерживать жизнедеятельность человека. Но, к сожалению, таких комплементарных человеку организмов в природе не существует, и приближение к полному замыканию можно обеспечить только набором целого ряда отдельных организмов.

До настоящего времени исследовались теоретически и экспериментально только СЖО, состоящие из небольшого числа организмов-регенераторов: это микроводоросли, водородные бактерии и высшие растения.

Наиболее интенсивные метаболические процессы человека связаны с энергетикой, поэтому при создании СЖО главные усилия были направлены на замыкание метаболизма, связанного с энергетическими процессами; для человека таким метаболизмом является дыхание.

В целом метаболическое замыкание полностью основано на законе сохранения элементов и наличии в организме соответствующих ферментов. При отсутствии определенных ферментов можно использовать специальные химические технологии переработки веществ.

Таким образом, обеспечение замкнутости СЖО может быть основано либо на увеличении числа видов, входящих в систему, либо на использовании специальных химических технологий переработки тупиковых веществ, возникающих в живых организмах в результате метаболических процессов.

Физиологический уровень замыкания учитывает изменение фазового состава воздушной и водной, сред, а также состава пищи в результате физиологических и технологических процессов, протекающих в СЖО. Его невозможно рассматривать без учета данных о метаболизме и химических процессах в СЖО. В некоторых случаях простая очистка позволяет резко увеличить коэффициент замыкания СЖО: например, поглощение углекислоты из атмосферы СЖО незамкнутого типа позволяет резко поднять коэффициент замыкания, то есть значительно увеличивает время существования человека в СЖО без запасов.

На инженерно-технологическом уровне замыкания рассматривается не только поддержание физиологического существования человека, но и поддержание всей биотехнологической среды.

При создании космических систем жизнеобеспечения требуется тщательный анализ разнообразных массообменных процессов в этих системах, и в этом смысле создание и исследование СЖО могут дать многое для понимания закономерностей функционирования биосферы. Следовательно, создание космических систем жизнеобеспечения неразрывно связано с обеспечением существования человека на Земле, а сами СЖО можно рассматривать как искусственные маленькие биосферы. В соответствии с принципами, разработанными при создании СЖО, можно конструировать и различные другие искусственные биосферы, уже без человека. Нельзя экономить на космических исследованиях: это оставит человечество неподготовленным к изменениям в биосфере, возникающим входе глобального кризиса.

Биосферика – новая научно-инженерная дисциплина. В свете всего сказанного возникает проблема изучения циклических глобальных процессов в биосфере, определения степени замкнутости этих процессов и изучения всех связанных с замкнутостью проблем. Понятно, что экспериментальные исследования земной биосферы крайне затруднены из-за ее размеров, медленности оборота веществ в ней и из-за возможности ее разрушения вследствие неудачных или неправильно поставленных экспериментов; да и вообще кажется этически неприемлемым экспериментальный подход к системе, в которую мы включены и от устойчивого функционирования которой зависит наша жизнь. Конечно, человечество в своем развитии, особенно в последнее время, неосознанно провело множество подобных экспериментов (к счастью, пока еще, по-видимому, не смертельных), но такие эксперименты, безусловно, должны быть прекращены. Необходимо тщательное изучение уже осуществленных воздействий человека на биосферу.

Сейчас усиленно развивается глобальное наблюдение (мониторинг) состояния биосферы с помощью космических аппаратов. Это, вероятно, единственное направление связанных с экологией исследований, куда вкладываются значительные суммы денег. Из космоса получено и непрерывно поступает огромное количество информации. Эта информация очень важна для оценки экологического состояния различных регионов и отдельных территорий, однако, человечество еще не научилось извлекать из нее сведения о глобальных циклических потоках веществ при их метаболических превращениях. По этой информации пока невозможно представить и оценить степень замкнутости биосферных циклических превращений, но других средств изучения процессов в биосфере у нас нет, и это направление исследований необходимо всячески поддерживать.

Методология современного естествознания в огромной степени основывается на экспериментальном моделировании естественных объектов. Следовательно, нужны экспериментальные аналоги земной биосферы. С другой стороны, как уже упоминалось, для освоения космоса требуется разработка замкнутых систем жизнеобеспечения человека со специально создаваемым круговоротом веществ в них. Кажется логичным, что эти системы, как и специально создаваемые замкнутые экологические системы без человека, могли бы явиться не только важным средством исследования космоса, но в то же время средством экспериментального исследования биосферы, если, конечно, удастся переносить результаты исследования одних замкнутых систем на другие.

Необходимость исследования глобальных процессов в биосфере и необходимость разработки устойчивых систем жизнеобеспечения, способных функционировать неограниченное время, поставили в повестку дня проблему создания новой науки об объектах с происходящим в них замкнутым циклическим оборотом веществ. О возникновении такой науки было объявлено на Советско-Американском симпозиуме, проходившем в Шушенском (Красноярский край) в 1989 году.

Эта наука получила название «биосферика». На симпозиуме прошла целая дискуссия о выборе термина, в результате которой термин «биосферология» решили не использовать, чтобы подчеркнуть активный характер новой науки.

Конечно, декларировать возникновение новой науки значительно проще, чем действительно создать ее. Новая наука не может существовать, пока не станет достаточно ясно, что является предметом ее изучения и, главное, каков метод изучения этого предмета. Пока представляется, что предметом исследования биосферика является вся совокупность естественных и искусственных экологических и физико-химических систем с циклическими химическими и физическими превращениями в этих системах, происходящими за счет подведения к ним энергии извне, с большей или меньшей замкнутостью этих превращений.

Метод исследования этих систем непременно должен включать теорию подобия циклических биологических и химических процессов.

Представляется вероятным, что методология биосферики приобретет в самом ближайшем будущем в некотором смысле законченный вид. При этом пока не видно, чтобы какая-либо другая наука, даже экология, претендовала на предмет биосферики.

2.3. Глобальный кризис как нарушение замкнутости

Скорость процессов обмена веществ в живых организмах настолько велика, что если бы не было баланса между потреблением веществ биосферы одними организмами и выделением этих веществ другими организмами, биосфера скоро прекратила бы свое существование (Камшалов, 1975). Понятно, что должна существовать система регуляции этих процессов, обеспечивающая необходимую для их баланса активность. Механизмы обеспечения такого баланса пока непонятны.

Современный химический состав биосферы возник благодаря нескольким ступеням эволюции, причем последней ступенью была эволюция продуцирующих кислород фотосинтезирующих организмов. Эти ступени эволюции происходили при снижении степени замкнутости, поскольку в оборот включались и выводились из него новые вещества, образовывались новые метаболические циклы. Например, высокое содержание в современной атмосфере кислорода и низкое углекислого газа связано не только с образованием нового кислородного цикла, но и с выведением из круговорота значительного количества биомассы растений с высоким содержанием в ней углерода и водорода.

В современный период также наблюдается сильное снижение степени замкнутости биосферы вследствие производственной деятельности человека. Дотехнологическая деятельность человечества мало влияла на химический состав биосферы: человечество было ее составной частью, хотя, конечно, в результате этой деятельности менялась биологическая структура биосферы. Производственная же деятельность человечества основывается, прежде всего, на повторном вводе в круговорот выведенных ранее веществ – на использовании превратившейся в уголь, нефть и газ биомассы растений. Но еще большую опасность представляют различные вредные химические вещества, образующиеся при сжигании этой биомассы. Такие же вредные вещества образуются в результате деятельности горнодобывающей, металлургической и химической промышленности. В результате этих воздействий условия жизнедеятельности многих организмов резко ухудшились, уменьшилась их функциональная активность и их устойчивость по отношению к самым различным биологическим, химическим и физическим воздействиям. Все ускоряется гибель различных видов, особенно высших организмов. Гибель видов происходит и в результате прямого воздействия на них человека – из-за увеличения численности человечества.

Изменение химического состава биосферы, прежде всего из-за возрастания содержания углекислого газа в атмосфере, неизбежно ведет к глобаль-

ному потеплению, которое, в свою очередь, также вызовет перестройку биосферы. Увеличение содержания в биосфере ксенобиотиков (чуждых жизни веществ) приводит к росту заболеваемости и увеличению смертности. Пока еще эти изменения компенсируются медициной, но в близком будущем состояние здоровья всего населения Земли резко ухудшится.

С другой стороны, ресурсы, используемые человечеством, не беспредельны. Их истощение неизбежно снизит производственный потенциал человечества. Поиск и использование новых ресурсов требует очень больших усилий.

Таким образом, рассматривая причины движения человечества и биосферы к глобальному кризису, мы неизбежно приходим к выводу, что они связаны, прежде всего, с нарушением замкнутости биосферы, вызванным производственной деятельностью человека. Весьма вероятно, что загрязнение биосферы широким спектром ксенобиотиков может существенно повлиять на функционирование механизмов, поддерживающих замкнутость естественных процессов метаболизма – даже еще не исследованных механизмов. А это может создать в биосфере условия, несовместимые с жизнедеятельностью большинства видов высших организмов, включая и человека. Для предотвращения этого необходимо, прежде всего, замедлить или вообще приостановить процессы нарушения замкнутости биосферы, серьезно проанализировав производственную деятельность человечества и приняв соответствующие политические, юридические и экономические меры. Задачей же фундаментальной науки являются возможно более точная оценка замкнутости метаболических процессов в биосфере, нахождение и исследование биосферных механизмов поддержания замкнутости.

2.4. Ноосфера как замкнутая система

По поводу понятия «ноосфера» существует множество самых различных представлений и спекуляций. Мы будем называть «ноосферой» биосферу, в которой геологическая деятельность человека сравнима с геологической деятельностью всех живых организмов. Прежде всего, необходимо выяснить, может ли быть такая система устойчивой. Из наших современных знаний ясно, что необходимое требование устойчивости – устройство в системе циклических процессов массообмена и обеспечение их замкнутости. Конечно, это условие не является достаточным. Но о достаточных условиях существования систем с циклическими массопотоками мы еще почти ничего не знаем. Нужны интенсивные научные исследования.

В любом случае для устойчивого существования ноосферы необходимы цикличность и замкнутость в ней, по крайней мере, основных массопотоков. Возникает вопрос: какова возможная структура таких массопотоков? Рассмотрим следующие варианты этой структуры:

1. Возможно более полная независимость техногенных массопотоков от биологических массопотоков биосферы, причем замыкание осуществляется с помощью специально разработанных технологических процессов.

2. Возможно более полная независимость техногенных массопотоков от биологических массопотоков биосферы, причем замыкание осуществляется с помощью искусственно созданных экологических систем и биотехнологических процессов.

3. Рассредоточение частично замкнутых островов техносферы на территории Земли таким образом, чтобы полное замыкание происходило с помощью экосистем биосферы.

4. Объединение технологических потоков техносферы и биологических потоков биосферы в единую глобальную замкнутую систему.

Таким образом, понятие «ноосфера» имеет сугубо материальное наполнение. Конечно, наука, культура, религия, системы мировоззрения должны развиваться по своим законам, однако необходимым следствием их развития должен быть их положительный вклад в создание и поддержание ноосферы как замкнутой по массообмену системы. Сейчас мы не можем сделать вполне определенного прогноза о структуре массопотоков и их замыкании в будущей ноосфере, но если замкнутая ноосфера не будет создана, то о перспективах достойного существования и развития человечества не может быть речи.

Сегодня уже ясно, что нынешнее социально-экономическое развитие западных стран, столь перевозносимое средствами массовой информации, неизбежно ведет к глобальному кризису. Ясно также, что при этом типе развития человечество в целом не сможет обеспечить всем людям достойный уровень жизни: в самом деле, если образ жизни «слаборазвитых» стран будет ориентироваться на западные образцы производства и потребления, то «выравнивание» уровня жизни, часто рассматриваемое как желательная цель, неминуемо вызовет глобальную экологическую катастрофу с непредсказуемыми социальными последствиями. Поэтому необходимо изменить цели и идеалы развития человечества. На первое место должны быть поставлены духовные, а не материальные ценности – и это касается в первую очередь развитых западных стран.

Наряду с планомерным замедлением роста численности населения следует проводить политику создания замкнутых техногенных потоков. На повестке дня стоит задача создания научно-технической программы и идеологии «замыкания» совокупности биологических и технических процессов. К этой цели должен быть направлен научный и культурный потенциал развитых стран.

Прежде всего, стоит задача – замедлить движение к глобальной катастрофе. Далее необходимо отчетливо решить вопрос о «пределах роста», которые ни в коем случае нельзя превышать. Повышение уровня жизни должно осуществляться, лишь исходя из создания замкнутых островов техносферы и их распространения на остальную территорию Земли.

Принципиальная возможность отказаться от широкого использования процессов, выпадающих из циклического действия биосферы, существует уже сегодня. Сейчас люди просто почти не заботятся о том, чтобы технологические процессы были замкнутыми. Конечно, необходима серьезная поддержка научных исследований, ведущихся в этой области.

Если движение человечества к катастрофе удастся замедлить, появится время для решения самых серьезных проблем. Прежде всего, необходимо создание социальной структуры человеческого общества, способствующей устройству замкнутых техногенных циклов, не оказывающих вредного воздействия на существующие биосферные циклы. Это непростая задача, но без ее решения движение к замкнутой ноосфере окажется невозможным.

Таким образом, основой устойчивого существования биосферы являются координированные замкнутые циклические массопотоки веществ, непрерывно образующихся и распадающихся в биологических процессах. Законы функционирования биосферы все еще остаются невыясненными, и для изучения этих законов будут весьма полезны результаты, получаемые при создании и исследовании космических систем жизнеобеспечения, предназначенных для освоения человеком космоса.

Единственной наукой, создающейся в настоящее время и изучающей замкнутые циклические процессы как в земной биосфере, так и в искусственных биосферах, является биосферика, и она нуждается в эффективной поддержке вследствие быстрого движения человечества к глобальному кризису, а может быть, и к полной катастрофе. Это движение связано с тем, что человечество практически игнорирует принцип замкнутости. Устойчивое существование человечества как цивилизованного сообщества возможно только при переходе биосферы и человечества в состояние ноосферы, основанной на замкнутых циклических техногенных и биологических процессах. Все духовные усилия человечества, все изменения его социально-экономической и политической структуры должны поддерживать эволюцию биосферы по направлению к замкнутой ноосфере. В противном случае существование цивилизованного человеческого общества будет невозможно.

3. МИНИМИЗАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА БИОСФЕРУ

3.1. Экологические проблемы биосферы

В своей статье «Экология в современном мире» Академик Российской АН Н. Моисеев писал, что термин «экология» возник в рамках биологии. Экология первоначально рассматривалась как часть биологии, изучающая взаимодействие живых организмов, в зависимости от состояния окружающей среды.

Первоначально термин «экология» означал дисциплину, которая изучает эволюцию фиксированных экосистем. Сама жизнь существенно расширяет круг проблем, решаемых экологией.

Промышленная революция, начавшаяся в Европе в 18 веке, внесла существенные изменения во взаимоотношения Природы и Человека

Сельскохозяйственная деятельность человека постепенно создает искусственные экосистемы, так называемые агроценозы, живущие по собственным законам: для своего поддержания они требуют постоянного целенаправленного труда человека. Без вмешательства человека они существовать не могут. Человек все больше и больше извлекает из земных недр полезных ископаемых. В результате его активности начинает меняться характер кругооборота веществ в природе, меняется характер окружающей среды. По мере того как растет население и растут потребности человека, свойства среды его обитания изменяются все больше и больше.

Выбросив отходы со своего двора, вы загрязняете чужой, что в конечном итоге оказывается вредным и для вас самих.

До самого последнего времени все эти изменения происходили медленно, что о них никто серьезно не задумывался. Человеческая память, конечно, фиксировала крупные перемены: Европа еще в средние века была покрыта непроходимыми лесами, бескрайние ковыльные степи постепенно превращались в пашни, реки мелели, зверье и рыбы становились меньше. И люди знали, что всему этому одна причина – Человек! Но все эти изменения происходили медленно. Явно заметными они оказываются лишь по прошествии поколений.

Ситуация стала стремительно меняться с началом промышленной революции. Главными причинами этих изменений сделались добыча и использование углеводородного топлива – угля, нефти, сланцев, газа. А затем – добыча в огромных количествах металлов и других полезных ископаемых. В

круговорот веществ в природе начали включаться вещества, запасенные былыми биосферами – находившиеся в осадочных породах и уже вышедшие из кругооборота.

Условия обитания начали зримо меняться. Первыми этот процесс почувствовали растения и животные.

В статье «Емкость биосферы не безгранична» приводятся следующие данные.

За последние сто лет, при росте численности населения земли в 3,1 раза, мировой валовой внутренний продукт увеличился почти в 350 раз, объем потребления пресной воды – в 11 раз, площадь пахотных земель возросла в 2 раза. Прирост площади пустынь составил 156 млн. кв. км, на 20 % сократилось число видов растений и животных.

Число голодающих в мире за последние пять лет увеличилось с 1,1 до 1,3 млрд. человек. Растет разрыв между богатыми и бедными странами и людьми.

Современная цивилизация столкнулась с разрастающимся эколого-социальным кризисом.

В Рио-де-Жанейро в 1992 году был принят ряд основополагающих документов (под которыми стоит подпись и России), в которых предпринята попытка найти пути выхода из создавшегося кризиса; странам мирового сообщества было рекомендовано выработать национальные стратегии развития с учетом специфики стран и необходимости предотвращения экологической катастрофы.

Поскольку возникновение экологического кризиса обусловлено чрезмерным антропогенным воздействием на биосферу, встал вопрос о допустимых масштабах такого воздействия.

Масштабы антропогенного воздействия на биосферу не должны превышать порога так называемой хозяйственной емкости биосферы, которая представляет собою тот возможный объем использования первичной биологической продукции (первичной продукции биоты), изъятие которой из биосферы не нанесет ущерба действию ее регулирующих механизмов, определяющих содержание в биосфере жизненно важных для человека веществ (биогенов).

Развитие цивилизации должно идти такими путями, чтобы, с одной стороны, обеспечить непрерывный прогресс общества, а с другой стороны – не переходить тех пороговых значений хозяйственной емкости биосферы, которые определены законами ее собственной эволюции.

Устойчивое развитие – это стабильное социально-экономическое развитие, не разрушающее своей природной основы и обеспечивающее непрерывный прогресс общества.

Человеческая активность меняет характер окружающей среды.

Одно из главных современных практических направлений деятельности экологии: создание таких технологий, которые в меньшей степени влияют на окружающую среду. Технологии, обладающие этим свойством, называются экологичными. Научные (инженерные) дисциплины, которые зани-

маются принципами создания таких технологий, получили общее название – инженерная или промышленная экология.

Люди начинают понимать, что существовать в среде, созданной из собственных отходов, они не могут.

Отбросов будет тем меньше, чем лучше мы научимся использовать отходы одного производства в качестве сырья для другого. Так рождается идея «безотходных» производств. Они экономят те природные ресурсы, которые использует человек в своей производственной деятельности.

Сегодня промышленная экология охватывает очень широкий круг проблем, причем проблем весьма различных и уже совсем не биологического плана. Тут уместнее говорить о целом ряде инженерных экологических дисциплин: экология горнодобывающей промышленности, экология энергетики, экология химических производств и т.д.

Подобные дисциплины объединяются общей методологией и общей целью: предельно сократить влияние промышленной деятельности на процессы кругооборота веществ в природе и загрязнения окружающей среды.

Второе направление практической деятельности экологии – научиться выделять значимые параметры окружающей среды, разработать способы их измерений и создать систему норм допустимых загрязнений. Незагрязняющих производств не может быть в принципе! Поэтому и родилась концепция ПДК.

Это важнейшее направление деятельности принято называть экологическим мониторингом. Название не совсем удачное, поскольку слово «мониторинг» означает намерение, наблюдение.

Самое важное – понять, что надо мерить в первую очередь, разработать и обосновать сами нормы ПДК. Знать, как те или иные значения параметров биосферы влияют на здоровье человека. Именно оно и есть конечный, Верховный судья всей деятельности экологов.

Природа без человека жила миллиарды лет и теперь сможет жить без него, но человек вне полноценной биосферы существовать не может. Под вопросом будущность нашего биологического вида. Мы можем погибнуть от неумения разумно использовать свое могущество.

Основными составляющими окружающей среды являются воздух, вода и биота, из которой мы получаем пищу.

Воздух – это компонент окружающей среды, без которого человек может прожить не более 6-7 минут. Далее идут необратимые процессы нарушения кровоснабжения, приводящие к нарушению деятельности мозга. Без воды, с помощью которой осуществляются все обменные процессы в человеческом организме, человек может прожить не более 6-7 суток. Обезвоживание организма в 15-30 % так же приводит к тяжелым последствиям.

Без пищи, из которой человек получает энергию для своей деятельности, он может просуществовать до 40 суток.

Классическая (точнее – биологическая) экология – лишь естественная составляющая часть той дисциплины, которую мы теперь называем экологией человека или современной экологией.

Вся совокупность наук, рожденных человеческим Разумом, есть составляющая часть некоей общей науки о том, как человеку следует жить на Земле, чем он должен руководствоваться в своем поведении для того, чтобы не только сохранить самого себя, но и обеспечить будущее своим детям, внукам, своему народу и человечеству в целом. Экология – наука, устремленная в будущее. Это наука о том, как передать Природу, наш общий дом нашим детям и внукам, что бы им в нем было жить лучше и удобнее, чем нам! Чтобы в нем сохранилось все необходимое для жизни людей.

Экология – наука системная, она опирается на множество других дисциплин.

Жить без идеологии нельзя, свободный выбор всегда должен опираться на мировоззрение, а оно формируется опытом многих поколений. Человек должен видеть, осознавать свое место в мире, во Вселенной.

Мы живем в доме, имя которому – биосфера. Наш дом – крошечный уголок необъятного космоса. И человек обязан чувствовать себя частицей этой безграничной Вселенной. Человек обрел Разум, способность предвидеть результаты своих действий и влиять на события, которые происходят вокруг него, а значит, и на то, что происходит во Вселенной!

Важнейшая составляющая любого мировоззрения – это конденсированный опыт всего человечества. И его мы называем НАУКОЙ.

Человеку предстоит решать проблему огромной практической значимости: как выжить на оскудевающей Земле?

Биосфера это часть верхней оболочки Земли, в которой существует или способно существовать живое существо. К биосфере принято относить атмосферу, гидросферу и верхнюю часть земной тверди. Биосфера не находится и никогда не находилась в состоянии равновесия. Она получает энергию Солнца. И, в свою очередь, излучает определенное количество энергии в космос. Эти энергии разного свойства (качества). Получает Земля коротковолновое излучение – свет, который, трансформируясь, нагревает Землю. А в космос от Земли уходит длинноволновое тепловое излучение. И баланс этих энергий не соблюдается. Земля излучает в космос несколько меньше энергии, чем получает от Солнца. Эту разность и усваивает биосфера, которая все время накапливает энергию. Этого небольшого количества накапливаемой энергии достаточно для того, чтобы поддерживать все грандиозные процессы развития планеты.

Сложнейшие процессы взаимодействия атмосферы, океана, биоты – процессы принципиально не равновесные. Все кругообороты веществ здесь не замкнутые: какая-то материальная субстанция непрерывно добавляется, а что-то выпадает в осадок. Недра все время выбрасывают в атмосферу и океан различные газы, прежде всего – углекислоту и водород. Они включаются в кругооборот веществ в природе. И сам человек как сказал Вернадский, оказывает решающее влияние на структуру геохимических циклов – на кругооборот веществ.

Биосфера – объект уникальный. Сегодня она не такая, какой была вчера, а завтра не будет такой, как сегодня. Какие либо эксперименты с биосферой не допустимы мы можем лишь наблюдать происходящее.

Единственный путь изучения проблем глобальной экологии – это методы математического моделирования и анализ предшествующих этапов развития Природы.

В.И. Вернадский первым понял, что человек становится «основной геологообразующей силой планеты».

У него были учителя, прежде всего В.В. Докучаев, который раскрыл тайну наших южных черноземов и заложил основу почвоведения. Основа всей биосферы, ее связующее звено – это почвы с их микрофлорой. Те процессы, которые происходят в почвах, определяют все особенности круговорота веществ в природе.

Учениками и последователями В.И. Вернадского были В.Н. Сукачев, Н.В. Тимофеев-Ресовский, В. А. Ковда и многие другие.

Человечество производит по крайней мере в 2000 раз больше отходов органического происхождения, чем вся остальная биосфера. Отходами или отбросами условимся называть вещества, которые надолго исключаются из биогеохимических циклов биосферы, то есть из кругооборота веществ в природе.

Д. Медоуз провел расчеты, позволяющие сопоставить перспективы промышленного развития, роста населения и загрязнения окружающей среды.

Было показано, что человечеству середине XXI столетия грозит глобальный экологический кризис. Это будет кризис продовольствия, кризис ресурсов, кризисная ситуация с загрязнением планеты.

В конце 70-х годов удалось оценить так называемый «тепличный эффект». Некоторые газы – водяной пар, углекислота – пропускают идущий к Земле солнечный свет, и он нагревает поверхность планеты, но эти же газы экранируют длинноволновое тепловое излучение Земли.

Активная промышленная деятельность ведет к непрерывному возрастанию концентрации углекислоты в атмосфере: в XX веке она возросла на 20 процентов. Это служит причиной повышения средней температуры планеты, что в свою очередь меняет характер циркуляции атмосферы и распределение осадков.

Если сохранятся современные темпы роста промышленного производства, то к тридцатым годам XXI столетия концентрация углекислоты в атмосфере удвоится.

С помощью компьютерных моделей провели расчеты и анализ этого явления.

Оказалось, что общая продуктивность биоты практически не изменится, но произойдет перераспределение ее продуктивности по различным географическим зонам. Возрастет засушливость районов Средиземноморья, полупустынь и опустыненных саванн в Африке, кукурузного пояса США. Пострадает и наша степная зона. Урожайи здесь могут снизиться на 15 – 20, даже

на 30 процентов. Зато резко возрастет продуктивность таежных зон и тех районов, которые мы называем нечерноземьем. Земледелие может продвигаться на север.

Производственная деятельность человека в ближайшие десятилетия, то есть при жизни нынешних поколений, может привести к значительным климатическим сдвигам. Для планеты в целом эти изменения будут отрицательными. Но для Севера Евразии, а значит, и для России, последствия парникового эффекта могут оказаться и положительными.

По расчетам нашего Вычислительного центра, к началу XXI столетия средняя температура планеты должна повыситься на 0,5 – 0,6 градуса.

Существует немало других крайне опасных последствий человеческой деятельности. Среди них такие непростые, как утончение озонового слоя, сокращение генетического разнообразия человеческих рас, загрязнение окружающей среды...

В конце XVIII века Т.Р. Мальтус высказал гипотезу о том, что человечество растет быстрее, чем способность планеты создавать продовольственные ресурсы. Мальтус Т.Р. прав: любые ресурсы планеты ограничены, пищевые – прежде всего. Земля может прокормить лишь ограниченное количество населения. В последние десятилетия количество пищи, производимой в мире на душу населения, стало медленно, но неотвратимо уменьшаться.

Мы стоим перед проблемами новой организации жизни, новой организации общества, нового миропредставления.

Мы должны выработать общие правила поведения и стратегию своего развития. Правила общежития носят в большинстве случаев локальный характер. Они сводятся к разработке и внедрению малоотходных производств, к очищению окружающей среды от загрязнений, к охране Природы.

Все решается культурой населения, технологической и экологической грамотностью и дисциплиной местных чиновников.

Жители верховий не очень-то склонны заботиться о состоянии реки в ее низовьях.

Мало и действий грамотного (что бывает чрезвычайно редко) правительства. Появляется необходимость создания общечеловеческой стратегии. Это и новые системы промышленных технологий, которые должны, быть безотходными и ресурсосберегающими. Это – и сельскохозяйственные технологии. Использование растений, имеющих наибольший коэффициент полезного использования солнечной энергии.

Человечество уже сейчас поставлено перед необходимостью жесткой регламентации рождаемости – в разных районах Земли по-разному, но везде – ограничение.

Чтобы человек и дальше вписывался в естественные циклы (кругооборот) биосферы, население планеты, при сохранении современных потребностей, должно быть уменьшено раз в десять.

Необходимо создавать новые биогеохимические циклы, то есть новый кругооборот веществ, в который войдут прежде всего те виды растений, ко-

торые более эффективно используют чистую солнечную энергию, не приносящую планете экологический вред.

Решение проблем такого масштаба доступно только человечеству в целом.

Хозяйственная деятельность человека, приобретая все более глобальный характер, начинает оказывать весьма ощутимое влияние на процессы, происходящие в биосфере. Вы уже узнали о некоторых результатах деятельности человека и их влиянии на биосферу. К счастью, до определенного уровня биосфера способна к саморегуляции, что позволяет свести к минимуму негативные последствия деятельности человека. Но существует предел, когда биосфера уже не в состоянии поддерживать равновесие. Начинаются необратимые процессы, приводящие к экологическим катастрофам. С ними человечество уже столкнулось в ряде регионов планеты.

Человечество существенно изменило ход течения целого ряда процессов в биосфере, в том числе биохимического круговорота и миграции ряда элементов. В настоящее время, хотя и медленно, происходит качественная и количественная перестройка всей биосферы планеты. Уже возник ряд сложнейших экологических проблем биосферы, которые необходимо разрешить в ближайшее время.

Кроме уже вышперечисленных экологических проблем – парниковый эффект, истощение озонового слоя, есть еще ряд проблем, на которые нужно также обратить пристальное внимание. Ниже рассмотрим их.

Массовое сведение лесов – одна из наиболее важных глобальных экологических проблем современности.

Лесные сообщества играют важнейшую роль в нормальном функционировании природных экосистем. Они поглощают атмосферные загрязнения антропогенного происхождения, защищают почву от эрозии, регулируют нормальный сток поверхностных вод, препятствуют снижению уровня грунтовых вод и заиливанию рек, каналов и водохранилищ.

Уменьшение площади лесов нарушает процесс круговорота кислорода и углерода в биосфере.

Несмотря на то, что катастрофические последствия сведения лесов уже широко известны, уничтожение их продолжается. В настоящее время общая площадь лесов на планете составляет около 42 млн км², но она ежегодно уменьшается на 2%. Особенно интенсивно уничтожаются влажные тропические леса в Азии, Африке, Америке и некоторых других регионах мира. Так, в Африке леса занимали раньше около 60% ее территории, а сейчас – всего около 17%. Значительно сократились площади лесов и в нашей стране.

Сведение лесов влечет за собой гибель их богатейших флоры и фауны. Человек обедняет облик своей планеты.

Однако, кажется, человечество уже осознает, что его существование на планете неразрывно связано с жизнью и благополучием лесных экосистем. Серьезные предупреждения ученых, прозвучавшие в декларациях Организации Объединенных Наций, других международных организаций, начали на-

ходить отклик. В последние годы во многих странах мира стали успешно проводиться работы по искусственному лесоразведению и организации высокопродуктивных лесных плантаций.

Отходы производства. Серьезнейшей экологической проблемой стали отходы промышленного и сельскохозяйственного производств. Вы уже знаете, какой вред они наносят окружающей среде. В настоящее время делаются попытки уменьшить количество отходов, загрязняющих окружающую среду. С этой целью разрабатываются и устанавливаются сложнейшие фильтры, строятся дорогостоящие очистные сооружения и отстойники. Но практика показывает, что они хоть и снижают опасность загрязнения, все-таки не решают проблему. Известно, что даже при самой совершенной очистке, включая биологическую, все растворенные минеральные вещества и до 10% органических загрязняющих веществ остаются в очищенных сточных водах. Воды такого качества могут стать пригодными для потребления только после многократного разбавления чистой водой.

Подсчеты показывают, что на все виды водопользования тратится 2200 км³ воды в год. На разбавление стоков уходит почти 20% ресурсов пресных вод мира. Расчеты на 2000 год показывают, что если даже очистка охватит все сточные воды, все равно на их разбавление потребуется 30-35 тыс. км³ пресной воды. Это означает, что ресурсы полного мирового речного стока будут близки к исчерпанию. А ведь во многих районах такие ресурсы уже находятся в остром дефиците,

Очевидно, решение проблемы возможно при разработке и внедрении в производство совершенно новых, замкнутых, безотходных технологий. При их применении вода не будет сбрасываться, а будет многократно использоваться в замкнутом цикле. Все побочные продукты будут не выбрасываться в виде отходов, а подвергаться глубокой переработке. Это создаст условия для получения дополнительной нужной человеку продукции и обезопасит окружающую среду.

Сельское хозяйство. В сельскохозяйственном производстве важно строго соблюдать правила агротехники и следить за нормами внесения удобрений. Так как химические средства борьбы с вредителями и сорняками приводят к существенным нарушениям экологического равновесия, ведутся поиски путей преодоления этого кризиса в нескольких направлениях.

Ведутся работы по выведению сортов растений, устойчивых к сельскохозяйственным вредителям и болезням: создаются бактериальные и вирусные препараты избирательного действия, поражающие, например, только насекомых-вредителей. Изыскиваются пути и способы биологической борьбы, то есть ведется поиск Гидроэлектростанция и размножение естественных врагов, уничтожающих вредных насекомых. Разрабатываются высокоизбирательные препараты из числа гормонов, антигормонов и других веществ, способных действовать на биохимические системы определенных видов насекомых и не оказывать ощутимого действия на другие виды насекомых или иные организмы.

Производство энергии. Очень сложные экологические проблемы связаны с получением энергии на теплоэлектро-энергетических предприятиях. Потребность в энергии – одна из основных жизненных потребностей человека. Энергия нужна не только для нормальной деятельности современного сложно организованного человеческого общества, но и для простого физического существования каждого человеческого организма. В настоящее время в основном электроэнергию получают на гидроэлектростанциях, тепловых и атомных станциях.

Гидроэлектростанции на первый взгляд являются экологически чистыми предприятиями, не наносящими вреда природе. Так считали многие десятилетия. В нашей стране построили много крупнейших ГЭС на великих реках. Теперь стало ясно, что этим строительством нанесен большой урон и природе, и людям.

Прежде всего, строительство плотин на больших равнинных **реках** приводит к затоплению огромных территорий под водохранилища. Это связано с переселением большого числа людей и потерей пастбищных угодий.

Во-вторых, перегораживая реку, плотина создает непреодолимые препятствия на путях миграций проходных и полупроходных рыб, поднимающихся на нерест в верховья рек.

В-третьих, вода в хранилищах застаивается, ее проточность замедляется, что сказывается на жизни всех живых существ, обитающих в реке и у реки.

В-четвертых, местное повышение воды влияет на грунтовые воды, приводит к подтоплению, заболачиванию, к эрозии берегов и оползням.

Этот список отрицательных последствий строительства ГЭС на равнинных реках можно продолжить. Крупные высотные плотины на горных реках также представляют собой источники опасности, особенно в районах с высокой сейсмичностью. В мировой практике известно несколько случаев, когда прорыв таких плотин привел к огромным разрушениям и гибели сотен и тысяч людей.

С экологической точки зрения АЭС являются наиболее чистыми среди других ныне действующих энергетических комплексов. Опасность радиоактивных отходов полностью осознается, поэтому и конструкция, и эксплуатационные нормы атомных электростанций предусматривают надежную изоляцию от окружающей среды по крайней мере 99,999% всех получающихся радиоактивных отходов.

Следует учитывать, что фактические объемы радиоактивных отходов сравнительно невелики. Для стандартного ядерного энергоблока мощностью в 1 млн кВт это 3- 4 м в год. Ясно, что с кубометром даже очень вредного и опасного вещества все же проще обращаться, чем с миллионом кубометров просто вредного и опасного, как, например, с отходами тепловых электростанций, которые практически целиком поступают в окружающую среду.

Не все знают, что уголь обладает небольшой природной радиоактивностью. Так как на ТЭС сжигаются огромные объемы топлива, то ее суммарные

радиоактивные выбросы получаются выше, чем у АЭС. Но этот фактор второстепенный по сравнению с главным бедствием от установки на органическом топливе, наносимом природе и людям, – выбросами в атмосферу химических соединений, являющихся продуктами сгорания.

Хотя АЭС экологически более чистые, чем просто электростанции, они таят в себе большую потенциальную опасность в случае серьезных аварий реактора. В этом мы убедились на примере Чернобыльской катастрофы. Таким образом, энергетика ставит, казалось бы, неразрешимые экологические проблемы. Поиски решения проблемы ведутся в нескольких направлениях.

Ученые разрабатывают новые безопасные реакторы для атомных станций. Второе направление связано с использованием нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Это, прежде всего, энергия Солнца и ветра, тепло земных недр, тепловая и механическая энергия океана. Во многих странах, в том числе и у нас, уже созданы не только опытные, но и промышленные установки на этих источниках энергии. Они еще сравнительно мало мощные. Но многие ученые считают, что за ними большое будущее.

Человечеству грозит гибель уже в XXI веке. Разрастающийся кризис – закономерный результат эволюции. Главный фактор эволюции человека – его разум, эволюции социума – разум социума. Угроза перехода эволюции в бифуркационную стадию с непредсказуемыми последствиями требует объединения людей в единое осознавшее себя сообщество землян, развивающееся в коэволюции с природой. Это задача общечеловеческого разума. Национальная идея России могла бы состоять в решении этой задачи. Россия – часть человечества, её судьба не отделима от судьбы человечества. История и культура России позволяют ей претендовать на лидирующую роль. Народы России могут объединиться, несмотря на тяготы жизни, если перед ними будет полностью раскрыта грозная ситуация на планете.

Мы не загрязняем, не отравляем, – уничтожаем окружающую среду. В XX столетии загрязненность воздуха, важнейшего биовозобновляемого ресурса жизни, возросла в 100 тысяч раз. Не лучше состоит дело с почвой. Человечество успело уничтожить почти 500 млрд т почвы, что соответствует пахотным землям Индии. Для образования слоя почвы толщиной 1 см требуется 1000 лет. Еще печальнее ситуация с водой. В мире возрастает дефицит чистой воды. Лена, Ангара, Енисей, загрязнены медью, цинком, фенолами, рыба в них заболевает и погибает. Амур отравлен медью, хромом, их концентрация превышает ПДК в 10 раз. В Волге трудно найти место с чистой водой. Концентрация фенолов в районе Ярославля превышает ПДК в 20 раз. В Неву, в реки Урала сбрасываются без очистки промышленные отходы, сточные воды близлежащих городов, животноводческих ферм. Аналогичная ситуация с реками, протекающими через индустриальные районы во всех странах мира, особенно в Европе и северной Америке. В Балтийское, Северное, Средиземное и другие моря сбрасываются сотни тысяч тонн нефтепродуктов; солей тяжелых металлов, сбрасываются ртуть, мышьяк, серная кислота, радиоактивные вещества, мусор. Из-за утечки нефти при добыче, перевозке и аварии-

ях танкеров к началу XXI века более 20% поверхности океанов покрылось нефтяной плёнкой. На морском дне затоплены ядерные реакторы, снаряды с ипритом, люизитом. Жизнь в океанах под угрозой.

Лесные массивы во многом определяют испарение и регулирование стока воды, формирование термического режима на планете, очищение воздуха от микробов и бактерий, сохранение биоразнообразия. Человек вырубил 50% лесов, которые служили ему с момента его появления на свет. Еще дышат тропические леса, таежные леса Сибири и Канады. За последние десятилетия уничтожено половина тропического леса. Развивается наступление пустынь. Сахара наступает на Юг со скоростью 1-2 км/год. Пустыни по всему миру распространились на 120 млн. гектаров.

Телевизор, холодильник, бытовые электроприборы, троллейбусы, электропоезда, мобильный телефон – всё это источники электромагнитных полей, которые не воспринимаются нашими органами чувств, но оказывают воздействие на организм. Плотность потока энергии, воздействующей на голову от прижатого к уху мобильного телефона, превосходит предельно допустимый уровень в 5000 – 10000 раз и больше.

Шум значительно превосходит норму. В железнодорожных вагонах, в метро повышается утомляемость, раздражительность, вплоть до стресса, обостряются головные боли. Уровень шума на дискотеках сравним с уровнем шума реактивного двигателя самолета.

В быт современного человека включены сотни тысяч новых химических веществ, не существовавших в природе, которые нарушают физиологические процессы в организме. Еще алкоголь и наркотики. Возникают аллергия, новые болезни, уродства, нарушается психика.

Техногенная среда, созданная человеком в дополнение к уже угнетенной природной среде, также оказывается плохо соответствующей его биологической основе и перестает быть фактором развития, превращаясь в фактор деградации.

Дефицит ресурсов развития и жизни. Существование человека обеспечивается биоресурсами, черпаемыми из внешней среды. Полтора – два миллиона лет назад на Земле жило всего несколько десятков тысяч гоминидов (людей). В наше время население Земли перешагнуло рубеж 6 млрд., технические возможности извлечения ресурса возросли тысячекратно. Население и потребности растут, ресурсоизвлечение увеличивается, ресурс жизни человека сокращается.

Запасы нефти – основа благополучия и развития России – будут исчерпаны к 2030 году.

В XX в. продолжалось разбегание стран по уровню развития, возникла проблема «Север – Юг». Продолжают /обостряться социальные, идеологические, религиозные, этнические противоречия, приводящие к росту экстремизма и, в конце концов, приведшие к мировому терроризму. Всё это стало превращаться в единый сложнейший узел и причин, и следствий, который человечеству не удастся развязать. Мы вступили в эпоху системного кризиса человеческой цивилизации.

Биосфера – это тонкий слой на поверхности Земли, представляющий собой совокупность живых организмов и веществ, вовлеченных в процессы их жизнедеятельности. Анализ состава пузырьков воздуха, сохранившихся в глубине льдов Антарктиды и Гренландии, свидетельствует о том, что концентрация кислорода, углекислого газа в окружающей нас среде и др. веществ, определяющих существование современных форм жизни, сохраняется уже в течение миллионов лет [9]. Природные катаклизмы (извержения вулканов, столкновения с крупными метеоритами и т.п.) нарушали биохимические циклы в биосфере, но в пределах 1%, что позволяло биоте (живому на земле) справляться с возникавшими возмущениями; всё снова стабилизировалось. Возмущающее воздействие человечества на биосферу в настоящее время достигло 10%, уровня, при котором биота может оказаться не способной скомпенсировать начавшиеся процессы её деградации, то есть вернуть её в прежнее состояние [9]. Человечество, вследствие изменения регуляционных процессов на Земле, со всеми прочими «удовольствиями» получит климатическую катастрофу, грозящую ему неисчислимыми ослами. Раздаются голоса о необходимости десятикратного уменьшения техногенного воздействия на окружающую среду, десятикратного снижения численности человечества. Мы имеем дело: с уничтожением среды обитания, дефицитом и скорым исчерпанием ресурсов для дальнейшего развития и жизни, с биологической и социальной деградацией человека, и, вследствие всего этого, с угрозой коллапса человеческой цивилизации, который, по мнению многих ученых, может наступить уже в середине XXI в. [1,2,7].

В природе всё изменяется: звезды, планеты, наша Земля, её материки, океаны, жизнь, человек, его орудия труда, идеи, психика и, конечно, человеческое общество – социум. В эволюционном процессе можно выделить три особенности [15,16]. Первая – постепенное нарастание изменений, при которых система изменяется, но остается сама собой. Вторая – катастрофическое изменение, при котором система теряет устойчивость, разрушается и переходит в одно из новых возможных состояний, то есть, становится новой системой, причинно не связанной с исходной. Такой бифуркационный (внезапный с не предсказуемым результатом) переход может произойти под действием совсем незначительного, незаметного фактора, толкнувшего систему к катастрофе. Последнее является третьей, подчеркнем, очень важной особенностью эволюционного процесса. Итак, постепенность, катастрофичность, малый толчок [**Эволюция и будущее человеческого социума, национальная идея России У.Д. Яхнин /экос информ №1- 2005 с. 22-27].**

Сохраняются высокие темпы роста численности населения Земли. Он составляет в среднем 1,4% в год (в отдельных странах до 3%). В абсолютных значениях это равно 78 млн человек в год.

Глобальная численность населения Земли к 2005 г. достигнет почти 9 млрд человек, что более чем в 4 раза превышает критический порог устойчивости биосферы.

Рост валового глобального продукта (ВГП), который за 50 лет возрос от 6,4 до 39,3 трлн долларов, т.е. в 6,1 раза.

Производительность биосферы растет значительно медленнее.

Напряженная ситуация складывается с потреблением невозобновляемых ресурсов. За последние 50 лет потребление различных видов органического топлива, приведенного к нефтяному эквиваленту, возросло по углю в 2,1, нефти – 7,8, природному газу – 11,8 раз.

Вторая конференция ООН по окружающей природной среде и развитию, состоявшаяся в Рио-де-Жанейро в 1992 г., и последующая Специальная Генеральная Ассамблея ООН «Рио-5» (1997 г.) не смогли изменить сложившиеся тенденции. Принятая в Рио концепция устойчивого развития – робкая попытка выработать стратегию «умиротворения» безумного роста экономики и предотвращения разрушения биосферы. Но даже эти первые шаги по поиску путей решения проблемы не нашли поддержки у развитых стран, увидевших в этом ущемление своих экономических интересов.

Ситуация в нашей стране не укладывается ни в какие глобальные тенденции. В России в 1990 – 1998 гг. произошло снижение продукции промышленности на 54,5%, а валового национального продукта – на 41%. Экологические показатели в России улучшились незначительно, а в ряде случаев стали хуже. Это свидетельствует о снижении доли ресурсосберегающих и природоохранных технологий в сохранившихся производствах.

За 1990 – 1998 гг. из сельскохозяйственного оборота выведено 26 млн га земель, или 22% всех посевных площадей.

Большой износ основных фондов страны, который за 1990 – 1998 гг. увеличился с 46,4 – до 52,4%. Это таит непрогнозируемый рост различных техногенных катастроф с тяжелыми экологическими последствиями. Общий объем экологических потерь от природных и техногенных катастроф достигает, по экспертным оценкам, 5 – 6% от ВВП.

На экспорт направляется 40% нефти, 33% природного газа, почти все добываемые калийные соли и апатитовые концентраты, 70 – 90% продукции металлургии, 80% минеральные удобрения. Одновременно идет снижение экспорта высоких технологий.

Изменилась за последние годы обеспеченность страны минерально-сырьевыми ресурсами. Это связано с резким сокращением работ по расширению минерально-сырьевой базы. Темпы опустошения российских недр намного превышают прирост разведанных запасов. Прирост запасов, например углеводородного сырья, до перестройки превышал в 4 раза его добычу, а в настоящее время отстает от него почти вдвое.

В.И. Вернадскому принадлежит мысль о том, что для обеспечения своего будущего человек должен взять на себя ответственность за развитие биосферы и общества [**«Уголь» январь 2001 Осипов В.И.**].

3.2. Охрана биосферы и перспективы рационального природопользования

Рациональное природопользование – единственный выход из ситуации.

Общая задача рационального управления природными ресурсами состоит в нахождении наилучших или оптимальных способов эксплуатации естественных и искусственных (например, в сельском хозяйстве) экосистем. Под эксплуатацией понимается сбор урожая и воздействие теми или иными видами хозяйственной деятельности на условия существования биогеоценозов.

Решение задачи по созданию оптимальной системы управления природными ресурсами существенно осложняется наличием не одного, а множества критериев оптимизации. К ним относятся: получение максимального урожая, сокращение производственных затрат, сохранение природных ландшафтов, поддержание видового разнообразия сообществ, обеспечение чистоты окружающей среды, сохранение нормального функционирования экосистем и их комплексов[2].

Охрана окружающей среды и задачи восстановления природных ресурсов должны предусматривать:

- рациональную стратегию борьбы с вредителями, знание и соблюдение агротехнических приемов, дозировку минеральных удобрений, хорошее знание экологических агроценозов и процессов, происходящих в них, а также на их границах с природными системами;
- совершенствование технологии и добычи природных ресурсов;
- максимально полное и комплексное извлечение из месторождения всех полезных компонентов;
- рекультивацию земель после использования месторождений;
- экономичное и безотходное использование сырья в производстве;
- глубокую очистку и технологии использования отходов производства;
- вторичное использование материалов после выхода изделий из употребления;
- использование технологий, позволяющих извлечение рассеянных минеральных веществ;
- использование природных и ископаемых заменителей дефицитных минеральных соединений;
- замкнутые циклы производства (разработку и применение);
- применение энергосберегающих технологий;
- разработку и использование новых экологически чистых источников энергии.

В целом охрана окружающей среды и задачи восстановления природных ресурсов должны предусматривать:

- локальный и глобальный логический мониторинг, т.е. измерение и контроль состояния важнейших характеристик состояния окружающей среды, концентрации вредных веществ в атмосфере, воде, почве;
- восстановление и сохранение лесов от пожаров, вредителей, болезней;

- расширение и увеличение числа заповедников, зон эталонных экосистем, уникальных природных комплексов;
- охрану и разведение редких видов растений и животных;
- широкое просвещение и экологическое образование населения;
- международное сотрудничество в деле охраны окружающей среды.

Такая активная работа во всех областях человеческой деятельности по формированию отношения к природе, разработка рационального природопользования, природосберегающие технологии будущего смогут решать экологические проблемы сегодняшнего дня и перейти к гармоничному сотрудничеству с Природой.

В наши дни потребительское отношение к природе, изъятие ее ресурсов без осуществления мероприятий по их восстановлению уходит в прошлое. Проблема рационального использования природных ресурсов, охрана природы от губительных последствий хозяйственной деятельности человека приобретает государственное значение.

Охрана природы и рациональное природопользование – проблема комплексная, и ее решение зависит как от последовательного осуществления государственных мероприятий, направленных на сбережение экосистем, так и от расширения научных знаний, которые обществу для собственного благополучия рентабельно и выгодно финансировать.

Для вредных веществ в атмосфере законодательно установлены предельные допустимые концентрации, не вызывающие у человека ощутимых последствий. С целью предотвращения загрязнения атмосферы разработаны мероприятия, обеспечивающие правильное сжигание топлива, переход на газифицированное центральное отопление, установку на промышленных предприятиях очистных сооружений. Помимо предохранения воздуха от загрязнения, очистные сооружения позволяют экономить сырье и возвращать в производство многие ценные продукты. Например, улавливание серы из выделяющихся газов дает возможность увеличить выпуск серной кислоты, улавливание цемента сберегает продукцию, равную производительности нескольких заводов. На алюминиевых заводах установка фильтров на трубах предотвращает выброс в атмосферу фтора. Помимо строительства очистных сооружений ведутся поиски технологии, при которой образование отходов было бы сведено к минимуму. Этой же цели служит улучшение конструкций автомобилей, переход на другие виды топлива (сжиженный газ, этиловый спирт), при сжигании которого образуется меньше вредных веществ. Разрабатывается автомобиль с электродвигателем для передвижения в пределах города. Большое значение имеет правильная планировка города и зеленых насаждений. Деревья очищают воздух от взвешенных в нем жидких и твердых частиц (аэрозолей), поглощают вредные газы. Например, сернистый газ хорошо поглощается тополем, липой, кленом, конским каштаном, фенолы – сиренью, шелковицей, бузиной [3].

Бытовые и промышленные сточные воды подвергаются механической, физической и биологической обработке. Биологическая очистка заключается в разрушении растворенных органических веществ микроорганизмами. Вода

пропускается через специальные резервуары, содержащие только так называемый активный ил, в который входят микроорганизмы окисляющие фенолы, жирные кислоты, спирты, углеводороды, и т.д.

Очистка сточных вод не решает всех проблем. Поэтому все больше предприятий переходит на новую технологию – замкнутый цикл, при котором очищенная вода вновь поступает в производство. Новые технологические процессы позволяют в десятки раз сократить количество воды, необходимое для промышленных целей.

Охрана недр заключается прежде всего в предотвращении непроизводительных затрат органических ресурсов в комплексном их использовании. Например, много каменного угля теряется при подземных пожарах, горючий газ сгорает в факелах на нефтепромыслах. Разработка технологии комплексного извлечения металлов из руд позволяет получать дополнительно такие ценные элементы, как титан, кобальт, вольфрам, молибден и др. [3]

Для повышения продуктивности сельского хозяйства громадное значение имеет правильная агротехника и осуществление специальных мероприятий по охране почвы. Например, борьба с оврагами успешно ведется путем посадки растений – деревьев, кустарников, трав. Растения защищают почвы от смыва и уменьшают скорость течения воды. Окультуривание оврагов позволяет использовать их в хозяйственных целях. Посев завезенной из Америки аморфы, имеющей мощную корневую систему, не только эффективно предотвращает смыв почвы: само растение дает бобы, имеющие высокую кормовую ценность. Разнообразие посадок и посевов по оврагу способствует образованию стойких биоценозов. В зарослях поселяются птицы, что имеет немаловажное значение для борьбы с вредителями. Защитные лесонасаждения в степях препятствуют водной и ветровой эрозии полей. Развитие биологических методов борьбы с вредителями позволяет сократить использование в сельском хозяйстве пестицидов. В настоящее время в охране нуждаются 2000 видов растений, 236 видов млекопитающих, 287 видов птиц. Международным союзом охраны природы учреждена специальная Красная книга, в которой сообщаются сведения об исчезающих видах и даются рекомендации по их сохранению. Многие виды животных, находящиеся под угрозой исчезновения, сейчас восстановили свою численность. Это относится к лосю, сайгаку, белой цапле, гаге[3].

Сохранению животного и растительного мира способствует организация заповедников и заказников. Помимо охраны редких и исчезающих видов заповедники служат базой для одомашнивания диких животных, обладающих ценными хозяйственными свойствами. Заповедники являются также центрами по расселению животных, исчезнувших в данной местности, помогают обогащению местной фауны. В России успешно прижилась североамериканская ондатра, дающая ценный мех. В суровых условиях Арктики успешно размножается овцебык, завезенный из Канады и Аляски. Восстановлена численность бобров, почти исчезнувших в начале века[3].

Подобные примеры многочисленны. Они показывают, что бережное отношение к природе, основанное на глубоких знаниях биологии растений и

животных, не только сохраняет ее, но и дает значительный экономический эффект.

3.3. Влияние человека и его деятельности на биосферу

Воздействие человека на живую природу складывается из прямого влияния и косвенного изменения природной среды. Одна из форм прямого воздействия на растения и животных – рубка леса. Оказавшись внезапно в условиях открытого местообитания, растения нижних ярусов леса испытывают неблагоприятное влияние прямого солнечного излучения. У теплолюбивых растений травянистых и кустарничковых ярусов разрушается хлорофилл, угнетается рост, некоторые виды исчезают. На местах вырубок поселяются светолюбивые растения, устойчивые к повышенной температуре и недостатку влаги. Меняется и животный мир: виды, связанные с древостоем, исчезают или мигрируют в другие места.

Ощутимое воздействие на состояние растительного покрова оказывают массовые посещения лесов отдыхающими и туристами. В этих случаях вредное влияние заключается в вытаптывании, уплотнении почвы и её загрязнении. Древесные растения засыхают. Прямое влияние человека на животный мир заключается в истреблении видов, представляющих для него пищевую или другую материальную пользу.

Считается, что с 1600 года человеком было истреблено более 160 видов и подвидов птиц и не менее 100 видов млекопитающих. В длинном списке исчезнувших видов значится тур – дикий бык, живший на территории Европы. В XVIII веке была истреблена описанная русским натуралистом Г.В. Стеллером морская корова – водное млекопитающее, относящееся к разряду сиреновых. Немногим более 100 лет назад исчезла дикая лошадь тарпан, обитавшая на юге России. Многие виды животных находятся на грани вымирания или сохранились только в заповедниках. Такова судьба бизонов, десятками миллионов населявших прерии Северной Америки и зубров, прежде широко распространенных в лесах Европы. На Дальнем Востоке почти полностью истреблен пятнистый олень. Усиленный промысел китообразных привел на грань уничтожения несколько видов китов: серого, гренландского, голубого. На численность животных оказывает влияние и хозяйственная деятельность человека, не связанная с промыслом. Резко сократилась численность уссурийского тигра – в результате освоения территорий в пределах его ареала и сокращения кормовой базы. В Тихом океане ежегодно погибает несколько десятков тысяч дельфинов: в период лова рыбы они попадают в сети и не могут из них выбраться[3].

Исчезновение сравнительно небольшого числа видов животных и растений может показаться не очень существенным. Однако главная ценность живущих ныне видов заключается не в их единственном значении.

Каждый вид занимает определенное место в биоценозе, в цепи питания, и заменить его не может никто. Исчезновения того или иного вида ведет к уменьшению устойчивости биоценозов [3].

3.4 Радиоактивное загрязнение биосферы

Проблема радиоактивного загрязнения возникла в 1945 году после взрыва атомных бомб, сброшенных на японские города Хиросиму и Нагасаки. Испытания ядерного оружия, производимое в атмосфере, вызвали глобальное радиоактивное загрязнение[3]. Радиоактивные загрязнения имеют существенное отличие от других. Радиоактивные нуклиды – это ядра нестабильных химических элементов, испускающих заряженные частицы и коротковолновые электромагнитные излучения. Именно эти частицы и излучения, попадая в организм человека, разрушают клетки, вследствие чего могут возникнуть различные болезни, в том числе и лучевая [2]. При взрыве атомной бомбы возникает очень сильное ионизирующее излучение, радиоактивные частицы рассеиваются на большие расстояния, заражая почву, водоемы, живые организмы. Многие радиоактивные изотопы имеют длительный период полураспада, оставаясь опасными в течение всего времени своего существования. Все эти изотопы включаются в круговорот веществ, попадают в живые организмы и оказывают губительное действие на клетки. Очень опасен стронций, вследствие своей близости к кальцию. Накапливаясь в костях скелета, он служит постоянным источником облучения организма. Радиоактивный цезий (^{137}Cs) сходен с калием, его много в мышцах пораженных животных. Исследования показали, что в организме эскимосов Аляски, питающихся мясом оленей, в значительных количествах содержится цезий 137. Халатное отношение к хранению и транспортировке радиационных элементов приводит к серьезным радиационным загрязнениям[3].

При ядерном взрыве образуется громадное количество мелкой пыли, которая долго держится в атмосфере и поглощает значительную часть солнечной радиации. Расчеты ученых показывают, что даже при ограниченном, локальном применении ядерного оружия образовавшаяся пыль будет задерживать большую часть солнечного излучения. Наступит длительное похолодание («ядерная зима»), которое неизбежно приведет к гибели все живое на Земле [3].

Из-за увеличения масштабов антропогенного воздействия (хозяйственной деятельности человека), особенно в последнее столетие, нарушается равновесие в биосфере, что может привести к необратимым процессам и поставить вопрос о возможности жизни на планете. Это связано с развитием промышленности, энергетики, транспорта, сельского хозяйства и других видов деятельности человека без учета возможностей биосферы Земли. Уже сейчас перед человечеством встали серьезные экологические проблемы, требующие незамедлительного решения.

3.5. Ноксосферные зоны

Пространство, в котором постоянно существуют или периодически возникают опасности, называют ноксосферой (ноксо – опасность), а среду обитания человека – гомосферой. Если гомосфера пересекается с ноксосферой, то возникают ноксосферные (опасные) зоны, в которых человек может получить травму или заболевание. Характерными ноксосферными зонами в настоящее время являются окружающая среда населенных мест, в том числе городская, производственная среда, транспортная и бытовая среды, а также зоны, возникающие в результате ЧС. Атмосферный воздух населенных мест содержит по объему смесь примерно 10 различных газов, преимущественно азота (78,08 %) и кислорода (20,95 %). Оставшиеся 0,97 % приходятся в основном на инертные газы – аргон, гелий, неон, криптон (0,93 %), углекислый газ (0,031 %). Малую долю атмосферы составляют диоксид серы, аммиак, угарный газ, озон и вредные пары. И наконец, в атмосфере содержатся различные загрязняющие вещества: газообразные загрязнители и аэрозоли – частицы дыма, соль, пыль и вулканический пепел.

Из всех газов, содержащихся в атмосфере, наиболее важное значение для деятельности человека и других живых организмов имеют кислород, необходимый в процессах дыхания и окисления различных веществ; углекислый газ, расходуемый в ходе фотосинтеза и выделяемый при разложении органики; озон, который является своеобразным фильтром, поглощающим коротковолновую ультрафиолетовую часть спектра солнца и, безусловно, водяной пар.

Атмосфера позволила сохранять естественное равновесие в течение сотен тысяч лет, однако теперь этому источнику жизни и защиты серьезно угрожают последствия деятельности человека: парниковый эффект, глобальное потепление климата, загрязнение воздуха, разрушение озонового слоя и кислотные дожди.

В результате индустриализации за последние 200 лет нарушился газовый баланс атмосферы. Сжигание ископаемых видов топлива (угля, нефти, природного газа) привело к колоссальным выбросам диоксида углерода и других газов. Выбросы увеличились после появления автомобилей в конце XIX века. Прогресс в области агротехники повлек за собой увеличение количества выбросов метана и оксидов азота, поступающих в атмосферу. Эти газы задерживают теплоту солнечных лучей, отражающихся от поверхности. Количество «парниковых газов» увеличивается из-за загрязнения воздуха, слишком большое количество теплоты удерживается в атмосфере и ведет к потеплению климата во всем мире.

В результате за последнее столетие средняя температура на планете увеличилась на 0,5 °C и может подняться на 1,5...4,5 °C к середине нынешнего века. По оценкам ученых, около 1/5 населения Земли дышат сегодня сильно загрязненным воздухом. Это стало причиной резкого увеличения числа заболеваний сердечнососудистой системы, легких и верхних дыхательных путей, особенно среди детей и пожилых людей.

Тревогу вызывает и возросшее количество людей, страдающих от рака кожи. Это результат воздействия ультрафиолетовых лучей, проникающих через разрушенный озоновый слой.

Озоновый слой в стратосфере защищает нас путем поглощения ультрафиолетовых солнечных лучей. Однако широкое применение во всем мире хлор- и фторсодержащих углеводородов (ХФУ), используемых в аэрозольных баллончиках и холодильниках, а также многих видов бытовой химии привело к тому, что образующиеся в результате распада хлор, фтор разрушают озон. В атмосфере в результате реакции оксидов серы и азота с водяными парами образуются кислотные дожди, от которых погибают растения и животные, болеют люди, повреждаются памятники архитектуры.

В настоящее время к естественным факторам, негативно влияющим на атмосферу, добавляются газы и аэрозоли техногенного происхождения. К таким аэрозолям относят твердые частицы размером 0,5 мкм и менее, выбрасываемые в атмосферу и находящиеся в ней длительное время во взвешенном состоянии. К основным газообразным загрязнителям атмосферы населенных мест относится углекислый газ, оксид углерода, диоксиды серы и азота, галогеноуглероды (фреоны), углеводороды и озон. В атмосферу ежегодно поступают сотни миллионов тонн аэрозолей. Минеральный состав аэрозолей техногенного происхождения многообразен: оксиды железа и свинца, примеси различных металлов (свинца, ванадия, молибдена, мышьяка, сурьмы и др.), силикаты, сажа. В выбрасываемых в атмосферу аэрозолях присутствуют также хлор, бром, ртуть, фтор и другие элементы и соединения, опасные для здоровья человека.

К техногенным источникам загрязнения атмосферного воздуха относят:

- сжигание горючих ископаемых;
- работа тепловых электростанций при сжигании высокосернистых углей и мазута с выделением сернистого газа приводит к кислотным дождям;
- выхлопы современных турбореактивных самолетов с оксидами азота и газообразные хлор- и фторуглеводороды из аэрозолей могут повредить озоновый слой атмосферы (озоносферу);
- производственная деятельность (производство оборудования, средств транспорта, продуктов питания и т. д.);
- загрязнение взвешенными частицами (при измельчении, фасовке и загрузке, от котельных, электростанций, шахтных стволов, карьеров, при сжигании мусора);
- выбросы предприятий;
- при сжигании топлива в факельных печах, где образуется самый массовый загрязнитель – монооксид углерода;
- сжигание топлива в котлах и двигателях транспортных средств;
- вентиляционные выбросы шахтных стволов, помещений с установками высоких энергий (ускорители, атомные реакторы);
- сжигание отходов на свалках, когда происходит загрязнение диоксинами, фуранами, полихлорбифенилами (ПХБ).

Важное значение для состояния окружающей среды населенных мест имеет уровень загрязнения гидросферы, способного нарушить нормальные условия значительных по размерам водных объектов: рек, водохранилищ, прудов, озер, морей, океанов, грунтовых и подземных вод. Более 97 % всех мировых запасов воды сосредоточено в океанах, 2% заморожено в ледниках, на долю грунтовых вод приходится 0,6 %, рек – 0,2 %», а водяные пары в атмосфере составляют всего 0,001 %.

Значение воды для сохранения здоровья населения обусловлено физиологическими и гигиеническими потребностями человека, а также использование ее для рекреационных целей. Основными источниками загрязнения гидросферы являются промышленные сточные воды, хозяйственно-бытовые сточные воды, дренажные воды с орошаемых земель, организованный и неорганизованный сток с территорий населенных пунктов и промышленных площадок, сельскохозяйственных полей и крупных животноводческих комплексов, а также водный транспорт.

Наиболее распространенными загрязнителями воды являются нефтепродукты, фенолы, поверхностно-активные вещества (ПАВ), соединения меди, цинка, нитраты, фосфаты, анилин, метилмеркаптан и др. Качество воды многих водных объектов не отвечает нормативным требованиям.

Многолетние наблюдения за динамикой состояния источников поверхностных и подземных вод выявило тенденцию увеличения уровня загрязненности воды (до 10 ПДК).

Конкретные производственные условия характеризуются совокупностью негативных факторов, а также различаются по уровням вредных факторов и вероятности (риска) проявления травмоопасных факторов.

К особо опасным работам на промышленных предприятиях относят:

- монтаж и демонтаж тяжелого оборудования массой более 500 кг;
- транспортирование баллонов со сжатыми газами, кислот, щелочных металлов и других опасных веществ;
- ремонтно-строительные и монтажные работы на высоте более 1,5 м с применением приспособлений (лестниц, стремянок и т. п.), а также работы на крыше;
- земляные работы в зоне расположения энергетических сетей;
- работы в колодцах, тоннелях, траншеях, дымоходах, плавильных и нагревательных печах, бункерах, шахтах и камерах;
- монтаж, демонтаж и ремонт грузоподъемных кранов и подкрановых путей, такелажные работы по перемещению тяжеловесных и крупногабаритных предметов при отсутствии подъемных кранов;
- гидравлические и пневматические испытания сосудов и изделий;
- чистка и ремонт котлов, газоходов, циклонов и другого оборудования котельных установок, а также ряд других работ.

Оценочные данные свидетельствуют о том, что ежегодно в мире на производстве от травмоопасных факторов погибают около 200 тыс. человек и получают травмы 120млн человек. В России производственный травматизм

со смертельным исходом в 2003 г. составил 3536 человек, в том числе 205 женщин и 11 работников до 18 лет.

Вследствие воздействия вредных производственных факторов в 2003 г. в Российской Федерации было зарегистрировано 10 280 случаев профессиональных заболеваний и отравлений, основную долю которых составили I хронические (97,98 %) на долю женщин приходится около четверти случаев – 2497 человек. В 2003 г. зарегистрировано восемь случаев профессиональных отравлений и заболеваний со смертельным исходом.

В бытовой среде источниками опасности могут быть электробытовые приборы (электроопасность, электромагнитные излучения): телевизоры, печи СВЧ компьютеры, сотовые телефоны и др. Электростатические поля в условиях пониженной влажности (менее 70 %) создают паласы, накидки занавески и т.д. Опасность радиоактивного загрязнения в жилом помещении зависит от строительных материалов: в кирпичном, железобетонном, шлакоблочном доме она всегда несколько выше, чем в деревянном. Газовая плита приносит в дом не только токсичные газы NO_x , CO и другие, включая канцерогены, но и радиоактивные газы.

В быту человек сталкивается и с вредными веществами. Курение, ассортимент продуктов *питания*, употребление медикаментов, применение средств личной гигиены и косметики, использование моющих средств для посуды, стирки белья, для мойки автомобилей, средств ухода за мебелью, медицинские препараты в кормах для животных, добавление витаминов и пищевых добавок (консервантов, красителей, стабилизаторов и т. п.) в продукты питания и др. – все это может неблагоприятно повлиять на здоровье человека и повысить опасность появления и развития различных заболеваний.

Ежегодно в городах и поселках образуется более 130 млн м^3 твердых бытовых отходов. Промышленными методами обрабатывается около 4 % таких отходов, а остальные вывозятся на свалки, часто несанкционированные.

Среди отраслей экономики транспортно-дорожный комплекс (автомобильный, речной, морской, воздушный, железнодорожный транспорт и дорожное хозяйство) является одним из крупнейших источников загрязнения окружающей среды. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу транспортными средствами в 2003 г. составили 15 512,88 тыс. т [5].

Существенна роль транспорта в загрязнении водных объектов. В 2003 г. в транспортном комплексе объем сброса загрязненных сточных вод составил 50,28 млн м^3 [2]. Увеличивается количество пробок на дорогах, растут площади отчуждаемых под стоянки и гаражи территорий, объемы отходов. Кроме того, транспорт сохраняет лидирующее положение как источник шума в городах, а также вносит значительный вклад в тепловое загрязнение среды обитания. В условиях повышенной шумовой нагрузки от транспортного комплекса в России проживает примерно 38 млн человек.

4. ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ ОТ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

4.1. Атмосфера – внешняя оболочка биосферы

Масса атмосферы нашей планеты ничтожна – всего лишь одна миллионная массы Земли. Однако ее роль в природных процессах биосферы огромна. Наличие вокруг земного шара атмосферы определяет общий тепловой режим поверхности нашей планеты, защищает ее от вредных космического и ультрафиолетового излучений. Циркуляция атмосферы оказывает влияние на местные климатические условия, а через них – на режим рек, почвенно-растительный покров и на процессы рельефообразования.

Современный газовый состав атмосферы – результат длительного исторического развития земного шара. Он представляет собой в основном газовую смесь двух компонентов – азота (78,09%) и кислорода (20,95%). В норме в нем присутствуют также аргон (0,93%), углекислый газ (0,03%) и незначительные количества инертных газов (неон, гелий, криптон, ксенон), аммиака, метана, озона, диоксидов серы и других газов. Наряду с газами в атмосфере содержатся твердые частицы, поступающие с поверхности Земли (например, продукты горения, вулканической деятельности, частицы почвы) и из космоса (космическая пыль), а также различные продукты растительного, животного или микробного происхождения. Кроме того, важную роль в атмосфере играет водяной пар.

Наибольшее значение для различных экосистем имеют три газа, входящих в состав атмосферы: кислород, углекислый газ и азот. Эти газы участвуют в основных биогеохимических циклах.

Кислород играет важнейшую роль в жизни большинства живых организмов нашей планете. Он необходим всем для дыхания. Кислород не всегда входил в состав земной атмосферы. Он появился в результате жизнедеятельности фотосинтезирующих организмов. Под действием ультрафиолетовых лучей он превращался в озон. По мере накопления озона произошло образование озонового слоя в верхних слоях атмосферы. Озоновый слой, как экран, надежно защищает поверхность Земли от ультрафиолетовой радиации, губительной для живых организмов.

Современная атмосфера содержит едва ли двадцатую часть кислорода, имеющегося на нашей планете. Главные запасы кислорода сосредоточены в карбонатах, в органических веществах и окислах железа, часть кислорода растворена в воде. В атмосфере, по-видимому, сложилось приблизительное равновесие между производством кислорода в процессе фотосинтеза и его потреблением живыми организмами. Но в последнее время появилась опас-

ность, что в результате человеческой деятельности запасы кислорода в атмосфере могут уменьшиться. Особую опасность представляет разрушение озонового слоя, которое наблюдается в последние годы. Большинство ученых связывают это с деятельностью человека.

Круговорот кислорода в биосфере необычайно сложен, так как с ним вступает в реакцию большое количество органических и неорганических веществ, а также водород, соединяясь с которым кислород образует воду.

Углекислый газ (диоксид углерода) используется в процессе фотосинтеза для образования органических веществ. Именно благодаря этому процессу замыкается круговорот углерода в биосфере. Как и кислород, углерод входит в состав почв, растений, животных, участвует в многообразных механизмах круговорота веществ в природе. Содержание углекислого газа в воздухе, который мы вдыхаем, примерно одинаково в различных районах планеты. Исключение составляют крупные города, в которых содержание этого газа в воздухе бывает выше нормы.

Некоторые колебания содержания углекислого газа в воздухе местности зависят от времени суток, сезона года, биомассы растительности. В то же время исследования показывают, что с начала века среднее содержание углекислого газа в атмосфере, хотя и медленно, но постоянно увеличивается. Ученые связывают этот процесс главным образом с деятельностью человека.

Азот – незаменимый биогенный элемент, поскольку он входит в состав белков и нуклеиновых кислот. Атмосфера – неисчерпаемый резервуар азота, однако основная часть живых организмов не может непосредственно использовать этот азот: он должен быть предварительно связан в виде химических соединений.

Частично азот поступает из атмосферы в экосистемы в виде оксида азота, образующегося под действием электрических разрядов во время гроз. Однако основная часть азота поступает в воду и почву в результате его биологической фиксации. Существует несколько видов бактерий и сине-зеленых водорослей (к счастью, весьма многочисленных), которые способны фиксировать азот атмосферы. В результате их деятельности, а также благодаря разложению органических остатков в почве растения-автотрофы получают возможность усваивать необходимый азот.

Круговорот азота тесно связан с круговоротом углерода. Несмотря на то, что круговорот азота сложнее, чем круговорот углерода, он, как правило, происходит быстрее.

Другие составные части воздуха не участвуют в биохимических циклах, но наличие большого количества загрязнителей в атмосфере может привести к серьезным нарушениям этих циклов.

4.2. Загрязнение атмосферы

Различные негативные изменения атмосферы Земли связаны главным образом с изменением концентрации второстепенных компонентов атмосферного воздуха.

Существует два главных источника загрязнения атмосферы: естественный и антропогенный. Естественный **источник** – это вулканы, пыльные бури, выветривание, лесные пожары, процессы разложения растений и животных.

К основным **антропогенным источникам** загрязнения атмосферы относятся предприятия топливно-энергетического комплекса, транспорт, различные машиностроительные предприятия.

По данным ученых (1990 г.), ежегодно в мире в результате деятельности человека в атмосферу поступает 25,5 млрд т оксидов углерода, 190 млн т оксидов серы, 65 млн т оксидов азота, 1,4 млн т хлорфторуглеродов (фреонов), органические соединения свинца, углеводороды, в том числе канцерогенные (вызывающие заболевание раком).

Помимо газообразных загрязняющих веществ, в атмосферу поступает большое количество твердых частиц. Это пыль, копоть и сажа. Большую опасность таит загрязнение природной среды тяжелыми металлами. Свинец, кадмий, ртуть, медь, никель, цинк, хром, ванадий стали практически постоянными компонентами воздуха промышленных центров. Особенно остро стоит проблема загрязнения воздуха свинцом.

Глобальное загрязнение атмосферного воздуха сказывается на состоянии природных экосистем, особенно на зеленом покрове нашей планеты. Одним из самых наглядных показателей состояния биосферы служат леса их самочувствие.

Кислотные дожди, вызываемые главным образом диоксидом серы и оксидами азота, наносят огромный вред лесным биоценозам. Установлено, что хвойные породы страдают от кислотных дождей в большей степени, чем широколиственные.

Только на территории нашей страны общая площадь лесов, пораженных промышленными выбросами, достигла 1 млн га. Значительным фактором деградации лесов в последние годы является загрязнение окружающей среды радионуклидами. Так, в результате аварии на Чернобыльской АЭС поражено 2,1 млн га лесных массивов.

Особенно сильно страдают зеленые насаждения в промышленных городах, атмосфера которых содержит большое количество загрязняющих веществ.

Воздушная экологическая проблема истощения озонового слоя, в том числе появление озоновых дыр над Антарктидой и Арктикой, связана с чрезмерным применением фреонов в производстве и быту.

По некоторым данным, происходит уменьшение содержания озона в нижних слоях стратосферы, где теперь постоянно летают самолеты.

Еще сильнее сказываются на озоновом слое ядерные испытания, а также промышленные газы, содержащие фтор и хлор.

Современная атмосфера загрязняется многими химическими соединениями, пылью, аэрозолями – продуктами неполного сгорания или переработки сырья. Присутствие в атмосфере некоторых из них (например, озона, серной кислоты, хлора) даже в миллионных долях процента вредно сказывается на здоровье человека. Во многих странах, в том числе и в России, создана специальная служба наблюдения и контроля за состоянием воздуха.

Крупный город извергает в атмосферу много пыли и газов. Печально знамениты смоги – смесь дыма, промышленных газов и пыли, скапливающихся в атмосфере над большими городами и как бы прикрывающих их ядовитой шапкой.

Наряду с исчерпанием ресурсов, в условиях продолжающегося роста народонаселения возникает опасность всеобщего загрязнения окружающей среды, которое тоже может привести к непредсказуемым катаклизмам: болезням, эпидемиям, ухудшению качества пищи и вообще качества жизни.

Однако возникает вопрос, кто более всего загрязняет окружающую среду. В первую очередь, опять-таки, это высокоразвитые страны, особенно США. По данным статистики, среди всех источников загрязнения на первом месте стоит автомобиль. Чернобыль – это большая беда, но число смертей от чернобыльской аварии на много (на два порядка) меньше числа жертв отравления выхлопными газами. По некоторым данным, около 70% всех болезней в городах вызвано отравлением выхлопными газами [Крылов О.В., Миначев Х.М., Панчишный В.И. // Успехи химии. 1991. Т. 60. № 3. С. 634-648.].

Сознательные, направленные изменения в атмосфере человек осуществляет пока в небольших масштабах и на ограниченных территориях: борется с градом, обстреливая облака специальными снарядами; искусственно вызывает дождь, рассеивая в облаках особые химические вещества. В дальнейшем, надо надеяться, масштабы направленных воздействий на атмосферу будут возрастать, а непредусмотренных – уменьшаться.

4.3. Требования к выбросам в атмосферу

Средства защиты атмосферы должны ограничивать наличие вредных веществ в воздухе среды обитания человека на уровне не выше ПДК. Во всех случаях должно соблюдаться условие

$$C + C_{\text{ф}} \geq \text{ПДК}$$

по каждому вредному веществу ($C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация). Соблюдение этих требований достигается локализацией вредных веществ в месте их образования, отводом из помещения или от оборудования и рассеиванием в атмосфере. Если при этом концентрации вредных веществ в атмосфере превышают ПДК, то применяют очистку выбросов от вредных веществ в ап-

паратах очистки, установленных в выпускной системе.

На практике реализуются следующие варианты защиты атмосферного воздуха:

- вывод токсичных веществ из помещений общеобменной вентиляцией;

- локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах и его возврат в производственное или бытовое помещение, если воздух после очистки в аппарате соответствует нормативным требованиям к приточному воздуху (рис. 4.1 а);

- локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере (рис. 4.1 б);

- очистка технологических газовых выбросов в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере; в ряде случаев перед выбросом отходящие газы разбавляют атмосферным воздухом (рис. 4.1 в);

- очистка отработавших газов энергоустановок, например двигателей внутреннего сгорания в специальных агрегатах, и выброс в атмосферу или производственную зону (рудники, карьеры, складские помещения и т.п.) (рис. 4.1 г).

Для соблюдения ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест устанавливают предельно допустимый выброс (ПДВ) вредных веществ из систем вытяжной вентиляции, различных технологических и энергетических установок.

В соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.3.02–78 для каждого проектируемого и действующего промышленного предприятия устанавливается ПДВ вредных веществ в атмосферу при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника в совокупности с другими источниками (с учетом перспективы их развития) не создадут приземную концентрацию, превышающую ПДК (рис. 4.1).

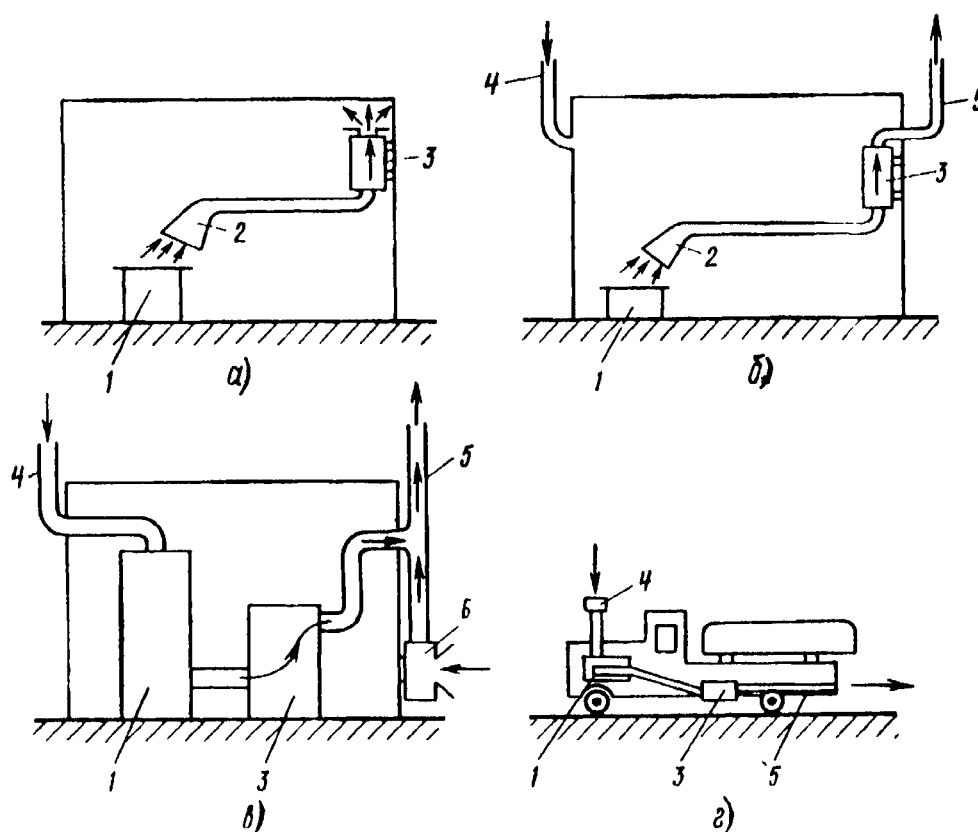


Рис. 4.1. Схемы использования средств защиты атмосферы:
 1—источник токсичных веществ; 2—устройство для локализации токсичных веществ (местный отсос); 3—аппарат очистки; 4—устройство для забора воздуха из атмосферы; 5—труба для рассеивания выбросов; 6 — устройство (воздуходувка) для подачи воздуха на разбавление выбросов

4.4. Рассеивание выбросов в атмосфере

Технологические газы и вентиляционный воздух после выхода из труб или вентиляционных устройств, подчиняется законам турбулентной диффузии. На рис. 4.2 показано распределение концентрации вредных веществ в атмосфере под факелом организованного высокого источника выброса. По мере удаления от трубы в направлении распространения промышленных выбросов можно условно выделить три зоны загрязнения атмосферы: переброса факела выбросов *Б*, характеризующаяся относительно невысоким содержанием вредных веществ в приземном слое атмосферы; задымления *В* с максимальным содержанием вредных веществ и постепенного снижения уровня загрязнения *Г*. Зона задымления наиболее опасна для населения и должна быть исключена из селитебной застройки. Размеры этой зоны в зависимости от метеорологических условий находятся в пределах 10...49 высот трубы (рис. 4.2).

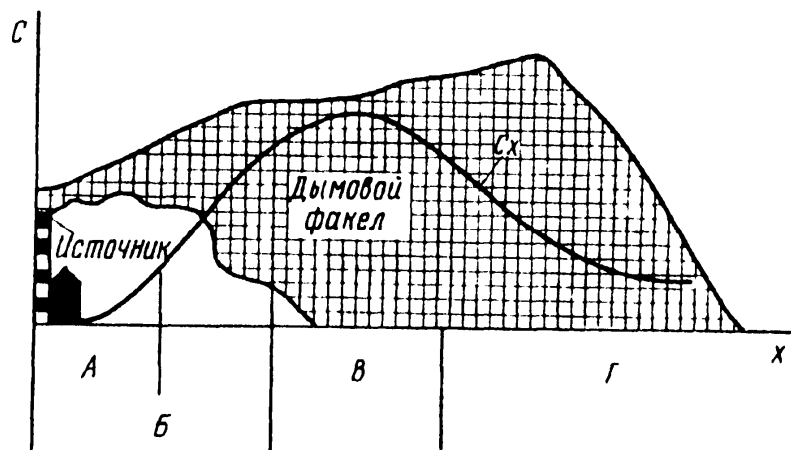


Рис. 4.2. Распределение концентрации вредных веществ в атмосфере у земной поверхности от организованного высокого источника выбросов:
А–зона неорганизованного загрязнения; *Б*–зона переброса факела;
В–зона задымления; *Г*– зона постепенного снижения уровня загрязнения

Максимальная концентрация примесей в приземной зоне прямо пропорциональна производительности источника и обратно пропорциональна квадрату его высоты над землей. Подъем горячих струй почти полностью обусловлен подъемной силой газов, имеющих более высокую температуру, чем окружающий воздух. Повышение температуры и момента количества движения выбрасываемых газов приводит к увеличению подъемной силы и снижению их приземной концентрации.

Распространение газообразных примесей и пылевых частиц диаметром менее 10 мкм, имеющих незначительную скорость осаждения, подчиняется общим закономерностям. Для более крупных частиц эта закономерность нарушается, так как скорость их осаждения под действием силы тяжести возрастает. Поскольку при очистке от пыли крупные частицы улавливаются, как правило, легче, чем мелкие, в выбросах остаются очень мелкие частицы; их рассеивание в атмосфере рассчитывают так же, как и газовые выбросы.

В зависимости от расположения и организации выбросов источники загрязнения воздушного пространства подразделяют на затененные и незатененные, линейные и точечные. Точечные источники используют тогда, когда удаляемые загрязнения сосредоточены в одном месте. К ним относят выбросные трубы, шахты, крышные вентиляторы и другие источники. Выделяющиеся из них вредные вещества при рассеивании не накладываются одно на другое на расстоянии двух высот здания (с заветренной стороны). Линейные источники имеют значительную протяженность в направлении, перпендикулярном к ветру. Это аэрационные фонари, открытые окна, близко расположенные вытяжные шахты и крышные вентиляторы.

Незатененные, или высокие источники свободно расположены в недеформированном потоке ветра. К ним относят высокие трубы, а также точечные источники, удаляющие загрязнения на высоту, превышающую $2,5 H_{зд}$.

Затененные, или низкие источники расположены в зоне подпора или аэродинамической тени, образующейся на здании или за ним (в результате обдувания его ветром) на высоте $h \leq 2,5H_{зд}$.

Основным документом, регламентирующим расчет рассеивания и определения приземных концентраций выбросов промышленных предприятий, является «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД–86». Эта методика позволяет решать задачи по определению ПДВ при рассеивании через одиночную незатененную трубу, при выбросе через низкую затененную трубу и при выбросе через фонарь из условия обеспечения ПДК в приземном слое воздуха.

При определении ПДВ примеси от расчетного источника необходимо учитывать ее концентрацию C_{ϕ} в атмосфере, обусловленную выбросами от других источников. Для случая рассеивания нагретых выбросов через одиночную незатененную трубу

$$ПДВ = \frac{(ПДК - c_{\phi}) H^2 \sqrt[3]{Q \Delta T}}{A k_F m n},$$

где H – высота трубы; Q – объем расходуемой газовой смеси, выбрасываемой через трубу; ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси и температурой окружающего атмосферного воздуха, равной средней температуре самого жаркого месяца в 13 ч; A – коэффициент, зависящий от температурного градиента атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредностей; k_F – коэффициент, учитывающий скорость оседания взвешенных частиц выброса в атмосфере; m и n – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья трубы.

4.5. Оборудование для очистки выбросов

В тех случаях, когда реальные выбросы превышают ПДВ, необходимо в системе выброса использовать аппараты для очистки газов от примесей.

Аппараты очистки вентиляционных и технологических выбросов в атмосферу делятся на: пылеуловители (сухие, электрические, фильтры, мокрые); туманоуловители (низкоскоростные и высокоскоростные); аппараты для улавливания паров и газов (абсорбционные, хемосорбционные, адсорбционные и нейтрализаторы); аппараты многоступенчатой очистки (уловители пыли и газов, уловители туманов и твердых примесей, многоступенчатые пылеуловители). Их работа характеризуется рядом параметров. Основными из них являются эффективность очистки, гидравлическое сопротивление и потребляемая мощность.

Эффективность очистки

$$\eta = (c_{вх} - c_{вых}) / c_{вх},$$

где $c_{вх}$ и $c_{вых}$ – массовые концентрации примесей в газе до и после аппарата.

В ряде случаев для пылей используется понятие фракционной эффективности очистки

$$\eta_i = (c_{вхi} - c_{выхi}) / c_{вхi}$$

где $c_{вхi}$ и $c_{выхi}$ – массовые концентрации i -и фракции пыли до и после пылеуловителя.

Для оценки эффективности процесса очистки также используют коэффициент проскока веществ K через аппарат очистки:

$$K = c_{вых} / c_{вх}.$$

Коэффициент проскока и эффективность очистки связаны соотношением $K = 1 - \eta$.

Гидравлическое сопротивление аппаратов очистки Δp определяют как разность давлений газового потока на входе аппарата $P_{вх}$ и выходе $P_{вых}$ из него. Значение Δp находят экспериментально или рассчитывают по формуле

$$\Delta p = P_{вх} - P_{вых} = \zeta \rho w^2 / 2$$

где w – коэффициент гидравлического сопротивления аппарата; ρ и W – плотность и скорость газа в расчетном сечении аппарата.

Если в процессе очистки гидравлическое сопротивление аппарата изменяется (обычно увеличивается), то необходимо регламентировать его начальное $\Delta p_{нач}$ и конечное значение $\Delta p_{кон}$. При достижении $\Delta p = P_{кон}$ процесс очистки нужно прекратить и провести регенерацию (очистку) аппарата. Последнее обстоятельство имеет принципиальное значение для фильтров. Для фильтров $\Delta p_{кон} = (2 \dots 5) \Delta p_{нач}$

Мощность N побудителя движения газов определяется гидравлическим сопротивлением и объемным расходом Q очищаемого газа

$$N = k \Delta p Q / (\eta_m \eta_v)$$

где k – коэффициент запаса мощности, обычно $k = 1,1 \dots 1,15$; η_m – КПД передачи мощности от электродвигателя к вентилятору; обычно $\eta_m = 0,92 \dots 0,95$; η_v – КПД вентилятора; обычно $\eta_v = 0,65 \dots 0,8$.

Широкое применение для очистки газов от частиц получили *сухие пылеуловители* – циклоны (рис. 4.3) различных типов. Газовый поток вводится в циклон через патрубок 2 по касательной к внутренней поверхности корпуса 1 и совершает вращательно-поступательное движение вдоль корпуса к бункеру 4. Под действием центробежной силы частицы пыли образуют на стенке циклона пылевой слой, который вместе с частью газа попадает в бункер. Отде-

ление частиц пыли от газа, попавшего в бункер, происходит при повороте газового потока в бункере на 180°. Освободившись от пыли, газовый поток образует вихрь и выходит из бункера, давая начало вихрю газа, покидающему циклон через выходную трубу 5. Для нормальной работы циклона необходима герметичность бункера. Если бункер негерметичен, то из-за подсоса наружного воздуха происходит вынос пыли с потоком через выходную трубу.

Многие задачи по очистке газов от пыли с успехом решаются цилиндрическими (ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24, ЦП-2) и коническими (СК-ЦН-34, СК-ЦН-34М и СДК-ЦН-33) циклонами НИИОГАЗа. Цилиндрические циклоны НИИОГАЗа предназначены для улавливания сухой пыли аспирационных систем Их рекомендуется использовать для предварительной очистки газов и устанавливать перед фильтрами или электрофильтрами (рис. 4.3).

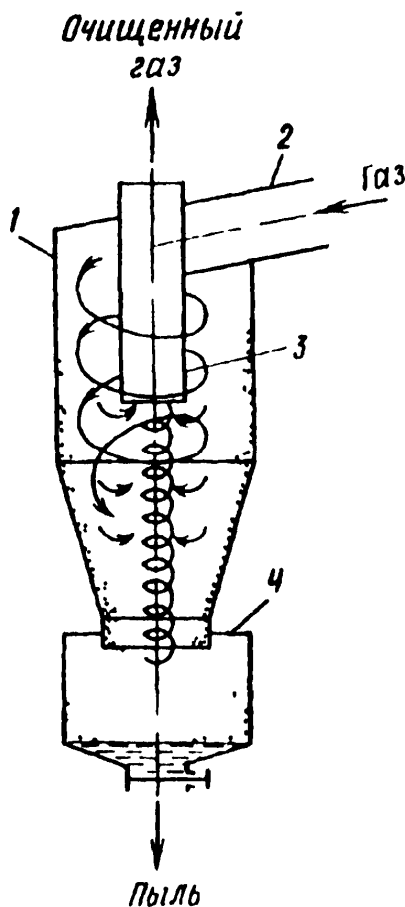


Рис. 4.3. Схема циклона

Конические циклоны НИИОГАЗа серии СК, предназначенные для очистки газа от сажи, обладают повышенной эффективностью по сравнению с циклонами типа ЦН, что достигается за счет большего гидравлического сопротивления циклонов серии СК.

Для очистки больших масс газов применяют батарейные циклоны, состоящие из большого числа параллельно установленных циклонных элементов. Конструктивно они объединяются в один корпус и имеют общий подвод и отвод газа. Опыт эксплуатации батарейных циклонов показал, что эффек-

тивность очистки у таких циклонов несколько ниже эффективности отдельных элементов из-за перетока газов между циклонными элементами. Методика расчета циклонов приведена в работе.

Электрическая очистка (электрофилтры) – один из наиболее совершенных видов очистки газов от взвешенных в них частиц пыли и тумана. Этот процесс основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего разряда, передаче заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах. Для этого применяют электрофилтры.

Аэрозольные частицы, поступающие в зону между коронирующим 1 и осадительным 2 электродами, адсорбируют на своей поверхности ионы, приобретая электрический заряд, и получают тем самым ускорение, направленное в сторону электрода с зарядом противоположного знака. Процесс зарядки частиц зависит от подвижности ионов, траектории движения и времени пребывания частиц в зоне коронирующего заряда. Учитывая, что в воздухе и дымовых газах подвижность отрицательных ионов выше, чем положительных, электрофилтры обычно делают с короной отрицательной полярности. Время зарядки аэрозольных частиц невелико и измеряется долями секунды. Движение заряженных частиц к осадительному электроду происходит под действием аэродинамических сил и силы взаимодействия электрического поля и заряда частицы (рис. 4.4).

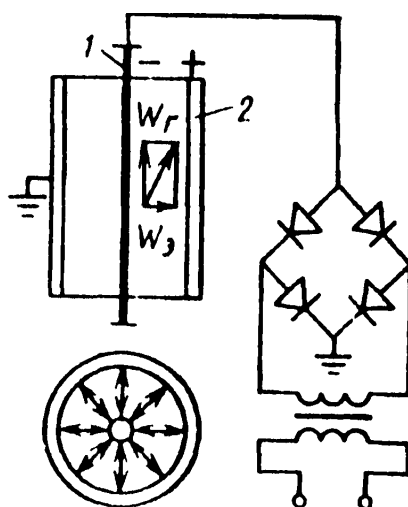


Рис. 4.4. Схема электрофилтра

Большое значение для процесса осаждения пыли на электродах имеет электрическое сопротивление слоев пыли. По величине электрического сопротивления различают:

1) пыли с малым удельным электрическим сопротивлением ($< 10^4 \text{ Ом}\cdot\text{см}$), которые при соприкосновении с электродом мгновенно теряют свой заряд и приобретают заряд, соответствующий знаку электрода, после чего между электродом и частицей возникает сила отталкивания, стремящаяся вернуть частицу в газовый поток; противодействует этой силе только сила

адгезии, если она оказывается недостаточной, то резко снижается эффективность процесса очистки;

2) пыли с удельным электрическим сопротивлением от 10^4 до 10^{10} Ом-см; они хорошо осаждаются на электродах и легко удаляются с них при встряхивании;

3) пыли с удельным электрическим сопротивлением более 10^{10} Ом-см; они труднее всего улавливаются в электрофильтрах, так как на электродах частицы разряжаются медленно, что в значительной степени препятствует осаждению новых частиц.

В реальных условиях снижение удельного электрического сопротивления пыли можно осуществить увлажнением запыленного газа.

Определение эффективности очистки запыленного газа в электрофильтрах обычно проводят по формуле Дейча:

$$\eta = 1 - e^{-W_{\text{э}}F_{\text{уд}}},$$

где $W_{\text{э}}$ – скорость движения частицы в электрическом поле, м/с;

$F_{\text{уд}}$ – удельная поверхность осадительных электродов, равная отношению поверхности осадительных элементов к расходу очищаемых газов, $\text{м}^2 \cdot \text{с} / \text{м}^3$. Из формулы следует, что эффективность очистки газов зависит от показателя степени $W_{\text{э}}F_{\text{уд}}$.

$W_{\text{э}}F_{\text{уд}} \dots$	3,0	3,7	3,9	4,6
$\eta \dots$	0,95	0,975	0,98	0,99

Конструкцию электрофильтров определяют состав и свойства очищаемых газов, концентрация и свойства взвешенных частиц, параметры газового потока, требуемая эффективность очистки и т. д. В промышленности используют несколько типовых конструкций сухих и мокрых электрофильтров [6.11], применяемых для очистки технологических выбросов (рис. 4.5).

Эксплуатационные характеристики электрофильтров весьма чувствительны к изменению равномерности поля скоростей на входе в фильтр. Для получения высокой эффективности очистки необходимо обеспечить равномерный подвод газа к электрофильтру путем правильной организации подводящего газового тракта и применения распределительных решеток во входной части электрофильтра.

Для тонкой очистки газов от частиц и капельной жидкости применяют различные *фильтры*. Процесс фильтрования состоит в задержании частиц примесей на пористых перегородках при движении через них дисперсных сред. Принципиальная схема процесса фильтрования в пористой перегородке показана на рис. 6. Фильтр представляет собой корпус 1, разделенный пористой перегородкой (фильтроэлементом) 2 на две полости. В фильтр поступают загрязненные газы, которые очищаются при прохождении фильтроэлемента. Частицы примесей оседают на входной части пористой перегородки и задерживаются в порах, образуя на поверхности перегородки слой 3. Для вновь

поступающих частиц этот слой становится частью фильтровой перегородки, что увеличивает эффективность очистки фильтра и перепад давления на фильтроэлементе. Осаждение частиц на поверхности пор фильтроэлемента происходит в результате совокупного действия эффекта касания, а также диффузионного, инерционного и гравитационного.

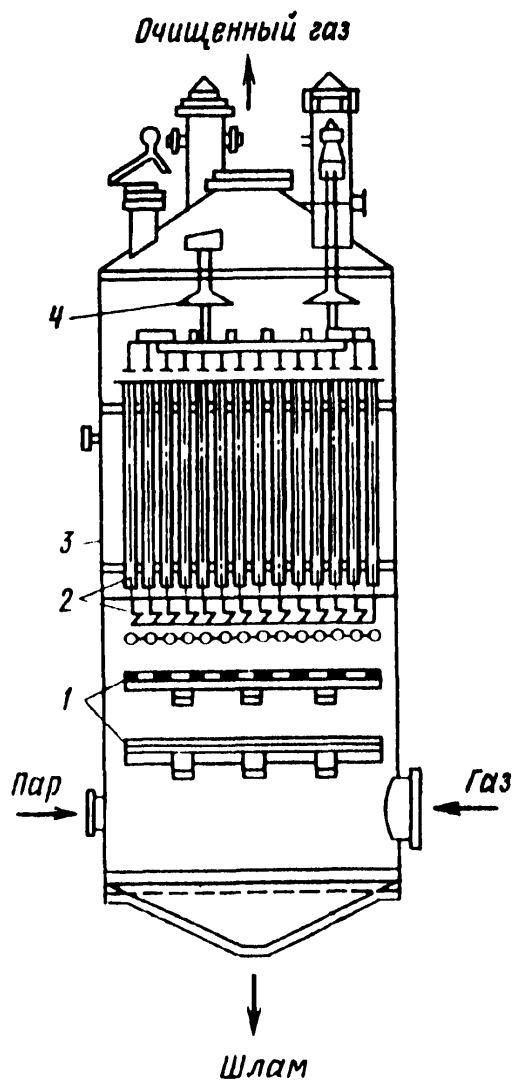


Рис. 4.5. Электрофильтр типа С для улавливания смол:
7—распределительные решетки; 2—осадительные и коронирующие электроды; 3— корпус; 4 — смолоулавливающий зонт

Классификация фильтров основана на типе фильтровой перегородки, конструкции фильтра и его назначении, тонкости очистки и др.

По типу перегородки фильтры бывают: с зернистыми слоями (рис. 4.6) (неподвижные, свободно насыпанные зернистые материалы, псевдоожиженные слои); с гибкими пористыми перегородками (ткани, вой локи, волокнистые маты, губчатая резина, пенополиуретан и др.); с полужесткими пористыми перегородками (вязаные и тканые сетки, прессованные спирали и стружка и др.); с жесткими пористыми перегородками (пористая керамика, пористые металлы и др.

Наибольшее распространение в промышленности для сухой очистки газовых выбросов получили рукавные фильтры (рис. 4.7).

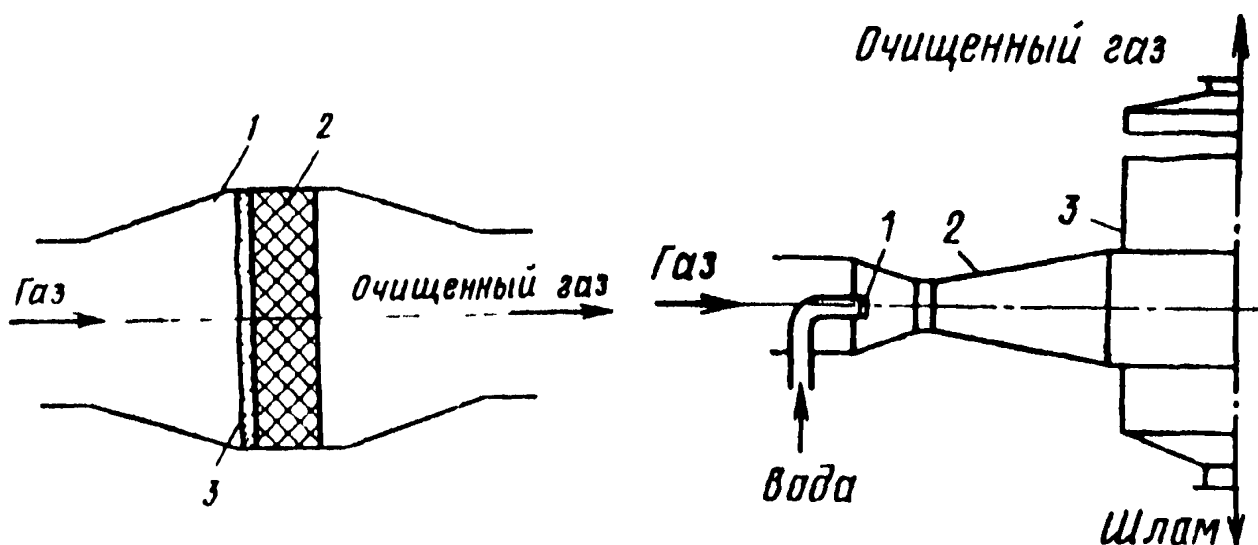


Рис. 4.6. Схема фильтра

Рис. 4.7. Рукавный фильтр
1 – рукав; 2 – корпус; 3 – выходной патрубков; 4 – устройство для регенерации; 5 – входной патрубков

Аппараты мокрой очистки газов – *мокрые пылеуловители* – имеют широкое распространение, так как характеризуются высокой эффективностью очистки от мелкодисперсных пылей с $du \geq 0,3$ мкм, а также возможностью очистки от пыли нагретых и взрывоопасных газов. Однако мокрые пылеуловители обладают рядом недостатков, ограничивающих область их применения: образование в процессе очистки шлама, что требует специальных систем для его переработки; вынос влаги в атмосферу и образование отложений в отводящих газоходах при охлаждении газов до температуры точки росы; необходимость создания оборотных систем подачи воды в пылеуловитель.

Аппараты мокрой очистки работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхность либо капель, либо пленки жидкости. Осаждение частиц пыли на жидкость происходит под действием сил инерции и броуновского движения.

Среди аппаратов мокрой очистки с осаждением частиц пыли на поверхность капель на практике более применимы скрубберы Вентури (рис. 4.8). Основная часть скруббера – сопло Вентури 2. В его конфузурную часть подводится запыленный поток газа и через центробежные форсунки 1 жидкость на орошение. В конфузурной части сопла происходит разгон газа от входной скорости ($W_{\tau} = 15 \dots 20$ м/с) до скорости в узком сечении сопла 30...200 м/с и более. Процесс осаждения пыли на капли жидкости обусловлен массой жидкости, развитой поверхностью капель и высокой относительной скоростью частиц жидкости и пыли в конфузурной части сопла. Эффективность очистки в значительной степени зависит от равномерности распределения жидкости по сечению конфузурной части сопла. В диффузорной части

сопла поток тормозится до скорости 15...20 м/с и подается в каплеуловитель 3. Каплеуловитель обычно выполняют в виде прямоточного циклона.

Скрубберы Вентури обеспечивают высокую эффективность очистки аэрозолей при начальной концентрации примесей до 100 г/м³. Если удельный расход воды на орошение составляет 0,1...6,0 л/м³, то эффективность очистки равна:

d _{4,мкм...}	1	5	10
η...	0,70..0,90	0,90...0,98	0,94...0,99

Скрубберы Вентури широко используют в системах очистки газов от туманов. Эффективность очистки воздуха от тумана со средним размером частиц более 0,3 мкм достигает 0,999, что вполне сравнимо с высокоэффективными фильтрами.

К мокрым пылеуловителям относят барботажно-пенные пылеуловители с провальной (рис. 4.8 а) и переливной решетками (рис. 4.8 б). В таких аппаратах газ на очистку поступает под решетку 3, проходит через отверстия в решетке и, барботируя через слой жидкости и пены 2, очищается от пыли путем осаждения частиц на внутренней поверхности газовых пузырей. Режим работы аппаратов зависит от скорости подачи воздуха под решетку. При скорости до 1 м/с наблюдается барботажный режим работы аппарата. Дальнейший рост скорости газа в корпусе 1 аппарата до 2...2,5 м/с сопровождается возникновением пенного слоя над жидкостью, что приводит к повышению эффективности очистки газа и брызгоуноса из аппарата. Современные барботажно-пенные аппараты обеспечивают эффективность очистки газа от мелкодисперсной пыли ~ 0,95...0,96 при удельных расходах воды 0,4...0,5 л/м. Практика эксплуатации этих аппаратов показывает, что они весьма чувствительны к неравномерности подачи газа под провальные решетки.

Неравномерная подача газа приводит к местному сдуву пленки жидкости с решетки. Кроме того, решетки аппаратов склонны к засорению.

Для очистки воздуха от туманов кислот, щелочей, масел и других жидкостей используют волокнистые фильтры—*туманоуловители*. Принцип их действия основан на осаждении капель на поверхности пор с последующим отеканием жидкости по волокнам в нижнюю часть туманоуловителя. Осаждение капель жидкости происходит под действием броуновской диффузии или инерционного механизма отделения частиц загрязнителя от газовой фазы на фильтроэлементах в зависимости от скорости фильтрации $W\phi$. Туманоуловители делят на низкоскоростные ($W\phi \leq 0,15$ м/с), в которых преобладает механизм диффузного осаждения капель, и высокоскоростные ($W\phi = 2...2,5$ м/с), где осаждение происходит главным образом под воздействием инерционных сил.

Фильтрующий элемент низкоскоростного туманоуловителя показан на рис 4.9. В пространство между двумя цилиндрами 3, изготовленными из сеток помещают волокнистый фильтроэлемент 4, который крепится с помощью фланца 2 к корпусу туманоуловителя 1. Жидкость осевшая на фильтроэлементе; стекает на нижний фланец 5 и через трубку гидрозатвора 6 и стакан 7

сливается из фильтра.

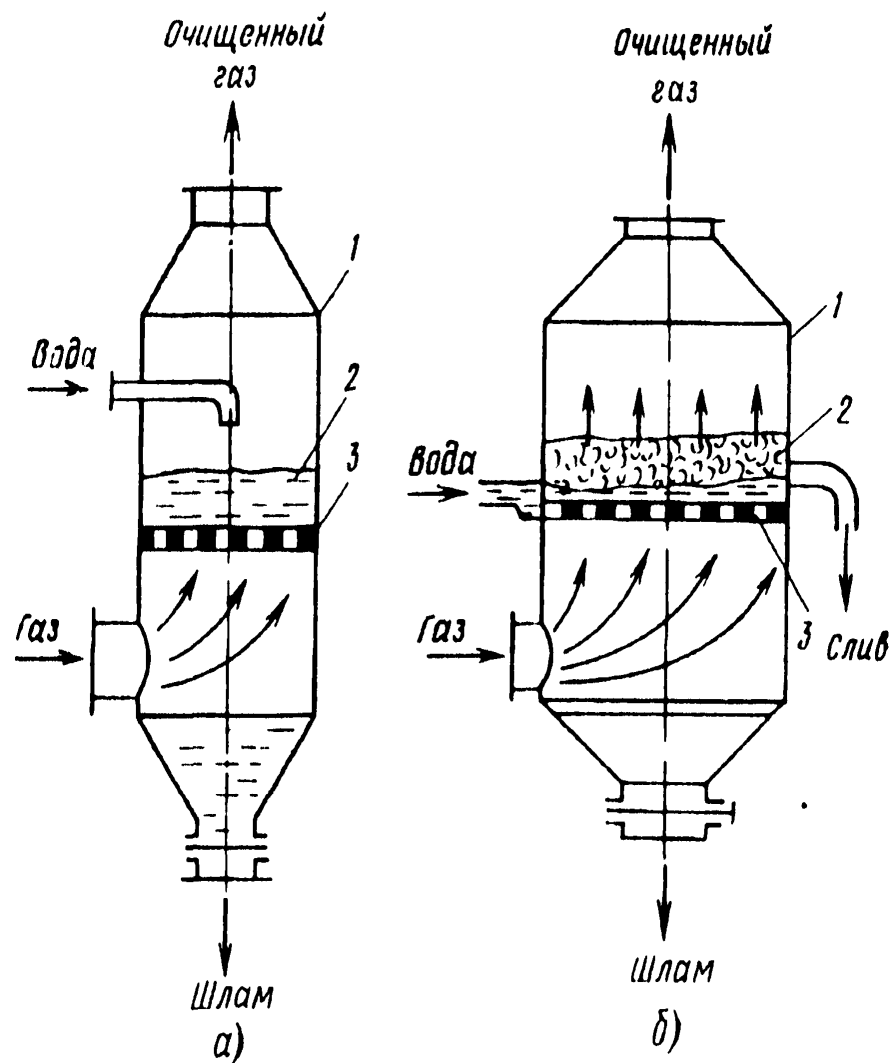


Рис. 4.8. Схема барботажно-пенного пылеуловителя с провальной (а) и переливной (б) решетками

Высокую эффективность очистки газа (до 0,999) от частиц размером менее 3 мкм и полностью улавливают частицы большего размера. Волокнистые слои формируются из стекловолна диаметром 7...40 мкм. Толщина слоя составляет 5...15 см, гидравлическое сопротивление сухих фильтроэлементов –200...1000 Па.

Высокоскоростные туманоуловители (рис.4.10) имеют меньшие размеры и обеспечивают эффективность очистки, равную 0,9...0,98 при $\Delta p = 1500...2000$ Па, от тумана с частицами менее 3 мкм. В качестве фильтрующей набивки в таких туманоуловителях используют войлоки из полипропиленовых волокон, которые успешно работают в среде разбавленных и концентрированных кислот и щелочей.

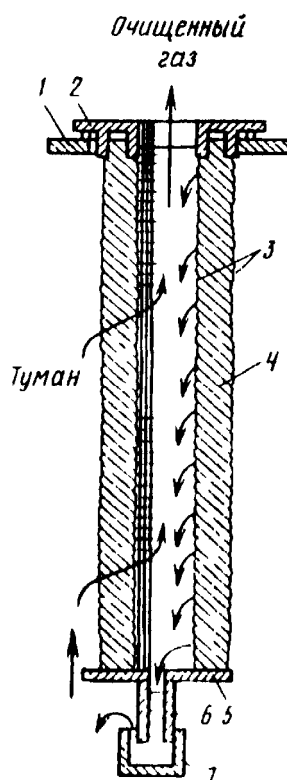


Рис. 4.9. Схема фильтрующего элемента низкоскоростного туманоуловителя

В тех случаях, когда диаметры капель тумана составляют $0,6...0,7$ мкм и менее, для достижения приемлемой эффективности очистки приходится увеличивать скорость фильтрации до $4,5...5$ м/с, что приводит к заметному брызгоуносу с выходной стороны фильтроэлемента (брызгоунос обычно возникает при скоростях $1,7...2,5$ м/с). Значительно уменьшить брызгоунос можно применением брызгоуловителей в конструкции туманоуловителя. Для улавливания жидких частиц размером более 5 мкм применяют брызгоуловители из пакетов сеток, где захват частиц жидкости происходит за счет эффектов касания и инерционных сил. Скорость фильтрации в брызгоуловителях не должна превышать 6 м/с.

На рис. 4.10. показана схема высокоскоростного волокнистого туманоуловителя с цилиндрическим фильтрующим элементом 3, который представляет собой перфорированный барабан с глухой крышкой. В барабане установлен грубоволокнистый войлок 2 толщиной $3...5$ мм. Вокруг барабана по его внешней стороне расположен брызгоуловитель, 1 представляющий собой набор перфорированных плоских и гофрированных слоев винипластовых лент. Брызгоуловитель и фильтроэлемент нижней частью установлены в слой жидкости.

Для очистки аспирационного воздуха ванн хромирования, содержащего туман и брызги хромовой и серной кислот, применяют волокнистые фильтры типа ФВГ-Т. В корпусе размещена кассета с фильтрующим материалом — иглопробивным войлоком, состоящим из волокон диаметром 70 мкм, толщи-

ной слоя 4. .5 мм.

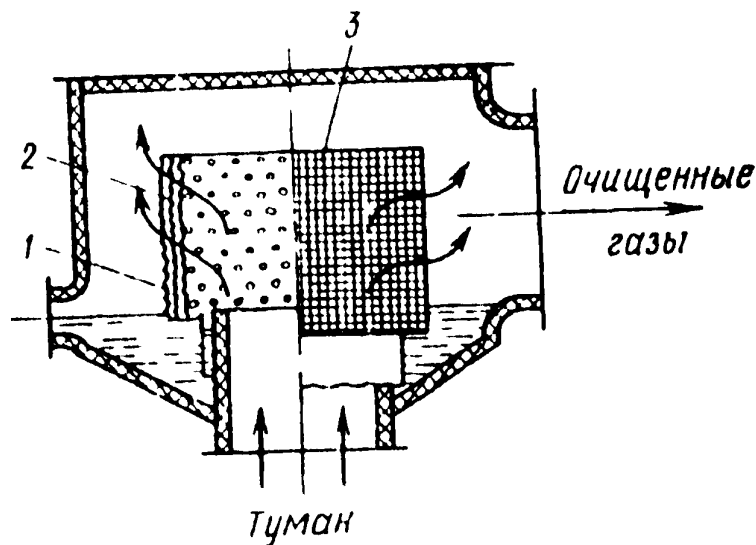


Рис 4.10. Схема высокоскоростного туманоуловителя

Метод абсорбции – очистка газовых выбросов от газов и паров – основан на поглощении последних жидкостью. Для этого используют *абсорберы*. Решающим условием для применения метода абсорбции является растворимость паров или газов в абсорбенте. Так, для удаления из технологических выбросов аммиака, хлоро- или фтороводорода целесообразно применять в качестве абсорбента воду. Для высокоэффективного протекания процесса абсорбции необходимы специальные конструктивные решения. Они реализуются в виде насадочных башен (рис. 4.11), форсуночных барботажно-пенных и других скрубберов. Описание процесса очистки и расчет аппаратов приведены в работе.

Работа *хемосорберов* основана на поглощении газов и паров жидкими или твердыми поглотителями с образованием малорастворимых или малолетучих химических соединений. Основными аппаратами для реализации процесса являются насадочные башни, барботажно-пенные аппараты, скрубберы Вентури и т. п. Хемосорбция – один из распространенных методов очистки отходящих газов от оксидов азота и паров кислот. Эффективность очистки от оксидов азота составляет 0,17...0,86 и от паров кислот – 0,95.

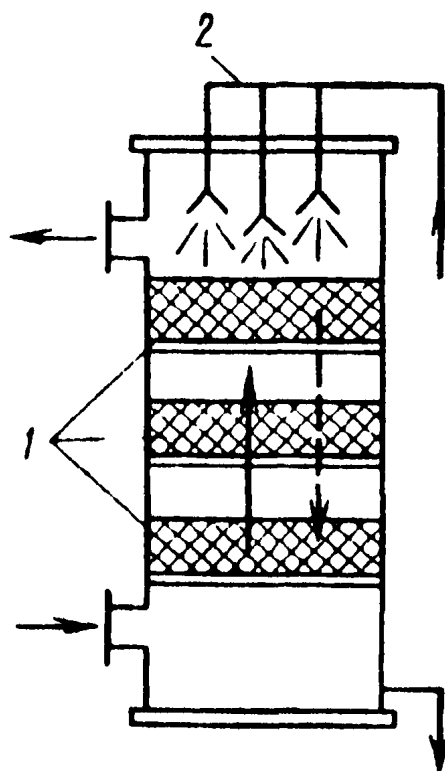


Рис. 4.11. Схема насадочной башни: 1 – насадка; 2 – разбрызгиватель

Метод адсорбции основан на способности некоторых тонкодисперсных твердых тел селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты газовой смеси. Для этого метода используют *адсорбенты*. В качестве адсорбентов, или поглотителей, применяют вещества, имеющие большую площадь поверхности на единицу массы. Так, удельная поверхность активированных углей достигает $10^5 \dots 10^6 \text{ м}^2/\text{кг}$. Их применяют для очистки газов от органических паров, удаления неприятных запахов и газообразных примесей, содержащихся в незначительных количествах в промышленных выбросах, а также летучих растворителей и целого ряда других газов. В качестве адсорбентов применяют также простые и комплексные оксиды (активированный глинозем, силикагель, активированный оксид алюминия, синтетические цеолиты или молекулярные сита), которые обладают большей селективной способностью, чем активированные угли.

Конструктивно адсорберы выполняют в виде емкостей, заполненных пористым адсорбентом, через который фильтруется поток очищаемого газа. Адсорберы применяют для очистки воздуха от паров растворителей, эфира, ацетона, различных углеводородов и т. п.

Адсорберы нашли широкое применение в респираторах и противогазах. Патроны с адсорбентом следует использовать строго в соответствии с условием эксплуатации, указанным в паспорте респиратора или противогаза. Так, фильтрующий противогазовый респиратор РПГ-67 (ГОСТ 12.4.004–74) следует использовать в соответствии с рекомендациями, приведенными в табл. 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

Марки патронов респираторов РПГ-67

Марка патрона	Марка респиратора	Вредные вещества, от которых защищает респиратор
А	РПГ-67А	Пары органических веществ (бензина, керосина, сероуглерода, ксилола, толуола, ацетона, спиртов, кетонов, эфиров, бензола и др.), хлор- и фосфорорганических ядохимикатов.
В	РПГ-68В	Кислые газы (сернистый газ, сероводород, хлороводород и др.), пары хлор- и фосфорорганических ядохимикатов
КД	РПГ-67КД	Аммиак, сероводород и их смесь.
Г	РПГ-67Г	Пары ртути и ртутьорганические соединения

Для очистки газов от паров растворителей с концентрацией более 0,3 г/м³ НИИОГАЗом разработан типовой ряд адсорберов АВКФ с производительностью по очищаемому газу 10, 20, 40 и 80 тыс. м^{3/к}4.

Таблица 4.2

Условия применения респираторов РПГ-67

Марка патрона	Вредные вещества	Концентрация, г/м ³	Время защитного действия мин не
А	Бензол	10	60
В	Диоксид серы	2	50
КД	Аммиак	2	30
	Сероводород	2	50
Г	Пары ртути	0,01	1200

Термическая нейтрализация основана на способности горючих газов и паров, входящих в состав вентиляционных или технологических выбросов, сгорать с образованием менее токсичных веществ. Для этого метода используют нейтрализаторы. Различают три схемы термической нейтрализации: прямое сжигание; термическое окисление; каталитическое дожигание.

Прямое сжигание используют в тех случаях, когда очищаемые газы обладают значительной энергией, достаточной для поддержания горения. Примером такого процесса является факельное сжигание горючих отходов. Так нейтрализуют циановодород в вертикально направленных факелах на нефтехимических заводах. Разработаны схемы камерного сжигания отходов. Такие дожигатели можно использовать для нейтрализации паров токсичных горючих или окислителей при их сдувах из емкостей.

Термическое окисление находит применение в тех случаях, когда очищаемые газы имеют высокую температуру, но не содержат достаточно ки-

слорода или когда концентрация горючих веществ незначительна и недостаточна для поддержания пламени.

В первом случае процесс термического окисления проводят в камере с подачей свежего воздуха (дожигание оксида углерода и углеводородов), а во втором – при подаче дополнительно природного газа. Схема устройства для термического окисления выбросов показана на рис. 4.12.

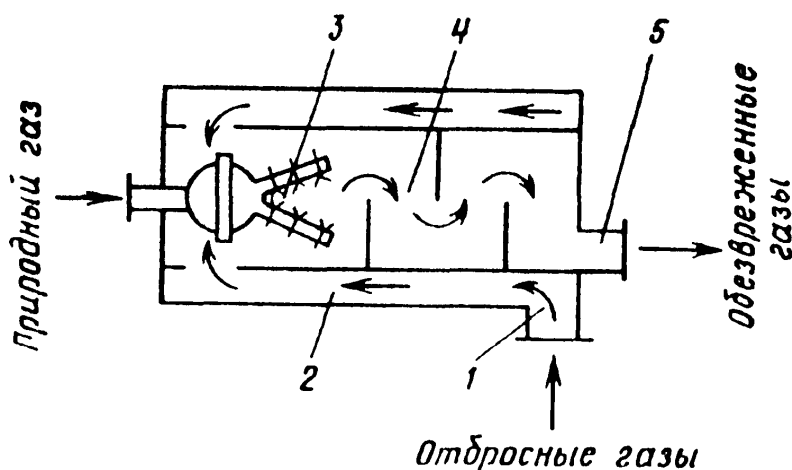


Рис. 4.12. Схема установки для термического окисления:
1–входной патрубок; 2–теплообменник; 3 – горелка; 4 – камера;
5 – выходной патрубок

Каталитическое дожигание используют для превращения токсичных компонентов, содержащихся в отходящих газах, в нетоксичные или менее токсичные путем их контакта с катализаторами. Для реализации процесса необходимо кроме катализаторов поддержание таких параметров газового потока, как температура и скорость газов.

В качестве катализаторов используют платину, палладий, медь и др. Температуры начала каталитических реакций газов и паров изменяются в широких пределах–200...400°С. Объемные скорости процесса каталитического дожигания обычно устанавливают в пределах 2000...6000 ч⁻¹ (объемная скорость–отношение скорости движения газов к объему катализаторной массы).

Каталитические нейтрализаторы применяют для обезвреживания оксида углерода, летучих углеводородов, растворителей, отработавших газов и т.п.

Термокаталитические реакторы с электроподогревом типа ТКРВ разработаны Дзержинским филиалом НИИОГАЗа. Они предназначены для очистки газовых выбросов сушильных камер окрасочных линий от органических веществ и других технологических производств.

Каталитическая нейтрализация отработавших газов ДВС на поверхности твердого катализатора происходит за счет химических превращений (реакции окисления или восстановления), в результате которых образуются без-

вредные или менее вредные для окружающей среды и здоровья человека соединения.

Оборудование, применяемое для очистки выбросов в машиностроении и приборостроении, приведено в приложении 1.

Для высокоэффективной очистки выбросов необходимо применять *аппараты многоступенчатой очистки*. В этом случае очищаемые газы последовательно проходят несколько автономных аппаратов очистки или один агрегат, включающий несколько ступеней очистки. В системе последовательно соединенных аппаратов общая эффективность очистки $\eta = 1 - (1 - \eta_1)(1 - \eta_2) \dots (1 - \eta_n)$, где $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ – эффективность очистки 1, 2 и n -го аппаратов.

Такие решения находят применение при высокоэффективной очистке газов от твердых примесей; при одновременной очистке от твердых и газообразных примесей; при очистке от твердых примесей и капельной жидкости и т. п. Многоступенчатую очистку широко применяют в системах очистки воздуха с его последующим возвратом в помещение.

4.6. Производство и применение очистного оборудования

Перечень газо-и туманоочистного оборудования, разработанного НИИОГАЗом, приведен в табл. 4.3

Таблица 4.3

Очистное оборудование НИИОГАЗа

Тип оборудования	Марка	Год выпуска	Улавливаемое вещество
Адсорбер	АВП	1986	Пары ртути
	АВКФ _n	1986	Органические растворители
	СП	1987	Фтористые соединения, диоксид серы
	СДК	1988	То же
	СПК-Б	1988	Неприятно пахнущие вещества
	АН	1991	То же
Термокаталитические реакторы	ТКРО	1989	Углеводороды, оксид углерода, неприятно пахнущие вещества
	К	1990	То же
	КР-35	199	>>
	КРТ-50	1991	>>
Электро-- фильтры	ЭВМ	1990	Смолистые вещества
	ЭТМ	1991	Пары серной кислот
Волокнистые фильтры	ФВГ-Т	1983	Туман и брызги серной и хромовой кислот
	ФВГ-С-Ц	1985	Цианистые соединения
	ВВЦ-180	1990	Туманы масел

Конъюнктуру спроса и использования пылегазоочистного оборудования в различных отраслях промышленности можно проследить на примере рынка США. Расходы (млн. долл) компаний США на защиту атмосферного воздуха в отдельных отраслях промышленности составили (табл. 4.4):

Таблица 4.4

	1986 г.	1987 г.	1988 г.
Теплоэнергетика	1310	1053	808
Нефтеперерабатывающая	459	427	656
Химическая	320	438	597
Горнодобывающая	178	181	57
Целлюлозно-бумажная	161	196	168
Металлургическая (черная и цветная)	65	76	94
Автомобильная	252	154	31
Машиностроение (общее)	69	134	88
Электротехническое машиностроение	111	25	36
Приборостроение	20	32	36

Для оценки конъюнктурного спроса на различные виды газопылеочистного оборудования целесообразно ознакомиться с масштабами его производства в США в 1986 г (табл. 4.5):

Таблица 4.5

	Число, шт.	Стоимость, млн. долл
Электрофильтры	168	169,3
Рукавные фильтры	18172	154,9
Сухие пылеуловители	5508	25,9
Мокрые скрубберы	1407	25,1
Каталитические дожигатели	555	14,6
Термические дожигатели	308	20,3
Абсорберы	627	12,5
Адсорберы	46	3,3
Устройства для обессеривания	122	165,2
Прочие	—	37,6

5. ЗАЩИТА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ОТ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

5.1. Вода – основа жизненных процессов в биосфере

Вода, которая, по образному выражению Леонардо да Винчи, является «кровью Земли», играет огромную роль во всех природных процессах на нашей планете. Это один из главных компонентов жизнеобеспечения человека, непереносимое условие существования всего живого. Вода наиболее чутко реагирует на изменение в природных процессах под влиянием антропогенной деятельности.

Вода – одно из самых удивительных веществ в природе. Например, её теплоёмкость почти вдвое превышает таковую растительных масел, ацетона, фенола, спирта, парафина. До настоящего времени дискутируется проблема 37 – градусной температуры в животном мире. Как известно, при нагревании любого вещества его теплоёмкость возрастает. Любого, кроме воды! При её нагревании от 0 до 37 градусов теплоёмкость падает и лишь при дальнейшем повышении температуры начинает возрастать. Этот факт означает, что при 36 – 37 градусах для повышения температуры некоторого объёма воды необходимо минимальное количество тепла. Видимо, именно данное свойство воды явилось селективирующим фактором эволюции в выработке теплокровности на уровне 37 градусов Цельсия.

Этим не исчерпываются парадоксы воды: её аналоги – соединения элементов группы кислорода с водородом (сероводород, селеноводород, теллуридоводород) – при наших земных условиях представляют собой газы с температурой кипения -61, -42 и -4 градуса соответственно. Экстраполируя этот ряд, получим ожидаемую температуру кипения воды – -70 градусов, а температуру замерзания – -90 градусов. И тут вода – исключение!

Вода весьма плохо испаряется. Если бы не это её свойство, то многие озёра и реки в летнее время пересыхали бы совершенно. Плотность воды тоже удивляет: при охлаждении она увеличивается только до температуры +4 градуса, а далее – уменьшается. Это означает, что самая тяжёлая вода именно при +4 градусах, поэтому в осенне-зимний период времени она опускается на дно, а из более холодной воды формируется ледяной покров, но на поверхности водоёма! Значит, вода так создана для того, чтобы в ней водилось что-либо живое, даже при температуре ниже нуля замерзание никогда не начнётся со дна реки или пруда, а только с их поверхности.

Но самое, пожалуй, удивительное свойство воды – это свойство практически универсального растворителя. И если какие-либо вещества в ней всё же не растворяются, то это сыграло громадную роль в эволюционном развитии жизни на Земле: скорее всего, именно гидрофобным свойствам первичных биологических мембран и обязана жизнь своим появлением и развитием в водной среде.

Все эти экстраординарные свойства воды наводят на мысль о том, что жидкая вода имеет упорядоченную структуру, благодаря чему вода может нести информацию. Например, вода, обработанная магнитным полем, значительно меняет свою биологическую активность. В некоторых случаях «магнитная вода» способствует лечению болезней, ран и т.д. Особыми свойствами обладает вода в переходных состояниях, например, при таянии льда или снега.

Многим доводилось видеть, как ранней весной, среди тающих сугробов появляются проталины, на которых в считанные сутки вырастают растения – «подснежники», зацветают и даже начинают завязываться плоды. Здесь таится немало удивительного, и самое главное – необычайно быстрый рост этих растений благодаря талой воде, ускоряющей биологические процессы в растительных организмах.

Кроме того, что в воде протекают биохимические процессы, вода сама активно участвует во многих реакциях обмена веществ. В организме взрослого человека содержится около 65% воды. Чем моложе организм, тем он богаче водой. Месячный человеческий эмбрион на 97% состоит из воды, новорожденный ребёнок – на 75 – 80%. У пожилых людей содержание воды составляет 57% и менее.

При потере 12% влаги от массы тела человек погибает. Потребность человека в воде в среднем составляет 2,5 литра в сутки, однако при определённых показателях температуры и влажности воздуха она может достигать 6 литров и более. Человечество и его деятельность – главный потребитель воды на планете.

Водная среда – воды суши (реки, озёра, пруды, болота, каналы, водохранилища), воды морей и океанов, ледники, подземные воды, которые, испытывая воздействие разных сил, влияют на здоровье человека, его хозяйственную деятельность и всё живое и неживое на Земле. Если обитатели водоёмов функционируют непосредственно в водной среде, то для людей водная среда выступает в качестве необходимого условия жизнедеятельности и фактора жизнеобеспечения. Ведь с водой человек соприкасается при умывании, купании в естественных или искусственных водоёмах, а самое главное – использует воду для питья и приготовления пищи. Вода, обеспечивая существование всего живого на планете, кроме того, входит в состав основных средств производства материальных благ. В настоящее время в результате техногенных воздействий назрела угроза загрязнения (минерального, теплового, радиоактивного, химического, органического, бактериального), засорения производственными, бытовыми и другими видами отходов и истощения вод из-за их нерационального использования.

Ухудшение качества воды водоемов и водотоков обусловлено, прежде всего, недостаточной очисткой загрязненных природных вод в связи с ростом объёмов промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых стоков. Общая нехватка воды, её увеличивающееся загрязнение постепенное непреднамеренное уничтожение источников пресной воды особенно опасны в условиях растущей численности населения и расширяющегося производства. Для сбалансированного развития человеческого общества наиболее перспективно устранение причин загрязнения водной среды вместо снижения его последствий, преобладающего в настоящее время.

О воде много говорится, но мало сказано. Поэтому фраза «Вода – это жизнь» для многих из нас равным счётом ничего не значит. И за беспечное отношение к ней вода жестоко мстит нам. Ведь вода – весьма динамичный, а нередко и агрессивный географический компонент окружающей среды. Вредное воздействие вод может проявляться в виде затопления, подтопления, заболачивания, засоления земель, а также в разрушении защитных дамб, каналов, гидротехнических и других сооружений. Вода служит движущей силой эрозии, абразии, аккумуляции, суффозии, плоскостного сноса, оврагообразования, карста, селей, а также многих других процессов, осложняющих жизнедеятельность людей.

Задумайтесь: что вы знаете о воде? Как ни удивительно, но вода до сих пор остаётся наиболее малоизученным природным веществом, вероятно, это произошло потому, что её очень много, она вездесуща, она вокруг нас, над нами, под нами, в нас. Воду считают самым трудным из всех веществ, изучаемых химиками и физиками. Химический состав вод может быть одинаков, а их воздействие на организм – разным, поскольку каждая вода формировалась в конкретных условиях.

Рассмотрим ещё один из немаловажных аспектов природной воды – феномен святой воды и её целебного воздействия на человека.

Русский народ всегда с благоговением относился к воде и видел в ней источник огромной духовной силы. Ещё на заре человеческой истории люди отчётливо осознавали такое значение водной стихии. Это подтверждает и мифология всех стран и всех народов, и позднейшие философские системы древних, которые, при всей их наивности, всё-таки успели установить один незыблемый принцип: как без огня нет культуры, так без воды нет и не может быть жизни. Сообразно с таким пониманием мировой роли воды языческие народы всех времён неизменно обоготворяли эту стихию как неиссякаемый источник жизни, как вечно живой родник, при помощи которого оплодотворялась другая великая стихия – земля.

Позднее, с распространением христианства, вера в Божественное происхождение воды хотя и умерла, но на её обломках выросло убеждение в святости и чудодейственной силе водной стихии. Замечательно при этом, что такого рода убеждение в целительных свойствах воды, наряду с христианскими народами, разделяется и магометанами, и евреями, и почти всеми представителями современного язычества.

История хранит массу примеров исцеления святой водой. Известно, что в принципе вода может воздействовать на организм человека, во-первых, механически, как, например, циркулярный душ, массирующий тело; во-вторых, своим химическим составом, что наиболее ярко проявляется, когда человек пьёт минеральную воду; в-третьих, электромагнитным излучением (или полем). К какому же из этих типов относится воздействие святой воды? Или это нечто новое, неизвестное?

Опыты, проведённые московским исследователем С. Демкиным и сотрудниками Московского института информационно-волновых технологий И. Мартыановой и Т. Черновой, показали, что у разных образцов святой воды одинаковое электромагнитное излучение. Оно сильно отличается от излучения простой воды и даже серебряной. Ведь длительное время считалось, что святая вода обладает только одним свойством – обеззараживающим и причина тому – серебро, растворённое в воде. Однако такая теория никак не могла объяснить, почему святая вода совершает чудеса исцеления. Опыты в НИИ дали ключ к загадке: святая вода передаёт [большому человеческому организму здоровое электромагнитное излучение, исправляя «больные» частоты нездоровых органов и излечивая их таким образом. А ещё опыты показали, что если добавить в ванну (объёмом 60 литров) одну ложку святой воды, то вся обычная вода начнет излучать такое же электромагнитное излучение, как и святая. Стало ясно, что святая вода действительно является чудом, изучать природу которого придётся ещё очень долго.

Таким образом, если жизнь – это одушевлённая вода, то так же, как и жизнь, вода многолика и характеристики её бесконечны.

Вода – это, на первый бесхитростный взгляд, простое химическое соединение водорода с кислородом.

На самом деле вода – Царица, основа жизни на Земле!

Вода – самое распространенное неорганическое соединение на нашей планете. Вода – основа всех жизненных процессов, единственный источник кислорода в главном движущем процессе на Земле – фотосинтезе. Вода присутствует во всей биосфере: не только в водоемах, но и в воздухе, и в почве, и во всех живых существах. Последние содержат до 80-90% воды в своей биомассе. Потери 10-20% воды живыми организмами приводят к их гибели.

В естественном состоянии вода никогда не свободна от примесей. В ней растворены различные газы и соли, находятся взвешенные твердые частички. В 1 л пресной воды может содержаться до 1 г солей.

Большая часть воды сосредоточена в морях и океанах. На пресные воды приходится всего 2%. Большая часть пресных вод (85%) сосредоточена во льдах полярных зон и ледников. Возобновление пресных вод происходит в результате круговорота воды.

С появлением жизни на Земле круговорот воды стал относительно сложным, так как к простому явлению **физического испарения** (превращения воды в пар) добавились более сложные процессы, связанные с жизнедеятельностью живых организмов. К тому же роль человека по мере его развития становится все более значительной в этом круговороте.

Круговорот воды в биосфере происходит следующим образом. Вода выпадает на поверхность Земли в виде осадков, образующихся из водяного пара атмосферы. Определенная часть выпавших осадков испаряется прямо с поверхности, возвращаясь в атмосферу водяным паром. Другая часть проникает в почву, всасывается корнями растений и затем, пройдя через растения, испаряется в процессе транспирации. Третья часть просачивается в глубокие слои подпочвы до водоупорных горизонтов, пополняя подземные воды. Четвертая часть в виде поверхностного, речного и подземного стока стекает в водоемы, откуда также испаряется в атмосферу. Наконец, часть используется животными и потребляется человеком для своих нужд. Вся испарившаяся и вернувшаяся в атмосферу вода конденсируется и вновь выпадает в качестве осадков.

Таким образом, один из основных путей круговорота воды – **транспирация**, то есть биологическое испарение, осуществляется растениями, поддерживая их жизнедеятельность. Количество воды, выделяющееся в результате транспирации, зависит от вида растений, типа растительных сообществ, их биомассы, климатических факторов, времени года и других условий.

Интенсивность транспирации и масса испаряющейся при этом воды могут достигать весьма значительных величин. У таких сообществ, как леса (с большой фитомассой и листовой поверхностью) или болота (с водонасыщенной моховой поверхностью) транспирация в целом вполне сравнима с испарением открытых водоемов (океана) и нередко даже превышает его. В среднем для растительных сообществ умеренного климата транспирация составляет от 2000 до 6000 м воды в год.

Величина суммарного испарения (с почвы, с поверхности растений и через транспирацию) зависит от физиологических особенностей растений и их биомассы, поэтому служит косвенным показателем жизнедеятельности и продуктивности сообществ. Растительность в целом выполняет роль грандиозного испарителя, существенно влияя при этом на климат территории. Растительный покров ландшафтов, особенно леса и болота, имеет также огромное водоохранное и водорегулирующее значение, смягчая перепады стока (паводки), способствуя удержанию влаги, препятствуя иссушению и эрозии почв.

В послании Генерального секретаря ООН по случаю Всемирного дня окружающей среды 5 июня 2003 г. отмечалось, что «два миллиарда человек отчаянно нуждаются в воде». К счастью, Россия – одна из наиболее богатых водными ресурсами стран мира. Однако и для нашей страны характерно множество проблем, порожденных прежде всего нерациональным использованием воды, пренебрежением элементарными экологическими требованиями, и у нас имеются обширные вододефицитные регионы. Показатели неблагополучия России в данном аспекте широко известны приведем лишь несколько цифр. Чтобы использовать воду из поверхностных источников для питьевого водоснабжения, обычно необходима ее очистка, но по крайней мере 40% водопроводов в России не оборудовано соответствующим образом. В

результате более половины населения пьет водопроводную воду, не удовлетворяющую экологическим или/и санитарно-гигиеническим нормам. Нашу воду есть от чего очищать: с загрязненными стоками за год сбрасывается около 6 тыс. т нефтепродуктов, почти 600 тыс. т взвешенных веществ, около 3 тыс. т поверхностно-активных веществ, почти 10 тыс. т соединений меди, железа и цинка. В 2002 г. в водные объекты только со сточными водами поступило около 11,2 млн т загрязняющих веществ.

Пресную воду (во всяком случае, из поверхностных источников) привыкли считать воспроизводимым, возобновляемым ресурсом. Предполагается, что эксплуатация водных объектов не наносит им существенного ущерба, он не достигает критического уровня, за которым начинается их деградация. Но теперь каждому известны примеры гибели малых рек, зарастания озер, высокого загрязнения водных объектов всех видов, причем исключительно в результате их переэксплуатации и иных негативных антропогенных воздействий. Анализ и обобщение множества подобных фактов позволяют утверждать: у возобновляемости водных ресурсов есть свои и притом отнюдь не далекие пределы, она имеет место только тогда, когда нормально работают природные механизмы воспроизводства водных ресурсов. Однако, воздействуя на сами водные объекты и связанные с ними экосистемы и геологические структуры, человек разрушает эти механизмы.

Проблема почти повсеместного ухудшения качества пресной воды в мире обусловлена тем, что антропогенное воздействие на ее источники – водные объекты превышает их ассимиляционный потенциал. Истощение поверхностных водных источников обуславливается, прежде всего, косвенными воздействиями на них – через нарушения лесных экосистем, режима воспроизводства подземных вод, механическую обработку почвы в сельском хозяйстве и пр. Важнейшее значение имеет распространение производимых человеком возмущений по «гидроэкологическим цепочкам», например, осушение верховых болот неизбежно влечет оскудение питаемых ими рек, чрезмерный забор воды из подземных источников может привести к катастрофическим последствиям даже для крупных рек.

Все имеющиеся данные говорят о том, что важнейшее значение для возникновения водного дефицита имеет общее экологическое неблагополучие, которое сегодня характерно для большинства стран мира и биосферы в целом. Уничтожение лесов (а в настоящее время в мире сведено около 40% лесов), почти полная утрата луговых и степных экосистем и замена их агроценозами, опустынивание – все это факторы истощения водных источников, ухудшения качества воды.

Влияние экологически неблагополучных регионов на водные ресурсы отнюдь не ограничивается их собственной территорией, а далеко распространяется благодаря переносу загрязнений водотоками и по воздуху. Инерция движения многих стран, в том числе и России, такова, что «задел» для дальнейшего обострения водных проблем сформирован на два-три десятилетия вперед. Желание повысить уровень жизни за счет экстенсивных факторов приводит к расширению водопотребления, что влечет увеличение антропо-

погенной нагрузки на источники водных ресурсов. Они истощаются, качество воды в них ухудшается, дефицит растет. Это негативно сказывается на экономическом росте и благосостоянии. В итоге возможности решения проблемы уменьшаются, а желание повысить уровень жизни усиливается, в том числе и под влиянием все большей информированности о благосостоянии в развитых странах. Недостаток пресной воды и бедность тесно коррелируют и взаимно усиливают друг друга. Рыночные стимулы, однако, толкают к решениям, дающим краткосрочные и в лучшем случае среднесрочные результаты, способы достижения которых лишь обостряют проблему в долгосрочном аспекте.

Понимание природных механизмов воспроизводства водных ресурсов необходимо для правильного выбора стратегии преодоления вододефицита. Расширение ресурсной базы при сохранении используемых технологий – это экстенсивный путь развития, который в определенный момент неизбежно приводит к пределу роста. Такое столкновение крайне болезненно для развивающейся системы, поскольку означает неизбежность выхода из сложившегося режима воспроизводства, причем с ухудшением практически всех экономических характеристик. Весьма существенное препятствие для экстенсивного развития – очень высокая природная транспортная емкость воды в вододефицитных районах, т.е. затраты на доставку дополнительного количества воды из внешнего для данной водохозяйственной системы источника. Чтобы адекватно судить о масштабах потребностей, напомним, что для теплоэлектростанции мощностью 1 млн кВт необходимо более 1 км³ воды в год (для АЭС той же мощности – не менее 1,5 км³). Средний расход воды на производство 1 т стали – около 20 м³, 1 т бумаги – 200 м³, 1 т химволокна – более 4000 м³.

Однако возможен и другой путь – развитие преимущественно за счет интенсивных факторов, когда растет не общее потребление дефицитного ресурса, а эффективность его использования. Это полностью соответствует важнейшему направлению технического развития: везде, где возможно, следует замещать вещество информацией и, соответственно, перевозку вещества – передачей информации. Следует сокращать удельные затраты ресурсов на производство и повышать эффективность использования ресурсов.

Нетрудно сопоставить пути экстенсивного и интенсивного развития с точки зрения воспроизводства водных ресурсов – фактически, с экологических позиций. Экстенсивный путь, предполагающий непрерывное усиление воздействия на естественные источники, может оказаться для них угрожающим. Раньше, чем достигается предел роста в экономическом аспекте, может сказаться экологический предел разрушения. Примеров этому в истории немало – от оросительных систем, погубивших древние цивилизации Двуречья, до Аральской экологической катастрофы.

Экстенсивное развитие неадаптивно и очень инерционно: каждый шаг к увеличению объема потребляемого ресурса отвлекает от поиска способов повышения эффективности его использования и тем самым ориентирует на продолжение экстенсивного расширения. Только интенсивное водопользова-

ние позволит решить проблему вододефицита, обеспечит устойчивость водопотребления, гарантирует полноценное воспроизводство водных ресурсов. Имеется ли реальная техническая база для него? В настоящее время для каждой водопотребляющей отрасли известно тожество технологий, способствующих повышению эффективности водопользования и, более того, в совокупности позволяющих системно решать поставленный вопрос. Эти технологии базируются на автоматизации производственных процессов, на современной контрольно-измерительной аппаратуре и средствах регулирования, на использовании разнообразных химических веществ (сорбентов, коагулянтов, флокулянтов и прочих – для водоочистки и водоподготовки, полимерных материалов для систем подземного капельного орошения и т.д.), применении биологических методов. При этом также необходим технологически и экономически грамотный менеджмент. Россия исключительно богата водными ресурсами, и, коль скоро во всем мире говорят о дефиците воды, это возбуждает желание продавать ее, перераспределяя речной сток самым примитивным, зато привычным способом – рытьем каналов. Каждый шаг по этому пути означал бы закрепление сырьевой ориентации российской экономики, ее дальнейшее технологическое отставание, рост ее неустойчивости со всеми вытекающими отсюда последствиями. Россия должна выбрать путь интенсификации своей экономики, а для этого надо развивать не новые сырьевые отрасли взамен существующих, а ресурсосбережение. В полной мере это относится и к водопотреблению, поскольку его эффективность у нас совершенно недостаточна, состояние водных объектов в промышленно развитых регионах неудовлетворительно, жилищно-коммунальный сектор пребывает на уровне – в лучшем случае – пятидесятилетней давности (если судить по развитым странам), новые технологии водопотребления в сельском хозяйстве практически не внедряются. Тем самым определяется актуальность настоящего специального выпуска журнала «Партнеры и конкуренты», посвященного проблемам корректного управления водным фондом России. Реформа национальной системы технического регулирования должна стимулировать переход к прогрессивным технологиям водопользования и обеспечить соответствие водохозяйственной деятельности международным и национальным нормам ресурсосбережения [**ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, партнеры и конкуренты лабораториям № 2'2005 С 4-5**].

По запасам пресной воды Россия занимает первое место в мире.

Какими бы эпитетами мы не снабжали воду, ее значение в нашей жизни нельзя переоценить. Благодаря воде на Земле самой ранней стадии ее развития появилась живая природа, а эволюция дошла до Человека разумного. И сам Человек – выше достижение эволюции – на 70% состоит из воды

В современной жизни воды играет важнейшее значение, и для большинства стран проблема экологически чистой пресной воды является первоочередной. Для многих стран Африки и Ближнего Востока с водой складывается критическая ситуация. Положение усугубляется глобальным потеплением. Значительное снижение объема ледников вызывает массовый сход селе-

вых потоков и уменьшение стока горных рек, что особенно тревожно для Африки и стран Средней Азии. Последствия наступления пустынь для многих регионов катастрофично. С каждым годом вода все больше будет становиться стратегическим сырьем.

На гидростанциях вырабатывается около 17 % электроэнергии, а остальная часть получается от тепловых и атомных станций. Необходимо реализовать предложения по использованию бесплотинных безредукторных гидроагрегатов на реках, приливных ГЭС и использованию энергии морских течений.

Перспективным топливом является водород, но свободного водорода в атмосфере всего 0,001 %. Основная масса водорода находится в воде. обратному процессу получения водорода из воды природа противодействует всеми силами.

В промышленных объёмах водород можно получать тремя способами: электролизом, конверсией метана при температуре 900°C или пропуском паров воды над раскаленным углём при температуре 1000°C.

Все три способа энергоёмкие и требуют создания громоздких промышленных установок. Для большой энергетики в настоящее время водород в качестве топлива не годится.

Другое дело с автономными транспортными энергетическими установками, которые потребляют 5/6 энергии (автомобили, самолеты, тепловозы и др.). Наиболее перспективно внедрение водородно-кислородных ТЭ на автомобилях, где решаются две важные задачи: экономия бензина и создание экологически чистого двигателя.

Гибридные автомобили с бензиновым двигателем и ТЭ уже выпускаются мелкими сериями несколькими ведущими автомобильными фирмами. Предполагается, что в 2010 г. будут продаваться только гибридные автомобили.

Но все не так просто. Сейчас стоимость самой дешёвой водородной силовой установки 50 тыс. дол., но надо иметь заправочную станцию, а самое главное промышленное производство водорода неэкономично. Заправка водородом занимает 15-20 мин, пробег до 400 км без дозаправки, но и в этом отношении автомобиль с ТЭ уступает бензиновому двигателю.

Наиболее перспективными гибридами являются автомобили с двигателями внутреннего сгорания и электродвигателями, питаемыми от мощного аккумулятора. Такая установка позволяет рекуперировать энергию при торможении, а при разгоне электродвигатель помогает бензиновому двигателю. В опытных установках при эксплуатации их в городских условиях расход топлива составляет всего 5 л на 100 км пробега. Но если применять только электромобили, придется удвоить мощность существующих электростанций.

В ближайшем будущем на планете может сложиться ситуация, когда водород будет дороже золота.

Глобальное потепление истощает традиционные источники пресной воды, хотя океан и поднимается на несколько метров.

Вода не только источник жизни для живых организмов, но и источник получения энергии. Вода имела решающее значение в прошлой истории эволюции живой природы и в будущем ей будет принадлежать решающая роль в развитии цивилизации [**Энергетический кризис и проблема чистой воды Копылов И.П. журнал Электротехника №1/05 с 56-59**].

На августовском (2007 г.) саммите Шанхайской организации сотрудничества (ШОС) президент Узбекистана Ислам Каримов без видимого повода обрушился на «некоторые страны» региона, которые слишком увлекаются строительством ГЭС на трансграничных реках, и заявил о необходимости «разумного использования водно-энергетических ресурсов в регионе Центральной Азии, вызывающих сегодня различные и не однозначные подходы».

«Речь идет не вообще о водных ресурсах стран региона, а использовании ресурсов и водотоков только трансграничных рек, то есть тех рек, которые во все времена обеспечивали жизненно важные потребности государства, расположенных в их бассейне», – уточнил узбекский президент. Он предупредил, что в ближайшее время может усугубиться положение с обеспечением водой в низовьях Амударьи и Сырдарьи, усугубиться экологическая катастрофа высыхающего орала и станет не возможным проживание здесь десятков миллионов жителей Казахстана, Туркмении и Узбекистана.

И хотя узбекский президент прямо не назвал «некоторые страны», всем было ясно, что имеется в виду Таджикистан, вынашивающий амбициозные планы строительства целой серии ГЭС на реках Вахш и Пяндж, образующих при слиянии главную реку Центральной Азии – Амударью, и на реке Зеравшан – притоки Амударьи.

Суть дела в том, что по прогнозам многих экспертов, уже в ближайшие 20-25 лет проблема пресной воды станет глобальной и на смену нынешним войнам за углеводороды придут войны за воду.

Большинство водотоков, снабжающих пресной водой Израиль, берут начало на территориях, захваченных в ходе шестидневной войны 1967 года.

Проблема водопользования в верхнем течении Иртыша пока не приняла столь острую форму, как на Ближнем Востоке или в Кашмире, но так же осложняет отношения между странами-соседями. Исток Иртыша расположен на территории Китая, затем река течет по территории Казахстана и России. В конце 90-х годов власти Китая объявили о планах строительства канала в верховьях Иртыша для орошения испытывающих острую нехватку воды земель в Синьцзян-Уйгурском автономном районе. Казахские ученые быстро подсчитали, что после отвода вод на нужды орошения к 2020 году русло Иртыша на всей территории Казахстана и вплоть до Омска, где в него впадает река Омь, может превратиться в цепь болот и стоячих озер. А это будет иметь катастрофические последствия для экономики и экологии не только Казахстана, но и российских областей Западной Сибири.

Среди потенциально опасных регионов особо выделяется район Нила. Экономика Египта почти полностью зависит от нильской воды, а 95% всего водотока приходит из других стран региона.

5.2. Загрязнение природных вод

Под загрязнением водоемов понимается снижение их биосферных функций и экономического значения в результате поступления в них вредных веществ.

Одним из основных загрязнителей воды является нефть и нефтепродукты. Нефть может попадать в воду в результате естественных ее выходов в районах залегания. Но основные источники загрязнения связаны с человеческой деятельностью: нефтедобычей, транспортировкой, переработкой и использованием нефти в качестве топлива и промышленного сырья.

Среди продуктов промышленного производства особое место по своему отрицательному воздействию на водную среду и живые организмы занимают токсичные синтетические вещества. Они находят все более широкое применение в промышленности, на транспорте, в коммунально-бытовом хозяйстве. Концентрация этих соединений в сточных водах, как правило, составляет 5-15 мг/л при ПДК – 0,1 мг/л. Эти вещества могут образовывать в водоёмах слой пены, особенно хорошо заметный на порогах, перекатах, шлюзах. Способность к пенообразованию у этих веществ появляется уже при концентрации 1-2 мг/л.

Из других загрязнителей необходимо назвать металлы (например, ртуть, свинец, цинк, медь, хром, олово, марганец), радиоактивные элементы, ядохимикаты, поступающие с сельскохозяйственных полей, и стоки животноводческих ферм. Небольшую опасность для водной среды из металлов представляют ртуть, свинец и их соединения.

Расширенное производство (без очистных сооружений) и применение ядохимикатов на полях приводят к сильному загрязнению водоемов вредными соединениями. Загрязнение водной среды происходит в результате прямого внесения ядохимикатов при обработке водоемов для борьбы с вредителями, поступления в водоемы воды, стекающей с поверхности обработанных сельскохозяйственных угодий, при сбросе в водоемы отходов предприятий-производителей, а также в результате потерь при транспортировке, хранении и частично с атмосферными осадками.

Наряду с ядохимикатами сельскохозяйственные стоки содержат значительное количество остатков удобрений (азота, фосфора, калия), вносимых на поля. Кроме того, большие количества органических соединений азота и фосфора попадают со стоками от животноводческих ферм, а также с канализационными стоками. Повышение концентрации питательных веществ в почве приводит к нарушению биологического равновесия в водоеме.

Вначале в таком водоеме резко увеличивается количество микроскопических водорослей. С увеличением кормовой базы возрастает количество ракообразных, рыб и других водных организмов. Затем происходит отмирание огромного количества организмов. Оно приводит к расходованию всех запасов кислорода, содержащегося в воде, и накоплению сероводорода. Обстановка в водоеме меняется настолько, что он становится непригодным для существования любых форм организмов. Водоем постепенно «умирает» .

Одним из видов загрязнения водоемов является **тепловое** загрязнение. Электростанции, промышленные предприятия часто сбрасывают подогретую воду в водоем. Это приводит к повышению в нем температуры воды. С повышением температуры в водоеме уменьшается количество кислорода, увеличивается токсичность загрязняющих воду примесей, нарушается биологическое равновесие.

В загрязненной воде с повышением температуры начинают бурно размножаться болезнетворные микроорганизмы и вирусы. Попав в питьевую воду, они могут вызвать вспышки различных заболеваний.

В ряде регионов важным источником пресной воды являлись подземные воды. Раньше они считались наиболее чистыми. Но в настоящее время в результате хозяйственной деятельности человека многие источники подземной воды также подвергаются загрязнению. Нередко это загрязнение настолько велико, что вода из них стала непригодной для питья.

Человечество потребляет на свои нужды огромное количество пресной воды. Основными ее потребителями являются промышленность и сельское хозяйство. Наиболее водоемкие отрасли промышленности – горнодобывающая, сталелитейная, химическая, нефтехимическая, целлюлозно-бумажная и пищевая. На них уходит до 70% всей воды, затрачиваемой в промышленности. Главный же потребитель пресной воды – сельское хозяйство: на его нужды уходит 60-80% всей пресной воды.

В современных условиях сильно увеличиваются потребности человека в воде на коммунально-бытовые нужды. Объем потребляемой воды для этих целей зависит от региона и уровня жизни, составлял от 3 до 700 л на одного человека, в Москве, например, на каждого жителя приходится около 650 л, что является одним из самых высоких показателей в мире.

Из анализа водопользования за 5-6 прошедших десятилетий вытекает, что ежегодный прирост безвозвратного водопотребления, при котором использованная вода безвозвратно теряется для природы, составляет 4-5%. Перспективные расчеты показывают, что при сохранении таких темпов потребления и с учетом прироста населения и объемов производства к 2100 г. человечество может исчерпать все запасы пресной воды.

Уже в настоящее время недостаток пресной воды испытывают не только территории, которые природа обделила водными ресурсами, но и многие регионы, еще недавно считавшиеся благополучными в этом отношении. В настоящее время потребность в пресной воде не удовлетворяется у 20% городского и 75% сельского населения планеты.

Вмешательство человека в природные процессы затронуло даже крупные реки (такие, как Волга, Дон, Днепр), изменив в сторону уменьшения объемы переносимых водных масс (сток рек). Используемая в сельском хозяйстве вода по большей части расходуется на испарение и образование растительной биомассы и, следовательно, не возвращается в реки. Уже сейчас в наиболее обжитых районах страны сток рек сократился на 8% , а у таких рек, как Дон, Терек, Урал – на 11-20%. Весьма драматична судьба Аральского

моря, по сути, прекратившего существование из-за чрезмерного забора вод рек Сырдарьи и Амударьи на орошение.

Ограниченные запасы пресной воды еще больше сокращаются из-за их загрязнения. Главную опасность представляют сточные воды (промышленные, сельскохозяйственные и бытовые), поскольку значительная часть использованной воды возвращается в водные бассейны в виде сточных вод.

Экологические последствия техногенного воздействия на окружающую среду водных и морских акваторий выбросами промышленных предприятий, выводом из культурного землепользования почвенного покрова и ценных природных ландшафтов, других водных и лесных ресурсов, уменьшением числа полезных животных, рыб, растений и т.д.

Ежегодно в Мировой океан сбрасывается около 10 млн. т нефти. Тончайшая пленка нефти на поверхности воды уменьшает испарение с этих участков на 60%. Тонна нефти может загрязнить около 12 квадратных километров поверхности океана, а 100 г нефти или нефтепродуктов, попадая в воду, делают 8 тыс. л чистой воды непригодной для употребления.

Наблюдаемое увеличение в атмосфере содержания углекислого газа, который поступает с выхлопными газами автомобилей, с дымовыми газами тепловых станций и горно-металлургических предприятий, от факелов нефтехимических и нефтеперерабатывающих заводов и др. предприятий, может привести к глобальной катастрофе: накопление углекислого газа в атмосфере вызывает «парниковый» эффект, связанный с уменьшением рассеяния и отражения солнечного света и, как следствие, приводящий к нагреву атмосферы со всеми вытекающими последствиями – таянием ледников, повышением уровня Мирового океана, затоплением земель.

При попадании углеводородов в воду, часть их испаряется, часть растворяется, образует эмульсии, усваивается живыми организмами, частично выпадает в осадок. При этом воздействие на окружающую среду может заключаться в отравлении с летальным исходом, в обволакивании живых организмов нефтепродуктами, болезненных изменениях вследствие попадания нефтепродуктов во внутрь, в биологических изменениях среды обитания, становящейся невозможной для выживания. Только за последние 40 лет в результате загрязнения количество биологических видов в мировом океане сократилось на 20 тыс. При концентрациях нефти, которые встречаются во многих гаванях и закрытых участках моря, большинство видов микроскопических водорослей пребывает в угнетенном состоянии или погибает. В настоящее время 40% речного стока вод идет на потребление и в скором времени ресурсы чистых пресных вод могут оказаться исчерпанными. В среднем 1 м³ недостаточно очищенных сточных вод промышленного производства делает непригодными к использованию 10–50 м³ воды поверхностных источников. Если же сбрасывать образующиеся сточные воды в водоемы, то практически весь наземный и подземный речной сток окажется загрязненным.

Важно отметить, что природные экосистемы не подготовлены к переработке и биохимическому разложению поступающих в огромных коли-

чествах веществ техногенного происхождения. Большая часть загрязнений внутренних водоемов и суш рано или поздно оказывается во внутренних морях или Мировом океане. Загрязнение океанских вод привело к тому, что за последние десятилетия в океане навсегда исчезло около тысячи видов морских животных, резко сократились запасы ценных видов промысловых рыб, ракообразных и моллюсков. Серьезнейшей проблемой является возможность потери океаном своей стабилизирующей роли в поддержании и равновесии современного состава атмосферного воздуха вследствие угнетения флоры Мирового океана, на долю которой приходится 80% реакций фотосинтеза, осуществляющегося на планете, более 50% годового производства кислорода, около 90% поглощения образующегося углекислого газа.

Загрязнение окружающей среды свойственно для всех этапов освоения нефтяных и газовых месторождений и обусловлено, в основном, использованием устаревших технологий и техники, несоблюдением технологических режимов, недостаточной экологической культурой производств. Нефть и продукты ее переработки превратились в самое распространенное загрязняющее вещество.

При разработке нефтяных и газовых месторождений основную опасность для водного бассейна представляют разливы нефти и нефтепродуктов разного состава, пластовых вод и буровых растворов, буферных жидкостей, химических реагентов. Источниками техногенного воздействия при этом являются: нефтяные или газовые скважины, земляные эмбары, циркуляционные системы жидкостей в транспортные магистрали. Причинами воздействия могут быть аварийные выбросы пластовой жидкости, низкая герметичность оборудования, плохой цементаж, сброс неочищенных сточных вод, прорывы и переполнение амбаров. К основным группам загрязнителей на этом этапе работ относятся: промывочные жидкости, буровые шламы, утяжелители, реагенты воздействия на пласт, пластовая жидкость, нефтепродукты, цементы, буровые растворы и др. В процессе строительства скважин качество поверхностных, почвенных и подземных вод ухудшается, в основном, из-за использования в составе буровых растворов токсичных реагентов, содержание которых в сбрасываемых водах превышает все нормативы.

В ходе эксплуатации месторождений опасность загрязнения водных источников возникает при добыче и транспортировке нефти, закачке воды для поддержания пластового давления, при сборе и первичной подготовке сырой нефти и Тазового конденсата на промыслах, сепарации попутных газов. Источниками загрязнения могут явиться отстойники, кустовые насосные станции, добывающие и нагнетательные скважины, трубопроводы, нефтяные резервуары, продувочные свечи и конденсатосборники на низких участках трасс газопроводов. Причинами воздействия являются коррозия оборудования, плохая герметичность, разрушение трубопроводов. Основными загрязнителями при этом являются: нефть при аварийных выбросах и потерях при транспортировке, сточные воды различной степени минерализации, поверхностно-активные соединения, ингибиторы коррозии, газовый конденсат, се-

ководород, различные соли. Основные потоки сточных вод, образующих производственные загрязненные воды при добыче газа представляют собой конденсационно-пластовые сточные воды, выделяющиеся в первичных сепараторах, рефлюксные воды с установок регенерации раствора гликоля, подтоварные воды из резервуарных парков.

Особое место занимает проблема нефтяных разливов, в результате которых большое количество нефти попадает в воду. В РФ существует неутешительная тенденция увеличения аварийности из-за изношенного оборудования, коррозии трубопроводных систем. По данным Международного социально-экологического союза, размеры утечек нефти на различных предприятиях могут колебаться от 1,5 до 11% от объемов годовой добычи. При условии, что в РФ добывается в последние годы около 300 млн. т нефти в год, размеры утечек, по всей видимости, составляют не менее 4,5 млн. т, что соответствует годовой добыче среднего производственного объединения.

На территориях среднего нефтепромысла площадь нарушенных земель достигает 20-22% в границах горного отвода, из них 2-3%, а порой до 10% загрязнены нефтью и подтоварными пластовыми водами. Содержание нефтепродуктов в почве достигает 4 т/га, составляя в среднем 1,8 т/га. На всех месторождениях имеются некультивированные шламовые амбары. Значительное количество нефти и нефтепродуктов поступает в открытые водоемы в результате сброса в них неочищенных I или недостаточно очищенных сточных вод.

В настоящее время на предприятиях нефтегазового комплекса накоплено более 7 млн. т нефтешламов, которые образуются при очистке сточных вод, в системе оборотного водоснабжения, во время ремонта оборудования, а также при чистке резервуаров. Нефтяные шламы по составу чрезвычайно разнообразны и представляют собой сложные системы, состоящие из нефтепродуктов, воды и минеральной части (песок, глина, ил и т.д.), соотношение которых колеблется в очень широких пределах.

Состав шламов может существенно различаться, т.к. зависит от типа перерабатываемого сырья, схем переработки, оборудования, реагентов, используемых в процессах очистки сточных вод. В основном, шламы представляют собой тяжелые нефтяные остатки, содержащие в среднем 10-56% нефтепродуктов, 30-85% воды, 13-46% твердых примесей. В состав шламов нефтепереработки входят многие токсичные и канцерогенные элементы, которые практически никогда не учитываются при определении класса опасности таких отходов. К ним можно отнести ионы тяжелых металлов, полиароматические соединения, сернистые соединения, легкие и ароматические фракции, циклические углеводороды, минеральные и органические соли, поверхностно-активные вещества.

Проблема переработки амбаров нефтешламов до сих пор полностью не решена, что связано с их высокой устойчивостью, особенностями состава и свойств, постоянно изменяющихся под воздействием атмосферы при хранении в открытых амбарах-накопителях.

Основное влияние нефти и нефтепродуктов на почвенно-растительный покров сводится к снижению биологической продуктивности почвы и фитомассы растительного покрова. При разливе нефти в количестве 12 л/м² фитомасса наземной, части растений через 3 года уменьшилась на 74%, а при разливе 25 л/м² – на 90% за один год. Период самовосстановления растительного покрова после загрязнения почвы нефтью для северных условий составляет от 10 до 15 лет. При обследовании места нефтяного загрязнения через несколько лет после аварии трубопровода *н* нефть обнаруживали на глубине более 1 м.

Негативное воздействие на окружающую среду газовой промышленности связано, прежде всего, с заметным парниковым эффектом природного газа, потери которого возможны на протяжении всей его технологической цепочки. Согласно данными РАО «Газпром», эти потери в течение последних лет составили около 1% от объема добытого газа. За последние 15-20 лет эксплуатации газопроводов наблюдается устойчивая тенденция повышения числа аварий на действующих транспортных магистралях РФ. Этому способствуют низкое качество труб отечественного производства и «строительно-монтажных работ, нарушения правил эксплуатации трубопроводов и особенно коррозия и эрозия стали. Уже сегодня 10 тыс. км магистральных газопроводов нуждается в ремонте и реконструкции, т.к. они устарели морально и физически (25% газопроводов работают более 20 лет, а 5% перешагнули нормативный рубеж – 33» года).

Аварийные разрывы газопроводов причиняют большой экологический ущерб. В случае аварийных разрывов соединительных газо- и конденсаторов с установок комплексной подготовки газа на газоперерабатывающие заводы сероводородсодержащих месторождений экологические последствия могут быть еще более серьезными.

При эксплуатации линейной части магистральных газопроводов объект может явиться источником загрязнения атмосферы газообразными компонентами природного газа, попадающими в атмосферу вследствие утечек через неплотности в запорной арматуре, свищи, при продувках газопроводов в атмосферу, а также из-за аварий и нарушений правил технической эксплуатации газопроводов. Наличие в теле трубопровода или запорной арматуры даже небольшой неплотности в размере 1 мм приводит к утечкам газа (при давлении 5 МПа) на уровне 850-900 кг/сутки.

Источниками загрязнения водных источников в результате работы магистральных газопроводов являются жидкости, продуваемые как продукты загрязнения из трубопроводов. Основным источником загрязнения может являться, например, загрязненная газоконденсатом, маслом и фенолами среднеминерализованная вода. Такая вода обычно сбрасывается в открытые земляные резервуары, загрязняя при этом поверхностные водные источники. Наиболее экологически опасными среди веществ, попадающих в гидросферу в результате продувок газопроводов, являются метанол, диэтиленгликоль, углеводородный конденсат.

Общий сброс сточных вод газовой отраслью составляет 50 млн. м³, при этом сброс загрязненных сточных вод достигает 5 млн. м³.

В процессе бурения газовых скважин, возможно возникновение неуправляемых фонтанов. Неуправляемый фонтанный выброс газа может достигать 3,5 млн. м³ газа в сутки. Как правило, фонтанные выбросы газа самовозгораются. Они представляют существенную опасность для окружающей среды из-за значительного выброса вредных веществ и продуктов сгорания в атмосферу.

В заключение следует отметить, что Россия – это гигантская страна, задвинутая в холодный северо-восточный угол Евразии. Две трети ее территории расположены в суровом районе, называемом Север. Сейчас там проживает около 8 млн. человек. На этой территории России сохранились огромные массивы естественных, преимущественно лесных экосистем. Именно в этом огромная ценность территории Севера. Это самый крупный в мире сохранившийся массив естественных экосистем, оценить стоимость которого невозможно, так как это фундамент жизни. Поэтому важнейшей экологической проблемой является его сохранение [Х.-Г. Ибрагимов **Промышленные загрязнения окружающей среды. Источники и их роль Экологические последствия техногенного воздействия на окружающую среду // Известия академии промышленной экологии №3 2005**].

Не секрет, что проблема пресной воды сегодня остра, как никогда. по оценкам ООН, запасы питьевой воды в мире год от года сокращаются, а в Мировой океан ежегодно попадают миллионы тонн нефти, не говоря уже об отходах.

Употребление непригодной для питья воды – причина почти 10% всех заболеваний в мире и 6% всех смертей, отмечается в обнародованном в июне очередном аналитическом докладе ВОЗ. Главными жертвами оказываются дети у детей до 14 лет эта причина вызывает 22% заболеваний, а вот хорошая, качественная йода оценкам экспертов, способствует продлению жизни, по меньшей мере, на 5 – 7 лет. Особое внимание в докладе обращено на огромную разницу в этой сфере между развитыми и беднейшими странами: в развитых странах смертность от некачественной воды не выше 1%, а развивающихся – в среднем 10% (наивысший показатель в Анголе – 24%). «Использование в беднейших странах непригодной для питья воды стало основной причиной распространения эпидемий малярии, лихорадки денге, многих желудочно-кишечных заболеваний в 35 странах, наиболее страдающих от использования непригодной для питья воды, заболеваемостью можно снизить на 15%, просто-напросто следуя элементарным правилам гигиены и санитарии», – говорится в докладе. Впрочем, изложенные в докладе рецепты» решения проблемы сходятся к традиционным рекомендациям правительствам развивающихся стран не скупиться на затраты ради очистки воды. По оценкам экспертов ВОЗ, «каждый вложенный в очистку воды доллар позволит сэкономить до 8 долл. на медицинское обслуживание и принесет дополнительную прибыль за счет повышения производительности труда».

Как выяснилось в результате ряда опросов, большинство населения в большинстве стран мира уже давно экономит воду. Так, 82% респондентов из Японии признали, что стремятся использовать в хозяйстве как можно меньше воды, в Китае таких людей – 75% (из числа опрошенных), в США – 74%, в Индии – 59%, а вот в России – только 35%.

Между тем положение с питьевой водой в стране вообще выглядит тревожным: в водоемы ежегодно сбрасывают до 56 млрд м³ неочищенных или недостаточно очищенных стоков, в результате чего почти половина источников централизованного водоснабжения (осуществляемого в большинстве регионов страны из открытых водоемов), как оказалось, не соответствует санитарным нормам.

Как заявил Президент РФ на июньском совещании в Кремле по вопросам экологии, приуроченном к Всемирному дню охраны окружающей среды, 40 млн наших сограждан проживают в неблагоприятной природной среде, иными словами, живут там, где жить небезопасно. Но, похоже, еще больше людей в нашей стране в качестве питьевой воды получают жидкость, которую пить не стоит.

По заключению экспертов Ростехнадзора, от 35 до 60% используемой питьевой воды в России не соответствует санитарным нормам, не отвечает нормативным требованиям состояние около 40% поверхностных и почти 20% подземных источников питьевого водоснабжения. Это прежде всего связано с серьезным загрязнением бассейнов почти всех рек и озер Европейской части страны и большинства крупных рек Сибири.

Как отмечается в недавно обнародованном заключении Ростехнадзора, основное отрицательное влияние на водоемы оказывают хозяйствующие субъекты, особенно промышленные предприятия, объекты ТЭК, предприятия жилищно-коммунального хозяйства и агропромышленного сектора.

Видимо, в связи с этим бывший председатель Комитета Госдумы по экологии и нынешний председатель Общественного совета Ростехнадзора В.А. Грачев считает необходимым безотлагательно передать Ростехнадзору некоторые полномочия по исполнению будущей государственной экологической программы «Чистая вода». Он считает необходимым включить представителей Ростехнадзора (недавно вошедшего в состав Минприроды) в рабочую группу по реализации этой жизненно важной для России программы. Кроме того, общественный совет при Ростехнадзоре призвал Министерство регионального развития всемерно способствовать распространению положительного опыта природоохранной работы во всех регионах России.

Сегодня, по мнению экспертов Ростехнадзора, лидером водоснабжения и водоотведения в стране можно считать Государственное унитарное предприятие «Водоканал Санкт-Петербурга». Столь высокая оценка во многом связана с применяемыми здесь передовыми для России и привычными для большинства развитых стран технологическими решениями: обеззараживанием воды ультрафиолетовым излучением, переходом на гипохлорит натрия взамен традиционно используемого жидкого хлора, уничтожением илового осадка (сжигаемого в специальных печах), оснащением

водозаборных сооружений системами биомониторинга, извлечением органических загрязнителей из сточных вод, а главное – непрерывным контролем качества воды.

Главный санитарный врач РФ Г. Г. Онищенко в июне этого года подписал очередной приказ об усилении контроля над радиационной безопасностью питьевой воды, пришедший на смену утратившему силу прежнему приказу, действовавшему с июня 2007 г. Как следует из текста документа, территориальным управлениям Роспотребнадзора по субъектам РФ и на железнодорожном транспорте поручено резко усилить контроль содержания радионуклидов в питьевой воде, а также оценить дозы облучения групп населения, вынужденных пить воду с наихудшими «радиационными» показателями в каждом из регионов.

По словам представителей ведомства, новый документ связан не с какими-то чрезвычайными событиями, а с тем, что задачи, поставленные в прошлогоднем приказе, успешно выполнены.

Просто речь идет о постоянно ужесточающемся контроле радиационной безопасности воды, необходимом хотя бы по той причине, что в недрах Земли немало пород, содержащих радионуклиды. Вымывая эти породы, вода «впитывает» и радионуклиды, прежде всего радон и радий, которые, таким образом, вместе с водой могут попасть в организм человека и накапливаться.

Обеспечить радиационную безопасность питьевой воды – важнейшая задача тех организаций, которые поставляют питьевую воду населению, а Роспотребнадзор обязан контролировать исполнение всех необходимых для этого мер как основной надзорный орган.

Для питьевого водоснабжения в стране используют два типа природных источников: поверхностные (реки, озера, водохранилища) и подземные (грунтовые, подрусловые, артезианские воды, а также воды, просачивающиеся сквозь трещины в кристаллических массивах и т. д.). С учетом этого широкого спектра источников концентрация радионуклидов в природных водах меняется очень сильно в зависимости от местоположения источника, состава окружающих пород, локальных и региональных особенностей их геологического строения, рельефа, типа вод, климатических условий и т. п. Наиболее высокое содержание природных радионуклидов отмечается в подземных водах, а вот в поверхностных водах их обычно немного.

К счастью, 75% квартир в населенных пунктах страны обеспечиваются водопроводной водой из поверхностных источников, так что радиоактивная водопроводная вода угрожает «лишь» четверти нашего населения. И хотя, по данным Научного комитета ООН по действию атомной радиации, вклад питьевой воды в суммарную дозу облучения населения

за исключением некоторых районов в обычных условиях незначителен, не стоит упускать из виду то обстоятельство, что содержание природных радионуклидов в водопроводной воде в некоторых случаях растет многократно. Например, это может иметь место в результате сбросов и выбросов производственных предприятий (прежде всего горнодобывающей и перера-

батывающей промышленности, цветной металлургии, угольной промышленности, предприятий по производству керамических изделий, минеральных удобрений и некоторых других). Ну и, конечно, еще сильнее может повышаться содержание в системах водоснабжения искусственных радионуклидов, скажем, при радиационных авариях, а также от сбросов и выбросов предприятий атомной энергетики или промышленности.

В настоящее время почти в 20 регионах страны из кранов течет вода, содержащая радионуклиды в небезобидном количестве. Больше всего их в районах, известных своими радоновыми источниками и лечебницами. Это в первую очередь Республика Алтай, Еврейская автономная область и ряд районов Ставропольского края, которые оказываются своеобразными зонами повышенного радиационного риска.

Но и остальным трем четвертям жителей страны не позавидуешь: во многих регионах в жидкости текущей из кранов, кишат опасные бактерии и представлена почти вся Таблица Менделеева. Водопроводную воду почти во всех регионах страны уже давно пить не рекомендуется. В частности, во многих из них ее обеззараживание до сих пор производится с помощью хлора, хотя ученые уже давно признали это опасным для здоровья, и все больше стран отказываются от хлорирования водопроводной воды.

Употребление во время беременности воды, дезинфицированной с помощью хлора, может привести к рождению детей с тяжелейшими врожденными дефектами, в частности, с пороками сердца и мозга, утверждает группа исследователей под руководством Юни Яаккола из Университета Бирмингема (Великобритания) в статье, опубликованной в майском номере журнала «Environmental Health».

Авторы проанализировали данные о 400 тыс. младенцев, родившихся на Тайване. Ученые рассчитывали выяснить, как связаны 11 наиболее распространенных врожденных дефектов с содержанием химических веществ, появляющихся при хлорировании питьевой воды.

Хлорирование – широко распространенный метод обеззараживания, который в свое время стал революцией в санитарии и привел к значительному сокращению передающихся с питьевой водой инфекций. Однако многочисленные исследования последних лет все отчетливее показывают, что при хлорировании в воде появляются побочные продукты, которые увеличивают риск различных патологий, в частности, врожденных дефектов. Среди таких небезопасных соединений – тригало(ген)метаны. в том числе бромформ (трибромметан). хлороформ (трихлорметан), дихлор-бромметан. дибром-хлорметан и др., образующиеся при взаимодействии соединений хлора с органическими веществами.

В настоящее время предельно допустимые концентрации для подобных побочных продуктов хлорирования в развитых странах установлены на уровне 0,06 – 0,2 мг/л.

Оценки авторов показали, что высокое содержание побочных продуктов хлорирования значительно увеличивает риск появления трех врожденных пороков: дефекта перегородки между двумя желудочками сердца (отверстие

в перегородке ведет к смешиванию артериальной и венозной крови и недостаточному снабжению крови кислородом), печально известной «волчьей пасти» (расщелина в нёбе) и анэнцефалии (частичное или даже полное отсутствие костей свода черепами тканей мозга).

Установлено, что при концентрации хотя бы одного из побочных продуктов хлорирования, относящегося к тригалометанам, на уровне более 20 мкг/л риск появления этих врожденных пороков увеличивается в 1,5 – 2 раза (по сравнению с уровнем ниже 5 мкг/л).

Биологические механизмы, которые приводят к появлению врожденных пороков при высоком уровне побочных продуктов хлорирования, пока остаются неизвестными. Однако результаты недавнего исследования подтвердили, что употребление хлорированной питьевой воды может привести к врожденным дефектам новорожденных, и в очередной раз заставили усомниться в безопасности основного метода обеззараживания питьевой воды в нашей стране.

В Мосгордуме недавно прошли слушания в связи с подготовкой государственной программы «Чистая вода». Заместитель генерального директора ГУП «Мосводоканал» Татьяна Савченко уверяла участников слушаний: «За последние 20 лет качество воды в России значительно ухудшилось, а в Москве вода из крана пока соответствует всем санитарным нормам». Она сообщила, что в столице уже несколько лет испытывают методы очистки питьевой воды с применением ультрафиолета и озона, и обещала, что если они оправдают себя, хлорка уйдет в прошлое.

Впрочем, другие эксперты отмечали, что само соответствие СанПиНам обманчиво, ибо и нормы уже давно нуждаются в обновлении. По существующим нормам оцениваются количество бактерий, цвет и запах, наличие микроэлементов, но в них нет ПДК по ряду токсических веществ. По этим показателям воду вообще не проверяют, и, стало быть, никто не знает, насколько она пригодна для питья. В частности, нельзя исключить, что рост бесплодия в последние годы вызван в том числе и потреблением такой питьевой воды, поэтому нужно ужесточать требования к качеству водопроводной воды. Но депутаты сочли, что пока не отработаны новые правила, менять водопроводную воду на ту, что в бутылках, в столице не стоит. Дело в том, что, по некоторым данным, до 80% воды в бутылках не соответствует параметрам, обещанным на этикетке, и это представляет не меньшую угрозу, чем небезопасная для здоровья водопроводная вода.

Увы, на реализацию нововведений средств, как водится, не хватает. По словам председателя бюджетно-финансовой комиссии Мосгордумы Игоря Антонова, на восстановление «водной» инфраструктуры в стране Правительство РФ готово выделить 1 млрд руб. при потребности в 5 трлн (т. е. в 5 тыс. раз больше). В Москве же в этом году только на совершенствование водоподготовки и модернизацию водопровода выделено 16 млрд руб. Чтобы программу повышения качества водопроводной воды в Москве начали осуществлять на средства городского бюджета уже в 2009-2011 гг., ее надо разработать до конца третьего квартала (впрочем, принятое Правительством

Москвы еще в 2006 г. постановление «О развитии систем водоснабжения и канализации на период до 2020 г.» могло бы составить ее основу).

На слушаниях предложили включить в программу и немало конкретных пунктов, в частности, гарантии сохранности водных объектов и экосистем, обновление технического регламента на реконструкцию очистных сооружений, подготовка специалистов и даже очистка воды в зонах отдыха.

А Госдума РФ в июне приняла поправки в Водный кодекс РФ и ряд других законодательных актов, которые, как заявила председатель Комитета ГД по природным ресурсам, природопользованию и экологии Наталья Комарова, затрагивают интересы каждого жителя страны. Поправки предусматривают, в частности, запрет сброса любых сточных вод в границах первого пояса зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения (во втором и третьем поясах запрещён сброс сточных вод, не очищенных до установленных санитарных требований). Кроме того, резко ужесточается ответственность за превышение разрешенного объема водозабора.

Снабдить качественной питьевой водой жителей городов и сельских поселений планируется не только за счет прокладки новых водопроводов, но и благодаря строительству локальных водопроводных станций, рассчитанных на один или несколько поселков и расположенных вблизи наиболее безопасных местных источников.

Только где же найти эти «безопасные местные источники»?

Вот, например, как обстоят дела с природными родниками в Москве. Город тратит немало сил и средств на восстановление родников. По данным Департамента природопользования и охраны окружающей среды, в этом году благоустроят 18 родников, в том числе в парках «Воробьевы горы», «Москворецкий», «Теплый Стан» и «Царицыно». Но, как предупреждают специалисты, речь идет именно о благоустройстве, а вовсе не об очистке воды: окрестности каждого родника облагораживают – посадят деревья и кустарники, разобьют газоны, установят урны, скамейки, беседки и информационные щиты с надписями «Воду пить строго запрещено!».

Ныне на территории столицы насчитывается с полсотни родников. Из них около 2/3 ежегодно проверяет Управление Роспотребнадзора по Москве. Остальные не проверяет никто (как раз за них и собираются взяться в этом году), но и к ним ежедневно устремляются горожане с ведрами, канистрами и бидонами. Некоторые из этих родников даже числятся «освященными», вот только на качестве воды это не отражается. В ней присутствует почти вся Таблица Менделеева, а кроме того ряд довольно опасных бактерий и остатки нефтепродуктов. Для специалистов это не удивительно: все московские родники – «верховодки», т. е. в них легко попадают дождевая вода, снег, канализационные выбросы. А ведь воду из родников часто пьют сырой, используют для готовки и заварки чая, прикладывают смоченные родниковой водой тампоны ко всякого рода болячкам, моют голову и т. д.

Откуда в согражданах такая тяга к родниковой водичке, понятно. В фольклоре она издавна считалась целебной, «живой». В сказках она превращала простых смертных в богатырей, а подчас и оживляла мертвых. Вот и

верят до сих пор люди, что родниковая вода лучше городской водопроводной. И никакие предостережения не действуют – жители просто уничтожают щиты с предупреждениями «Воду пить запрещено!». Между тем безопасных родников в столице уже не осталось (исключение – родник «Царевна Лебедь» в лесопарке «Покровское-Стрешнево» на северо-западе города, воду которого по результатам анализов признали пригодной для питья).

Что же делать с родниками, превратившимися в небезопасное увлечение горожан? Нельзя ли очистить их воду? Как объясняют в Департаменте природопользования и охраны окружающей среды, это непросто, да и положительный результат не гарантирован. Ведь почти все родники питаются из неизвестных источников. Кроме того, даже при очищенном истоке вода может загрязниться «по дороге». Конечно, родниковая вода пользовалась популярностью и 50 лет назад, но тогда почти все родники находились в пригородах, и вредное воздействие на них было гораздо слабее, чем ныне.

Забрать все родники в трубы, чтобы предотвратить доступ к ним жителей, специалисты также не считают верным решением. Во-первых, всегда найдутся другие родники, которые могут оказаться грязнее прежних, а во-вторых, это погубит любимые многими природные ландшафты. А что, если просто гулять возле родников и любоваться ими, как давно уже делают во многих городах мира?! По данным главного государственного санитарного врача по Москве Н.Н. Филатова, заболеваний, вызванных родниковой Мной, или отравлений ею в столице еще не было. Впрочем, на мнение специалистов о ее качестве это не влияет. Пить или не пить – каждый решает сам. Однако если в воде окажется кое-что из канализационных стоков, снять придется только на себя... По данным Управления Роспотребнадзора по Москве, химические и бактериологические показатели родниковой воды могут сильно меняться. Не раз отмечались значительные превышения предельно допустимых значений по содержанию нитратов, окисляемости, мутности, жесткости. В воде всех родников Москвы присутствуют кишечные палочки и бактерии, вызывающие дизентерию, сальмонеллез и даже холеру.

Учитывая высокую ландшафтную ценность родников, столичные власти еще в 2000 г. придали им статус памятников природы, а затем для их большей сохранности утвердили границы земельных участков с родниками. Но все это ради красоты – вода от этого безопаснее не стала.

Москва не откажется от хлорирования питьевой воды в ближайшие 25 лет, заявил на майской пресс-конференции в РИА «Новости» генеральный директор МГУП «Мосводоканал» Станислав Храменков. Он уверен, что сам по себе хлор не опасен, опасными оказываются образующиеся при хлорировании воды промежуточные вещества (например, хлороформ). Кроме того, столица постепенно переходит на применение для хлорирования водопроводной воды вещества, по его словам, значительно более безопасного – электролитический гипохлорит натрия по своей обеззараживающей эффективности аналогичен жидкому хлору, но не токсичен при низких концентрациях.

«Воду хлорируют в большинстве крупных городов мира хотя бы потому, что почти все мегаполисы получают воду из поверхностных источников, чаще всего рек. Только там, где для водоснабжения используются подземные источники, можно говорить об отказе от хлорирования», – считает Храменков. Он отметил, что в Москве в последние годы не только повышается качество водопроводной воды, но и сокращается ее потребление. По его данным, сегодня столица потребляет воды столько же, сколько и в 1972 г., хотя за эти годы ее население и площадь выросли в несколько раз.

Дела с водоснабжением в разных странах, конечно же, обстоят по-разному, хотя, скажем, в большинстве европейских городов в последние годы водопроводная вода приобрела довольно высокое качество. А вот, по мнению городских властей Венеции, водопроводная вода в этом городе на воде столь чиста, что, как сообщает ИА «Reuters», уже этим летом жителям и туристам позволят (и даже будут рекомендовать) пить воду прямо из фонтанов.

Власти надеются таким образом сократить потребление бутилированной воды, прежде всего с тем, чтобы уменьшить количество выбрасываемой в городе пластиковой тары. Туристам, которые приедут в Венецию, уже на вокзале или в аэропорту будут вручать бутылки из-под минералки с надписью: «Не выбрасывай меня, а используй вновь и вновь». Вместе с бутылкой турист получит карту города, на которой обозначены 122 фонтана, вода в которых пригодна для питья.

В Италии Венецию решили использовать в качестве площадки для эксперимента в основном из-за того, что этот город символизирует воду, а также потому, что туда приезжает множество туристов. Если эксперимент окажется удачным, опыт распространят и на другие итальянские города.

Удастся ли в обозримом будущем, не подвергая себя риску, попить в Москве если не из фонтана или родника, то хотя бы из-под крана? Пока вопрос выглядит, скорее, риторическим [**Ю.Н. Елдышев В стране беда – питьевая вода заместитель главного редактора журнала «Экология и жизнь»**].

Экологическое состояние многих рек страны в последнее десятилетие на столько ухудшилось, что использование их вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения или не возможно, или требует очень больших затрат на их очистку. Так сброс в гидросеть загрязненных вод без очистки в среднем составляет около 1 млн. м.куб. в год, а не достаточно очищенных – около 40 млн. м. куб. в год. Причины сбросов чаще всего заключается в недостаточной мощности, неудовлетворительном состоянии или отсутствии канализационных очистных сооружений, устаревшей технологии очистки. Кроме того, во время снеготаяния и ливневых дождей в речную сеть поступает значительное количество загрязняющих веществ сельскохозяйственных угодий и застроенных водоохраных территорий.

Поверхностные воды рек характеризуются наличием загрязняющих веществ: соединений меди (93%), фосфатов (25%), нефтепродуктов (47%),

азота аммонийного (46%), азота нитритного (93%), железа, хрома трех валентного (4-5%). Практически все водные объекты по уровню загрязненности относятся ко II категории, когда загрязненность отмечается по нескольким ингредиентам и показателям качества воды.

Более половины водопроводов страны подают воду с повышенным содержанием железа и марганца, что способствует развитию аллергических реакций, отложению соединений железа в органах и тканях.

Многочисленные научные исследования свидетельствуют о прямом влиянии неудовлетворительного качества питьевой воды на здоровье населения. При избытке марганца наблюдаются такие заболевания, как нарушение функционального состояния центральной нервной системы, анемия, болезнь щитовидной железы, кариес, холецистит, камни почек и мочеточников, остеоартроз. Повышенное содержание марганца в воде оказывает мутагенное действие на человека. Биологическая роль фтора различна в зависимости от его концентрации в воде. Повышенное содержание фтора оказывает неблагоприятное влияние на кости, нервную и ферментативную системы организма, обуславливает поражение зубов (флюороз), а недостаток (менее 0,5 миллиграмм на литр) влечет за собой кариес.

При хлорировании природных вод образуется хлорсодержащие токсичные, мутагенные и канцерогенные вещества – тригалометаны. Повышенное содержание железа (при суточной потребности 10 миллиграмм) в питьевой воде (более 0,3 миллиграмм на литр), оказывает негативное влияние на репродуктивную функцию, увеличивает риск развития инфарктов, язвенной болезни, болезни костной системы, заболеваний крови, печени, подкожной клетчатки, аллергических заболеваний.

Недостаток йода вызывает такие заболевания как болезни щитовидной железы, приводящие к умственной отсталости, понижению слуха, низкорослости.

Увеличение содержания нитратов (более 4,4 миллиграмм на литр) способствует подавлению кроветворной функции у детей, снижению АД; нитраты в кишечнике человека под влиянием обитающих там бактерий восстанавливаются в нитриты. Всасывании нитратов ведет к образованию метгемоглобина и к частичной потере активности гемоглобина в переносе кислорода.

Повышенная жесткость воды вызывает сухость кожных покровов, аллергические проявления в виде зуда.

Накапливание в организме радиоактивных изотопов приводит к возникновению раковых заболеваний.

Токсичных вышеперечисленных компонентов не настолько велика, что бы вызвать острое отравление, но при длительном употреблении воды, содержащей упомянутые вещества в концентрациях выше нормативных, может развиваться хроническая интоксикация, приводящая в итоге к той или иной патологии.

Токсическое воздействие веществ может проявляться не только при оральном (через рот) поступлении их с водой, но и при всасывании через ко-

жу в процессе гигиенических (душ, ванна) или оздоровительных (плавательные бассейны) процедур. Именно этим можно объяснить повышение более чем в два раза болезней кожи и подкожной клетчатки населения

Учитывая, что по оценке всемирной организации здравоохранения среди факторов определяющих состояние здоровья населения, вода находится на втором месте после бедности, то бесперебойное обеспечение населения доброкачественной питьевой водой остается одним из важнейших факторов не только санитарно-эпидемиологического благополучия, но и качества жизни [Питьевая вода и состояние здоровья населения Курской области Ю.Н. Кириченко, Журнал «Вода и экология» № 2/2008, с.3-11].

В Центральном и Приволжском округах ситуация самая неблагоприятная. Именно поэтому качество воды в крупных реках специалисты характеризуют как «загрязненная» или «чрезвычайно загрязненная». Особенно это относится к водоемам Центрального, Южного и Уральского федеральных округов, а также Мурманской области и Сахалина. В целом по стране до 30% проб воды поверхностных источников не соответствуют гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и до 25% – по бактериологическим показателям. Если говорить о промышленных отходах, на долю которых приходится 98% от общей массы, то большая часть из них «обеспечивает» угольная отрасль (55%), цветная и черная металлургия (17 и 16% соответственно). Первенство здесь держит Сибирский федеральный округ (62%), а самый чистым можно по праву считать Южный (0,4%). Проблема утилизации отходов стоит достаточно остро во многих регионах страны, но крайне неблагоприятная экологическая и санитарно-эпидемиологическая обстановка сложилась в Красноярском и Приморском краях, Московской, Челябинской, Свердловской, Оренбургской областях, Республике Башкортостан [Тайно сбросив в бездну вод Н. Дубровина, газета Экология и Жизнь].

Россия по объему речного стока занимает второе место в мире после Бразилии, а по водообеспеченности на душу населения – третье после Бразилии и Канады. Всего по территории России протекают сотни тысяч рек и ручьев общей протяженностью 8 млн км. В нашей стране также находится 2,7 млн озер, запасы воды в них составляют около 26,5 тыс. км³ (из них львиная доля приходится на озеро Байкал – 23 тыс. км³). Это 20% мировых запасов поверхностных пресных вод! Кроме того, в России существует 2290 водохранилищ, их общий объем исчисляется миллиардами кубометров.

Однако такое изобилие водных ресурсов совсем не говорит о том, что с водой в нашей стране нет проблем. Есть и настолько большие, что потребуются очень много средств и не один десяток лет для их решения, они как раз и связаны с очисткой как питьевой воды, так и сточных вод.

Сегодня наша страна использует менее 2% своих запасов воды, в то время как неочищенными стоками загрязнено подавляющее количество водных объектов. Ежегодно в поверхностные водные объекты сбрасывается более 60 км³ сточных вод. Наибольшая их часть приходится на промышленные

предприятия (более 60%), затем идут жилищно-коммунальное хозяйство (около 25%) и сельское хозяйство (более 10%).

Эти данные были приведены на состоявшемся в Совете Федерации «круглом столе», проведенном Комитетом СФ по природным ресурсам и охране окружающей среды. Тема разговора – «О проблемах обеспечения безопасности питьевого водоснабжения». Естественно встал вопрос очистки питьевой воды. Недостаточная очистка питьевой воды в большинстве городов России, по словам главы Комитета Совета Федерации по природным ресурсам Виктора Орлова, угрожает здоровью населения. «Поверхностные водные объекты являются источниками питьевого водоснабжения почти 68% населения России, и качество водных ресурсов при недостаточной барьерной роли действующих сооружений водоподготовки и водоочистки создают серьезную угрозу для здоровья населения и обуславливают высокий уровень заболеваемости кишечными инфекциями», – заявил он. Виктор Орлов отметил, что в большинстве регионов страны степень изношенности объектов водохозяйственного комплекса превышает 60%, а у 40% водозаборов из поверхностных водных источников отсутствует необходимый комплекс очистных сооружений.

Ссылаясь на данные государственного мониторинга водных объектов, сенатор также сообщил, что Волга, Дон, Кубань, Лена, Обь и Печора относятся к категории загрязненных рек. «При этом уровень загрязнения водных ресурсов Волжских водохранилищ продолжает оставаться высоким в течение целого ряда лет», – подчеркнул он.

Не стоит думать, что такое положение дел сложилось только в нашей стране.

По данным Всемирной организации здравоохранения, более миллиарда людей на Земле пьют непригодную для потребления воду, а 2,4 млрд (40% населения планеты) живут в городах и других населенных пунктах, не располагающих необходимыми службами очистки питьевой воды. Не случайно 3,4 млн жителей планеты, главным образом дети, ежегодно умирают от заболеваний, связанных с низким качеством воды.

Вместе с тем, по данным ВОЗ, «ситуация вовсе не мрачна и безнадежна». В докладе организации о качестве воды в мире, распространенном в Брюсселе, говорится, что «есть возможность предпринять простые и недорогостоящие меры, чтобы обеспечить чистой водой миллионы людей в развивающихся странах». По мнению генерального директора ВОЗ Г.Х. Брундтландт, «нельзя позволить себе ждать масштабных инвестиций в инфраструктуру снабжения водой всех, кто в ней нуждается, а следует предоставить в их распоряжение элементарные средства очистки и оздоровления воды». Доклад ВОЗ предложил в первую очередь хлорирование воды и соблюдение правил гигиены как «элементарных и испытанных средств для устранения вредных микроорганизмов».

Не случайно, что V Всемирный водный форум, который пройдет с 15 по 22 марта 2009 г. в Стамбуле в рамках Международного десятилетия дей-

ствий Организации Объединенных Наций «Вода для жизни – 2005-2015 гг.», во многом будет посвящен и этим вопросам...

Однако вернемся к российским проблемам, они, как всегда, несколько отличаются от мировых, хотя по природе своей весьма схожи.

В преддверии Дня воды их очень наглядно обрисовал председатель Государственной Думы РФ Б.В. Грызлов. Вот выдержка из его выступления на пресс-конференции для журналистов, проведенной в Госдуме:

«На экспертном уровне нам уже известна оценка, что 5 – 7 лет продолжительности жизни мы теряем из-за потребления той воды, которую мы сегодня пьем...

В первую очередь приходится говорить о водопроводной воде, о том, что сегодня сети доставки воды от системы водозабора до потребления в квартирах или домах малоэтажной застройки никуда не годятся. Даже если очищать воду на водозаборе, дальше в трубах эта вода достигает состояния, которое не позволяет ее назвать качественной. Поэтому необходимо наш партийный проект «Чистая вода» переводить в уровень федеральной целевой программы «Чистая вода», где будут предусмотрены соответствующие меры по линии жилищно-коммунального хозяйства, по линии системы водоканалов, по линии Санитарных норм и правил. Считаю, что на уровень закона мы должны вывести обязательность установки групповых фильтров на подъездах, где количество квартир превышает десять, и это должно быть законом введено и отражено в Санитарных нормах и правилах, по которым строятся жилые здания, сооружения. Необходимо расширить количество производимых фильтров для употребления в индивидуальном порядке и т. д. Это очень серьезная работа, и эту работу, а также очистку стоков, безусловно, нужно проводить...

По очистке стоков: в 2006 г. (по 2007 г. пока нет информации) объем нормативно очищенных сточных вод, поступивших в поверхностные водные объекты страны, составляет 12% от общего объема сточных вод. Всего 12%! Мы продолжаем гадить в свой колодец, иначе это и не назовешь. Это очень важная проблема. И за оставшиеся 88% объемов сточных вод, я так понимаю, загрязнители платят штрафы, которые составляют 10-15 тыс. руб. в месяц (что это для предприятия с оборотами в миллионы долларов?!). Вот уровень сопоставимости наказания и реальной жизненной ситуации»

Астрахань. Качество питьевой воды в Астраханской области остается неудовлетворительным, сообщает «Астрахань FM». За последние четыре года доля проб воды, не соответствующей гигиеническим нормам, увеличилась на 14%. Основными загрязнителями остаются предприятия жилищно-коммунального хозяйства. Лидируют в этом отношении МУП «Астрводо-канал» и воинская часть города Знаменск.

В настоящее время из 94 водопроводов, находящихся под контролем регионального управления Роспотребнадзора, 60 не отвечают санитарным нормам. Особенно острая ситуация наблюдается в сельских районах. На многих объектах водоснабжения отсутствует комплекс очистных сооружений, вследствие чего вода подается без должного обеззараживания.

Махачкала. Из-за эпидемиологического и санитарного несоответствия питьевой воды в Кизилюртовском районе наметилась тенденция роста кишечных заболеваний. Как сообщили РИА «Дагестан» в Управлении Роспотребнадзора по республике, в сел Комсомольское количество инфицированных некачественной питьевой водой по сравнению прошлогодними показателями] увеличилось вдвое. В лечебных учреждениях района с подобными диагнозом стационарное обследование и лечение проходят 2' человек.

Мурманская область. Региональное управление Роспотребнадзора подготовило информацию о качестве питьевой воды подаваемой населению области централизованными системами водоснабжения в 2005 г. В частности, специалистами отмечается несоответствие гигиеническим нормативам по микробиологическому загрязнению питьевой воды в Кольском районе, по санитарно-химическим показателям – в Оленегорске, Апатитах, ЗАТО «Островной», ЗАТО «Североморск», ЗАТО «Скалистый», в Кандалакшском и Печенгском районах.

Сахалинская область. Углегорской городской прокуратурой Сахалинской области по коллективному обращению жителей Шахтерска возбуждено уголовное дело по ч. 1. ст. 238, ч. 1 ст. 293 УК РФ (оказание услуг, не отвечающих требованиям безопасности жизни или здоровья потребителей, халатность). По сообщению информационного агентства «REGNUM», в Генпрокуратуре РФ в ходе проверки было установлено, что с 22 марта 2006 г. муниципальным предприятием «Жилкомплекс-Шахтерск» более чем для 9 тыс. жителей поселка вода подается не более двух часов в сутки, при этом по своим санитарно-эпидемиологическим показателям вода не отвечает требованиям и нормам безопасности для потребителей и ставит в опасность жизнь и здоровье людей.

Встает вопрос, а кто же контролирует качество воды, поступающей в жилые дома и на предприятия? Во-первых, на каждой водозаборной станции есть санитарный врач, который отслеживает качество воды, причем он не подчиняется «Водоканалу», которому принадлежат все водозаборы. Во-вторых, районные санитарные врачи также обязаны отслеживать качество водопроводной воды.

Уже понятно, что проблема должна решаться на всех уровнях – федеральном, региональном и муниципальном. Как показывают последние события в нашей стране, на федеральном уровне осознают неотложность решения проблемы и начинают принимать меры. В отдельных регионах также проявляют заботу о питьевой воде. А вот на местном, муниципальном уровне все обстоит гораздо сложнее. Тут две проблемы. Первая – финансирование, а вторая – нежелание администраций заниматься этой проблемой, потому что ее считают второстепенной. Следовательно, в разрабатываемой государственной программе надо предусмотреть распределение ответственности за состояние дела. Может быть, даже имеет смысл ответственность за невыполнение особо важных мероприятий по обеспечению чистоты воды перенести из Административного кодекса в Уголовный? Так сказать, учитывая тяжелые

последствия употребления населением плохой питьевой воды, которая сокращает продолжительность жизни. Ведь лишних семи лет жизни не бывает.

Безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении определяется ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям (табл. 1), обобщенным показателям и содержанию вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение [Водные проблемы России Кузнецов И. Экология и жизнь 5(78) /2008. с24-27].

Таблица ...

Соответствие нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям

Показатели	Единицы измерения	Нормативы
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл [*]	Отсутствие
Общие колиформные бактерии ^{**}	Число бактерий в 100 мл [*]	Отсутствие
Общее микробное число ^{**}	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	Не более 50
Колифаги ^{***}	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий ^{****}	Число спор в 20 мл	Отсутствие
Цисты лямблий ^{***}	Число цист в 50 мл	Отсутствие

* При определении проводится трехкратное исследование по 100 мл отобранной пробы воды

** Превышение норматива не допускается в 95 % проб, отбираемых в точках водозабора наружной и внутренней водопроводной сети в течение 12 месяцев, при количестве исследуемых проб не менее 100 за год

*** определение проводится только в системах водоснабжения из поверхностных источников перед подачей воды в распределительную сеть

**** Определение проводится при оценке эффективности технологии обработки воды

5.3. Средства защиты гидросферы

Методы и технологическое оборудование для очистки сточных вод можно выбрать, зная допустимые концентрации примесей в очищенных сточных водах. При этом необходимо иметь в виду, что требуемые эффективность и надежность любого очистного устройства обеспечиваются в оп-

ределенном диапазоне значений концентрации примесей и расходов сточных вод. С этой целью применяют усреднение концентрации примесей или расхода сточных вод, а в отдельных случаях и по обоим показателям одновременно. Для этого на входе в очистные сооружения устанавливают усреднители, выбор и расчет которых зависит от параметров изменяющихся по времени сбросов сточных вод. Выбор объема усреднителя концентрации примесей сточной воды зависит от коэффициента подавления $k_p = (C_{\max} - C_{\text{ср}}) / (C_d - C_{\text{ср}})$, где C_{\max} – максимальная концентрация примесей в сточной воде, $\text{кг}/\text{м}^3$; $C_{\text{ср}}$ – средняя концентрация примесей в сточной воде на входе в очистные сооружения, $\text{кг}/\text{м}^3$; C_d – допустимая концентрация примесей в сточной воде, при которой обеспечивается нормальная эксплуатация очистных сооружений, $\text{кг}/\text{м}^3$.

При $k_p \geq 5$ объем усреднителя (м^3)

$$V = k_p \Delta Q \tau_3,$$

где ΔQ – превышение расхода сточной воды при переменном сбросе, $\text{м}^3/\text{с}$; τ_3 – продолжительность переменного сброса, с; при $k_p < 5$ $V = \Delta Q \tau_3 / \ln[k_p / (k_p - 1)]$.

После расчета объема усреднителя выбирают необходимое число секций, исходя из условия $\Delta Q h / V \leq W_d$, где h – высота секции усреднителя, м; $W_d = 0,0025$ м/с – допустимая скорость движения сточной воды в усреднителе.

В соответствии с видами процессов, реализуемых при очистке, целесообразно существующие методы классифицировать на механические, физико-химические и биологические.

5.4. Механические средства защиты гидросферы

Для очистки сточных вод от взвешенных веществ используют процеживание, отстаивание, обработку в поле действия центробежных сил и фильтрование.

Процеживание реализуют в решетках и волокнуловителях. В вертикальных или наклонных решетках, ширина прозоров обычно составляет 15...20 мм. Для удаления осадка веществ с входной поверхности решеток используют ручную или механическую очистку. Последующая обработка удаленного осадка требует дополнительных затрат и ухудшает санитарно-гигиенические условия в помещении. Эти недостатки устраняются при использовании решеток-дробилок, которые улавливают крупные взвешенные вещества и измельчают их до 10 мм и менее. В настоящее время используют несколько типоразмеров таких решеток, например, РД-200 производительностью 60 м³/ч и диаметром сетчатого барабана 200 мм.

Для выделения волокнистых веществ из сточных вод целлюлозно-бумажных и текстильных предприятий используют валокнуловители, например с использованием перфорированных дисков или в виде движущихся

сеток с нанесенным на них слоем волокнистой массы.

Отстаивание основано на свободном оседании (всплывании) примесей с плотностью больше (меньше) плотности воды. Процесс отстаивания реализуют в песколовках, отстойниках и жируловителях. Для расчета этих очистных устройств необходимо знать скорость свободного осаждения (всплывания) примесей (м/с)

$$W_o = g d^2 (\rho_4 - \rho_B) / (18 \mu),$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²; d – средний диаметр частиц, м; ρ_4 и ρ_B – плотности частицы и воды, кг/м³; μ – динамическая вязкость воды, Па/с.

Песколовки используют для очистки сточных вод от частиц металла и песка размером более 0,25 мм. В зависимости от направления движения сточной воды применяют горизонтальные песколовки с прямолинейным и круговым движением воды, вертикальные и аэрируемые. На рис. 1 показана схема горизонтальной песколовки, ее длина (м)

$$L = \alpha h W / W_o$$

где W – скорость движения воды в песколовке, $W = 0,15 \dots 0,3$ м/с; α – коэффициент, учитывающий влияние возможной турбулентности и неравномерности скоростей движения сточной воды в песколовке $\alpha = 1,3 \dots 1,7$.

Рабочую глубину песколовки h выбирают из условия $h/W \leq t_{пр}$, где $t_{пр}$ – время пребывания воды в песколовке, $t_{пр} = 30 \dots 100$ с (рис.5.1). Ширина песколовки (м).

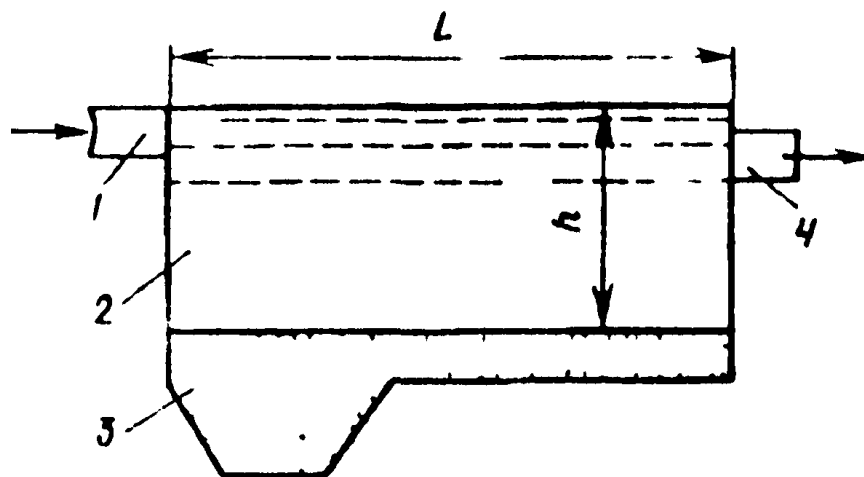


Рис. 5.1. Схема горизонтальной песколовки
1 – входной патрубок; 2 – корпус песколовки; 3 – шламосборник;
4 – выходной патрубок

Отстойники используют для очистки сточных вод от механических частиц размером более 0,1 мм, а также от частиц нефтепродуктов. В зависимости от направления движения потока сточной воды применяют горизонтальные, радиальные или комбинированные отстойники. При расчете от-

стойников определяют, как правило, его длину и высоту. Существуют различные методики расчета длины отстойников (рис. 5.2).

Для расчета общей длины отстойника $l=l_1+l_2+l_3$ задают расход сточной воды и размеры поперечного сечения отстойника.

Очистку сточных вод в поле действия центробежных сил осуществляют в открытых или напорных гидроциклонах и центрифугах. Открытые гидроциклоны применяют для выделения из сточной воды крупных твердых примесей со скоростью осаждения более 0,02 м/с. Такие гидроциклоны имеют большую производительность и малые потери напора, не превышающие 0,5 м. Эффективность очистки сточных вод от твердых частиц в гидроциклонах зависит от состава примесей (материала, размера, формы частиц и др.), а также от конструктивных и геометрических характеристик гидроциклона.

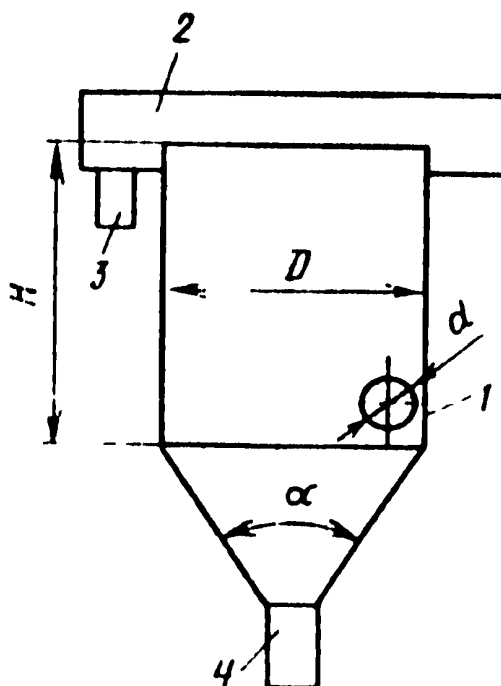


Рис. 5.2. Расчетная схема горизонтального отстойника

Открытый гидроциклон (рис. 5.3) состоит из входного патрубка 1, кольцевого водослива 2, патрубка 3 для отвода очищенной воды и шламоотводящей трубы 4. Существуют открытые гидроциклоны с нижним отводом очищенной воды, а также гидроциклоны с внутренней цилиндрической перегородкой.

Производительность ($\text{м}^3/\text{с}$) открытого гидроциклона $Q=0,785qD^2$, где q – удельный расход воды; для гидроциклона с внутренней цилиндрической перегородкой $q=7,15w_0$ (w_0 – скорость свободного осаждения частиц в воде, м/с); D – диаметр цилиндрической части гидроциклона, м.

Для проектирования открытых гидроциклонов рекомендуются следующие его геометрические характеристики: $D = 2 \dots 10$ м; $H = D$; $d = 0,1D$ при одном отверстии и $d = 0,0707D$ при двух входных отверстиях; $\alpha = 60^\circ$.

Конструктивная схема напорного гидроциклона аналогична схеме циклона для очистки газов от твердых частиц. Производительность напорного гидроциклона

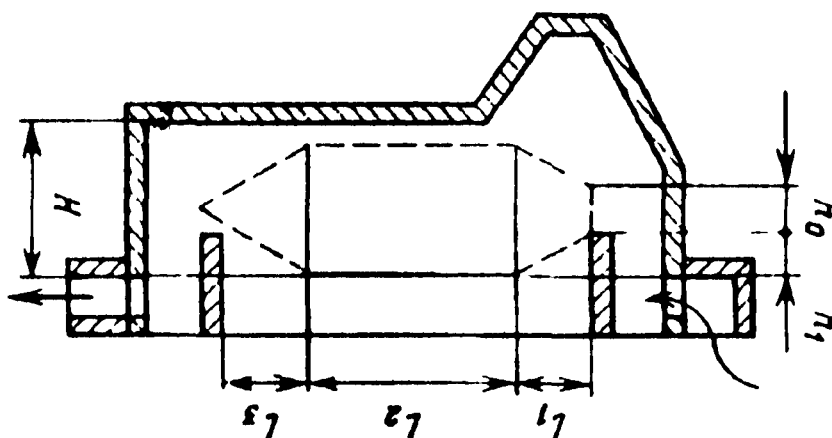


Рис. 5.3. Схема открытого гидроциклона

K – коэффициент, зависящий от условий входа воды в гидроциклон; для гидроциклонов с $D=0,125...0,6$ м и $\alpha=30^\circ$ $K=0,524$; Δp – перепад давлений воды в гидроциклоне, Па; ρ – плотность очищаемой сточной воды, кг/м

На рис. 5.4. представлена схема напорного гидроциклона, обеспечивающего очистку сточной воды и от твердых частиц, и от маслопродуктов. Сточная вода через установленный тангенциально по отношению к корпусу гидроциклона входной трубопровод 1 поступает в гидроциклон. Вследствие закручивания потока сточной воды твердые частицы отбрасываются к стенкам гидроциклона и стекают в шламособорник 7, откуда они периодически удаляются. Сточная вода с содержащимися в ней маслопродуктами движется вверх. При этом вследствие меньшей плотности маслопродуктов они концентрируются в ядре закрученного потока, который поступает в приемную камеру 3, и через трубопровод 5 маслопродукты выводятся из гидроциклона для последующей утилизации. Сточная вода, очищенная от твердых частиц и маслопродуктов, скапливается в камере 2, откуда через трубопровод 6 отводится для дальнейшей очистки. Трубопровод 4 с регулируемым проходным сечением предназначен для выпуска воздуха, концентрирующегося в ядре закрученного потока очищаемой сточной воды.

Такие гидроциклоны используют для очистки сточных вод прокатных цехов с концентрацией твердых частиц и маслопродуктов соответственно 0,13...0,16 и 0,01...0,015 кг/м³ и эффективностью их очистки около 0,7 и 0,5. При расходе очищаемой сточной воды 5 м³/ч перепад давлений в гидроциклоне составляет 0,1 МПа.

Фильтрацию применяют для очистки сточных вод от тонкодисперсных примесей с малой их концентрацией.

Его используют как на начальной стадии очистки сточных вод, так и после некоторых методов физико-химической или биологической очистки.

Для очистки сточных вод фильтрованием применяют в основном два типа фильтров: зернистые, в которых очищаемую сточную воду пропускают через насадки несвязанных пористых материалов, и микрофильтры, фильтроэлементы которых изготовляют из связанных пористых материалов (сеток, натуральных и синтетических тканей, спеченных металлических порошков и т. п).

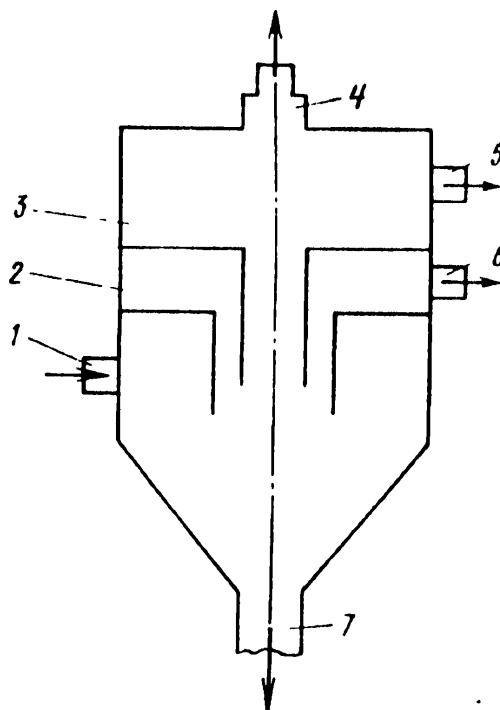


Рис. 5.4. Схема комбинированного гидроциклона

Для очистки больших расходов сточных вод от мелкодисперсных твердых примесей применяют зернистые фильтры (рис. 5.5). Сточная вода по трубопроводу 4 поступает в корпус 1 фильтра и проходит через фильтровальную загрузку 3 из частиц мраморной крошки, шунгизита и т. п., расположенную между пористыми перегородками 2 и 5. Очищенная от твердых частиц сточная вода скапливается в объеме, ограниченном пористой перегородкой 5, и выводится из фильтра через трубопровод 8. По мере осаждения твердых частиц в фильтровальном материале перепад давлений на фильтре увеличивается и при достижении предельного значения перекрывается входной трубопровод 4 и по трубопроводу 9 подается сжатый воздух. Он вытесняет из фильтровального слоя 3 воду и твердые частицы в желоб 6, которые затем по трубопроводу 7 выводятся из фильтра. Достоинством конструкции фильтра является развитая поверхность фильтрования, а также простота конструкции и высокая эффективность.

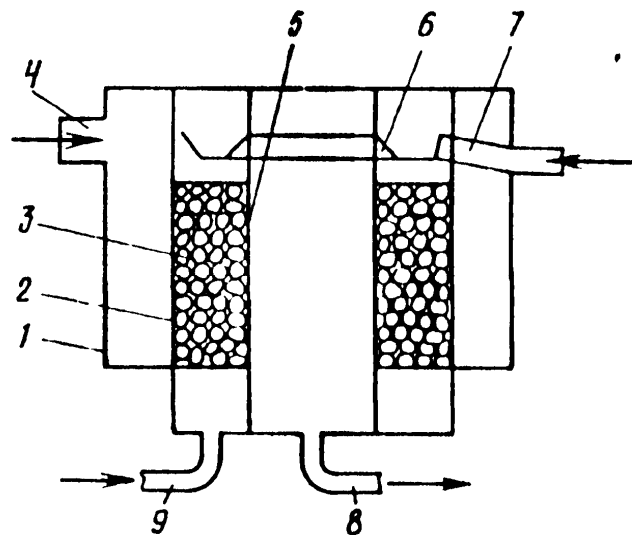


Рис 5.5. Схема зернистого фильтра

В настоящее время для очистки сточных вод от маслопродуктов широко используют фильтры с фильтровальным материалом из частиц пенополиуретана. Пенополиуретановые частицы, обладая большой маслопоглощающей способностью, обеспечивают эффективность очистки до 0,97...0,99 при скорости фильтрования до 0,01 м/с. При этом насадка из пенополиуретана легко регенерируется при механическом выжимании маслопродуктов.

На рис. 5.6. представлена схема фильтра-сепаратора с фильтровальной загрузкой из частиц пенополиуретана, предназначенного для очистки сточных вод от маслопродуктов и твердых частиц. Сточную воду по трубопроводу 5 подают на нижнюю опорную решетку 4. Затем вода проходит через фильтровальную загрузку в роторе 2, верхнюю решетку 4 и очищенная от примесей переливается в приемный кольцевой карман 6 и выводится из корпуса 1. При концентрации маслопродуктов и твердых частиц до 0,1 кг/м³ эффективность очистки составляет соответственно 0,92 и 0,9; а время непрерывной эксплуатации фильтра 16...24 ч. Достоинствами данной конструкции являются простота и большая эффективность регенерации фильтра. При включении электродвигателя 7 вращается ротор 2 с фильтровальной загрузкой. В результате частицы пенополиуретана под действием центробежных сил отбрасываются к внутренним стенкам ротора, выжимая из него маслопродукты, которые поступают в карманы 3 и направляются на регенерацию. Время полной регенерации фильтра 0,1 ч.

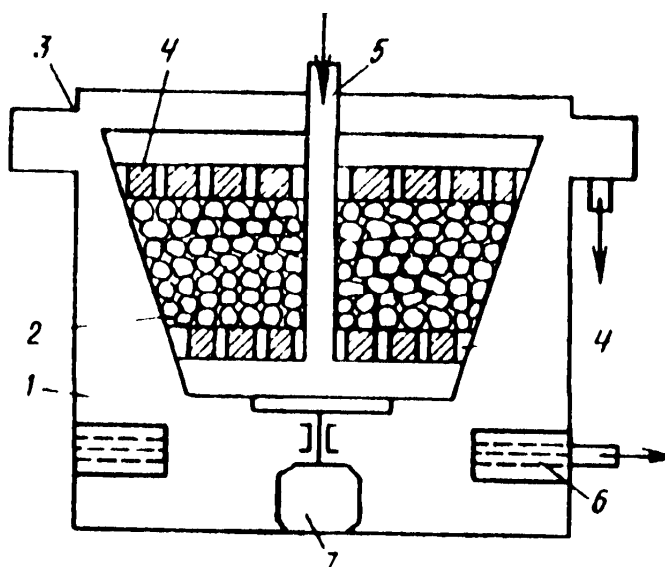


Рис. 5.6. Схема фильтра-сепаратора

5.5. Физико-химические методы очистки

С быстрым развитием современного общества постоянно возрастают потребности в воде во всех секторах хозяйствования. В то же время непрерывное увеличение количества сточных вод наталкивает на мысль о том, что их следует рассматривать как альтернативный источник водных ресурсов. Однако вторичное использование сточных вод создает определенную опасность для здравоохранения и вследствие этого требует разработки специфических требований к степени их очистки. Традиционные методы очистки не позволяют достичь требуемых стандартов качества, поскольку очищенная с их помощью вода по-прежнему содержит значительное количество микроорганизмов. Вследствие этого возникает необходимость в доочистке и обеззараживании воды.

Разработка новых технологий расширила возможности повторного применения сточных вод так что в настоящее время они могут использоваться во всех отраслях сельского хозяйства, для орошения спортивных площадок, в городском хозяйстве, в промышленности, для питания водоносного горизонта и т.п. В то же время стандарты, нормирующие качество воды, направляемой на вторичное использование, значительно ужесточились, а новые технологии доочистки сточных вод чрезвычайно усложнились в результате усилий, предпринимаемых для достижения высокого качества очищенной воды.

В настоящее время существует целый ряд технологий обеззараживания сточных вод, которые способны обеспечивать наивысшее качество очищенной воды по микробиологическим показателям. Однако некоторые из этих методов обработки создают дополнительные проблемы, связанные, например, с присутствием остаточных количеств используемых реагентов или с образованием побочных продуктов обеззараживания. Эти недостатки ограничивают область применения химических методов обеззараживания, что

привело к возрастанию использования физических процессов, главным образом, ультрафиолетового облучения и мембранной технологии.

К настоящему времени УФ облучение стало широко используемым методом обеззараживания сточных вод – во всем мире успешно эксплуатируются тысячи установок УФ облучения различной производительности. Этот успех оказался возможным благодаря таким факторам, как эффективность метода в отношении уничтожения вирусов и бактерий, минимальное содержание побочных продуктов обеззараживания и невысокие эксплуатационные затраты. Основным недостатком данной технологии заключается в устойчивости к УФ облучению некоторых групп микроорганизмов (например, яйца нематод, цисты простейших, некоторые вирусы), требующих высоких доз облучения для эффективного обеззараживания. Другим ограничивающим фактором применения этой технологии является зависимость эффективности УФ облучения от качества воды, поступающей в обработку. В частности, эксплуатационные характеристики системы изменяющейся в зависимости от таких характеристик воды, как мутность, содержание взвешенных веществ и коэффициент пропускания ультрафиолетового излучения. По причине перед УФ облучением часто производится предварительная обработка воды, направленная на снижение содержания взвешенных веществ. Наиболее подходящей для этой цели является физико-химическая обработка исходной (коагуляция – осветление – фильтрация). Эта технология широко используется и на практике доказала свою высокую эффективность в отношении удаленных взвешенных веществ и получения воды, легко поддающейся обеззараживанию ультрафиолетом.

На протяжении последнего десятилетия широкое распространение получили мембранные технологии очистки сточных вод. Ранее их применение считалось нецелесообразным вследствие высоких капитальных и эксплуатационных затрат. Однако, в результате возросшей потребности во вторичном использовании сточных вод, а также из-за резкого ужесточения требований к степени очистки, в настоящее время эти технологии рассматриваются как вполне конкурентоспособные всех мембранных систем наиболее широким исследованиям в отношении применимости для обеззараживания сточных вод были подвергнуты системы микро ультрафильтрации. Оба метода оказались эффективными в отношении полного удержания простейших и бактерий, однако лишь технология ультрафильтрации позволяет задерживать также и вирусы. В дополнение к своей обеззараживающей способности, мембранные технологии не вызывают проблем, связанных с удалением целевых микроорганизмов при изменении физико-химического качества воды поскольку подобные системы играют роль физического барьера по отношению к частицам, находящимся в воде.

Вместе с тем мембранным технологиям также присущи определенные эксплуатационные недостатки. Мембраны требуют постоянной промывки для предотвращения кольматации, а также периодической химической очистки для удаленных материалов, необратимо закупоривающих мембрану, что, в свою очередь, влияют на расход воды и трансмембранное давление.

Эти проблемы могут быть сведены к минимуму путем предварительной обработки исходной воды, например метод фильтрования через зернистую загрузку.

Все вышеописанные технологии позволяют получать очищенную воду, отвечающую стандартам на сточные воды, направляемые на повторное использование, и широко применяются для доочистки сточных вод. Цель настоящего исследования состояла в сравнении методов физико-химической очистки с обеззараживанием ультрафиолетом и мембранных технологий в отношении конечного качества очищенной воды и связанных с этим экономических затрат, имея в виду оценку применимости каждой системы.

Для данного исследования были сконструированы и изготовлены две опытные установки, работавшие в параллельном режиме (физико-химическая очистка с обеззараживанием ультрафиолетом и комбинация фильтрования через зернистую загрузку и ультрафильтрации). Предварительная обработка до обеззараживания УФ облучением состояла в дозировании сульфата алюминия (100 мг/л) в смеситель, осветлении во взвешенном слое осадка (гидравлическая нагрузка 0,8 м³/м²час) и фильтровании на напорном песчаном фильтре (эффективный размер зерен песка 0,8 мм, гидравлическая нагрузка 5,0 м³/м²час). Ультрафиолетовое облучение производилось на установке Aquada Maxima 2 (WEDECO) с лампами низкого давления (N = 40 Вт, λ = 253,7 нм), установленной после песчаного фильтра. УФ-установка была рассчитана на работу со скоростью потока 1,46 м³/час и обеспечивала дозу облучения 400 Дж/м² для воды, имеющей коэффициент пропускания ультрафиолетового излучения 75 %. Однако, величина дозы изменялась в зависимости от скорости потока и от коэффициента пропускания ультрафиолета исходной водой согласно следующему выражению:

$$D_{UV} = 400 \times \frac{0,01617 T (\%) + 0,2071}{e}$$

Использованная мембранная система представляла собой модуль ультрафильтрации FLAMES (FILTERPaг), оснащенный плоскими мембранами из поливинилиденфторида кассетного типа со средним размером пор 0,05 мкм. Площадь фильтрующей поверхности составляла 35 м²; мембраны работали в погружном режиме при трансмембранном давлении (вакууме) от -0,1 до -0,6 бар. Режим работы включал 20 – минутную фазу фильтрования со скоростью 1 м³/час, за которой следовала 2 – минутная фаза промывки с интенсивностью 1,5 м³/час. Щелочная химическая очистка проводилась через каждые две недели (раствор NaOH 0,3 М и 12,5 % раствор NaClO). Кислотная химическая очистка проводилась через каждые 30 дней (раствор H₂SO₄ 0,05 М) путем рециркуляции раствора в течение 1 часа. Система была установлена после песчаного напорного фильтра, наполненного кварцевым пес-

ком с эффективным размером зерен 0,8 мм, работающего при гидравлической нагрузке $8 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{час}$. На рис. 1 представлена схема опытной установки.

2.2 Методика эксперимента

Сравнительные исследования проводились с использованием городской сточной воды, биологически очищенной на канализационных очистных сооружениях г. Melilla, Испания. Экспериментальная установка работала в непрерывном режиме с ежедневным отбором проб исходной и очищенной воды. В качестве микробиологических параметров анализировалось общее содержание колиформных бактерий, *E.coli*, а также содержание колифагов (общее и в отфильтрованной пробе) и яиц нематод. Во всех пробах воды определялись такие физико-химические параметры,

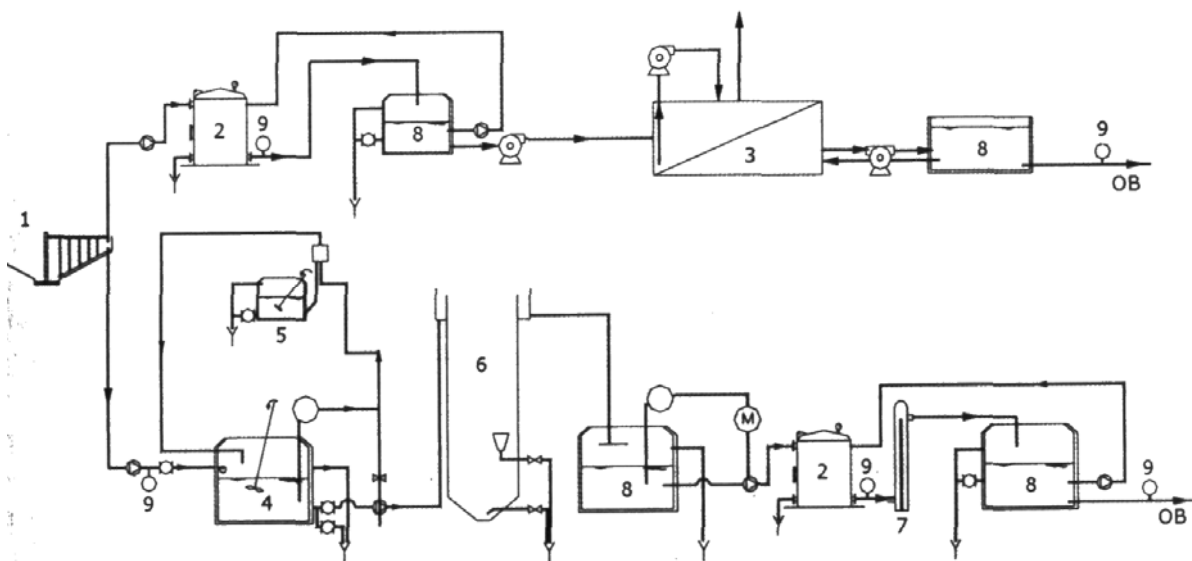


Рис. Схема опытной экспериментальной установки

1 – вторичный отстойник; 2 – песчаный фильтр; 3 – блок ультрафильтрации; 4 – смеситель; 5 – расходный бак коагулянта; 6 – осветлитель со взвешенным слоем осадка; 7 – УФ-лампа; 8 – резервуары; 9 – пробоотборники.

Пробы воды для бактериологического и вирусологического анализа отбирались в стерильные стеклянные бутылки емкостью 1 л и анализировались сразу же после отбора проб. Наличие общих колиформных бактерий и *E.coli* исследовалось с использованием метода мембранной фильтрации (UNE-EN ISO 9308-1), Для анализа колифагов применялся модифицированный метод двойного слоя агар-агара, описанный Adams [13], с использованием *Escherichia coli* C (ATTC 13076). Перед анализом 10 мл пробы или ее разбавления помещались в пробирку, содержащую 2 мл хлороформа. Пробирку энергично встряхивали, после чего оставляли отстаиваться в течение 20 мин.; хлороформ удалялся нагреванием пробы до $45 \text{ }^\circ\text{C}$. Для определения колифагов, ассоциированных на взвешенных частицах, и колифагов в отфильтрованной пробе перед обработкой хлороформом пробы фильтровались через стерильный мембранный фильтр Millipore (0,22 мкм); для определения концентрации яиц нематод использовался модифицированный метод Bailenger [14]. Под-

счет микроорганизмов производился с помощью камеры Mc Master. Для определения мутности использовался спектрофотометрический метод на длине волны 650 нм, тогда как концентрация взвешенных веществ определялась фильтрационным методом с применением фильтра 0,45 мкм согласно документу «Стандартные методы исследования воды и сточных вод» [15]. Коэффициент пропускания УФ излучения (UV_{2537} , %) водой, прошедшей физико-химическую обработку, осуществлялся с помощью γ -спектрофотометра Helios (фирма ThermoSpectronic). Для каждой пробы проводился анализ размера частиц с помощью прибора для подсчета частиц LiQuilaz-E-20 (фирма Particle Measuring System). Эта система методом дифракции с помощью лазерного луча определяет распределение частиц по размерам в области от 2 до 125 мкм г. разрешением 1 мкм.

В результате испытаний было выявлено следующее. Как физико-химическая обработка в сочетании с УФ облучением, так и система ультрафильтрации с предварительным фильтрованием через песчаную загрузку могут рассматриваться в качестве технологий, пригодных для доочистки воды. Обе системы обеспечивают очистку воды до требуемого качества как по физико-химическим, так и по микробиологическим показателям. Основное различие систем заключается в том, что схема физико-химической обработки в сочетании с УФ облучением не обеспечивает постоянства микробиологического состава, что главным образом объясняется колебаниями коэффициента пропускания ультрафиолетового излучения обрабатываемой воды, которые не всегда в достаточной степени корректируются дозой коагулянта. Основное различие в отношении качества обработанной воды выявляется с помощью анализа распределения частиц по размерам, причем по этому параметру качество воды, очищенной по мембранной технологии, заметно более высокое. Тем не менее, в настоящее время мембранные системы пока еще остаются менее конкурентоспособными по сравнению с процессами физико-химической обработки в сочетании с УФ облучением, что, в частности, обусловлено высокой стоимостью монтажа оборудования и значительными издержками на замену мембран [**Сравнительное исследование физико-химических методов доочистки и обеззараживания сточных вод и ультрафильтрации .M. Gomez, F. Plaza, G. Garralon, J.Perez, M.A. Gomez, Журнал «Вода и экология» № 2/2008**].

Физико-химические методы используют для очистки от растворенных примесей, а в некоторых случаях и от взвешенных веществ. Многие методы физико-химической очистки требуют предварительного глубокого выделения из сточной воды взвешенных веществ, для чего широко используют процесс коагуляции.

В настоящее время в связи с использованием оборотных систем водоснабжения существенно увеличивается применение физико-химических методов очистки сточных вод, основными из которых являются флотация, экстракция, нейтрализация, сорбция, ионообменная и электрохимическая очистка, гиперфильтрация, эвапорация, выпаривание, испарение и кристаллизация.

Флотация предназначена для интенсификации процесса всплывания маслопродуктов при обволакивании их частиц пузырьками газа, подаваемого в сточную воду. В основе этого процесса имеет место молекулярное слипание частиц масла и пузырьков тонкодиспергированного в воде газа. Образование агрегатов «частица – пузырьки газа» зависит от интенсивности их столкновения друг с другом, химического взаимодействия содержащихся в воде веществ, избыточного давления газа в сточной воде и т. п.

В зависимости от способа образования пузырьков газа различают следующие виды флотации: напорную, пневматическую, пенную, химическую, вибрационную, биологическую, электрофлотацию и др.

В настоящее время на станциях очистки широко используют электрофлотацию, так как протекающие при этом электрохимические процессы обеспечивают дополнительное обеззараживание сточных вод. Кроме того, применение для электрофлотации алюминиевых или стальных электродов обуславливает переход ионов алюминия или железа в раствор, что способствует коагулированию мельчайших частиц механических примесей сточной воды.

Образование дисперсной газовой фазы в процессе электрофлотации происходит вследствие электролиза воды. Основной составляющей электролизных газов является водород; при этом выделяется незначительное количество кислорода, хлора, оксидов углерода и азота.

При расчете электрофлотатора определяют расход газа, необходимого для обеспечения заданной эффективности очистки, $q_r = 100Q(C_0 - C_k)6M$, где C_0 и C_k – концентрации маслопродуктов в исходной и очищенной сточной воде, $кг/м^3$; M – удельная адсорбция маслопродуктов газовой фазой, $л/кг$. Затем находят силу тока для получения требуемого количества электролизного газа $I = q_r / \alpha_r$, где α_r – выход газа по току; $\alpha_r = 0,0076 \text{ дм}^3 / (л\text{-мин})$.

Расход водорода (дм/мин) в смеси электролизного газа

$$Q_{H_2} = 22,4 q_r \alpha_H (\alpha_r M_{H_2})$$

где α_H – электрохимический эквивалент водорода, $\alpha_H = 0,627 \text{ мг}/(А\text{-мин})$; M_{H_2} – молекулярная масса водорода.

Задают расход воздуха, подаваемого под границу раздела «сточная вода – воздух рабочей зоны» в камере флотации, исходя из соотношения $q \geq 50 q_{H_2}$ и определяют суммарный расход газовой смеси, выходящей через открытую поверхность флотатора $q_{см} = q_r + q_v$. Выбирают удельный расход газовой смеси через поверхность пенообразования $\omega = 300 \dots 600 \text{ дм}^3 / (м - мин)$ [6.5] и определяют площадь поверхности пенообразования $f = q_{см} / \omega$.

Определяют объемную плотность тока ($А/м^3$), обеспечивающую необходимую величину газонаполнения

$$j = (\varphi + 0,261 K_{ср} + 0,1) / (0,022 - 0,011 K_{ф}),$$

где ϕ – степень газонаполнения сточной воды в процессе флотации; $\phi = 1 \dots 5$ $\text{дм}^3/\text{м}^3$; $K_f = 0,3 \dots 1,2$ – коэффициент формы флотационной камеры.

Находят объем и площадь поперечного сечения флотационной камеры $V=I/j$; $F=(K_f \phi V)^2$ и затем ее основные размеры.

Экстракция сточных вод основана на перераспределении примесей сточных вод в смеси двух взаимнонерастворимых жидкостей (сточной воды и экстрагента). Количественно интенсивность перераспределения оценивается коэффициентом экстракции $K_f=C_э/C_в$, где $C_э$ и $C_в$ – концентрации примеси в экстрагенте и сточной воде по окончании процесса экстракции. В частности, при очистке сточных вод от фенола с использованием в качестве экстрагента бензола или бутилацетата $K_э$ составляет соответственно 2,4 и 8...12. Для интенсификации процесса экстракции перемешивание смеси сточных вод с экстрагентом осуществляют в экстракционных колоннах, заполненных насадками из колец Рашига.

Нейтрализация сточных вод предназначена для выделения из них кислот, щелочей, а также солей металлов на основе кислот и щелочей. Процесс нейтрализации основан на объединении ионов водорода и гидроксильной группы в молекулу воды, в результате чего сточная вода приобретает значение $\text{pH} \approx 6,7$ (нейтральная среда). Нейтрализацию кислот и их солей осуществляют щелочами или солями сильных щелочей: едким натром, едким кали, известью, известняком, доломитом, мрамором, мелом, магнезитом, содой, отходами щелочей и т. п. Наиболее дешевым и доступным реагентом для нейтрализации кислых сточных вод является гидроокись кальция (гашеная известь). Для нейтрализации сточных вод с содержанием щелочей и их солей (сточные воды целлюлозно-бумажных и текстильных заводов) можно использовать серную, соляную, азотную, фосфорную и другие кислоты.

Теоретический расход щелочей (кислот) для нейтрализации содержащихся в сточных водах кислот (щелочей) определяют в соответствии с уравнениями реакций нейтрализации по формуле $q = cM_э/M_k$ где c – концентрация кислоты (щелочи) или их солей в сточной воде; $M_э$ и M_k – молекулярные массы щелочи (кислоты) и кислоты (щелочи) или их солей.

На практике используют три способа нейтрализации сточных вод:

– фильтрационный – путем фильтрования сточной воды через насадки кусковых или зернистых материалов;

– водно-реагентный – добавлением в сточную воду реагента в виде раствора или сухого вещества (извести, соды или шлака); нейтрализующим раствором может быть и щелочная сточная вода;

– полусухой – перемешиванием высококонцентрированных сточных вод (например, отработанного гальванического раствора) с сухим реагентом (известью, шлаком) с последующим образованием нейтральной тестообразной массы.

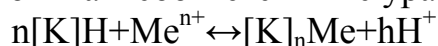
Сорбцию применяют для очистки сточных вод от растворимых примесей. В качестве сорбентов используют любые мелкодисперсные материалы (золу, торф, опилки, шлаки, глину); наиболее эффективный сорбент – активированный уголь. Расход сорбента $\tau = Q(C_0 - C_k)/d$, где Q – расход сточной

воды, $\text{м}^3/\text{с}$; C_0 и $\text{C}_\text{к}$ —концентрации примесей в исходной и очищенной сточной воде, $\text{кг}/\text{м}^3$; a —удельная сорбция, характеризующая количество примесей, поглощаемых единицей массы сорбента, $\text{кг}/\text{с}$.

Ионообменную очистку применяют для обессоливания и очистки сточных вод от ионов металлов и других примесей. Очистку осуществляют ионитами—синтетическими ионообменными смолами, изготовленными в виде гранул размером 0,2...2 мм. Иониты изготовляют из нерастворимых в воде полимерных веществ, имеющих на своей поверхности подвижный ион (катион или анион), который при определенных условиях вступает в реакцию обмена с ионами того же знака, содержащимися в сточной воде.

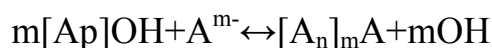
Различают сильно- и слабокислотные катиониты (в H^+ или Na^+ - форме) и сильно- и слабоосновные аниониты (в OH^- - или солевой форме), а также иониты смешанного действия.

Ионообменную очистку реализуют последовательным фильтрованием сточной воды через катиониты и аниониты. При контакте сточной воды с катионитом в водородной форме имеет место обмен катионов растворенных в воде солей на H^+ - ионы катионита в соответствии с уравнением реакции



где K — «скелет» (радикал) катионита; Me —извлекаемый из сточной воды катион металла; n —заряд катиона. При этом имеет место увеличение кислотности сточной воды.

При контакте сточной воды с анионитом в гидроксильной форме происходит обмен анионов кислот на OH^- -ионы анионита в соответствии с уравнением реакции



где A_n —«скелет» (радикал) анионита; A —извлекаемый из сточной воды анион; t —заряд аниона.

В зависимости от вида и концентрации примесей в сточной воде, требуемой эффективности очистки используют различные схемы ионообменных установок. Для очистки сточных вод от анионов сильных кислот применяют технологическую схему одноступенчатого H -катионирования и OH^- -анионирования с использованием сильнокислотного катионита и слабоосновного анионита (рис. 7.7. а). Для более глубокой очистки сточных вод, в том числе от солей, применяют одно-или двухступенчатое H -катионирование на сильнокислотном катионите с последующим двухступенчатым OH^- -анионированием на слабо-, а затем на сильноосновном анионите (рис. 7.7. б).

При содержании в сточной воде большого количества диоксида углерода и его солей происходит быстрое истощение емкости сильноосновного анионита. Для уменьшения истощения сточную воду после катионитового фильтра дегазируют в специальных дегазаторах с насадкой из колец Рашига или в других аппаратах (рис 5.7. в).

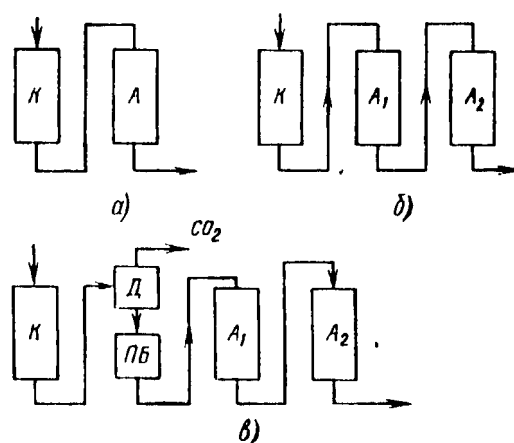


Рис. 5.7. Технологическая схема ионообменной очистки сточных вод:
 а – одноступенчатая очистка; б – очистка с двухступенчатым анионированием; в – очистка с промежуточной дегазацией и двухступенчатым анионированием; К– катионитовый фильтр; А–анионитовый фильтр; Д–декарбонизатор. ПБ–промежуточный бак

При необходимости обеспечивать значение $pH \approx 6,7$ и очистки сточной воды от анионов слабых кислот вместо анионитовых фильтров второй ступени используют фильтр смешанного действия, загружаемый смесью сильнокислотного катионита и сильноосновного анионита

Электрохимическая очистка, в частности, электрохимическое окисление осуществляется электролизом и реализуется двумя путями окислением веществ путем передачи электронов непосредственно на поверхности анода или через вещество–переносчика, а также в результате взаимодействия с сильными окислителями, образовавшимися в процессе электролиза

Наличие в сточной воде достаточного количества хлорид-ионов обуславливает появление в ней при электролизе активного хлора (Cl_2 , $HOCl$, Cl_2O , ClO , ClO_2), который является сильнейшим окислителем и способен вызывать глубокую деструкцию многих органических веществ, содержащихся в сточных водах

Электрохимическое окисление применяют для очистки сточных вод гальванических процессов, содержащих простые цианиды (KCN , $NaCN$) или комплексные цианиды цинка, меди, железа и других металлов Электрохимическое окисление осуществляют в электролизерах (обычно прямоугольной формы) непрерывного или периодического действия. На аноде происходит окисление цианидов в малотоксичные и нетоксичные продукты (цианаты, карбонаты, диоксид углерода, азот), а на катоде –разряд ионов водорода с образованием газообразного водорода и разряд ионов меди, цинка, кадмия, образующихся при диссоциации комплексных анионов с содержанием CN -группы.

На рис. 5.8 показана технологическая схема установки для электрохимического окисления сточных вод. В ее состав входят сборный резервуар 1, бак 2 для приготовления концентрированного раствора $NaCl$, электролизер 3 с источником постоянного напряжения 7. Очищенная от цианидов сточная

вода выходит по трубопроводу 4, а при необходимости ее доочистки по трубопроводу 5 вновь направляется в сборный резервуар 7. Для интенсификации процесса окисления в электролизер 3 по трубопроводу 6 подают сжатый воздух.

Гиперфильтрация (обратный осмос) реализуется разделением растворов путем фильтрования их через мембраны, поры которых размером около 1 нм пропускают молекулы воды, задерживая гидратированные ионы солей или молекулы недиссоциированных соединений. По сравнению с другими методами очистки гиперфильтрация требует малых энергозатрат, установки для очистки конструктивно просты и компактны, легко автоматизируются, фильтрат имеет высокую степень чистоты и может быть использован в оборотных системах водоснабжения, а сконцентрированные примеси сточных вод легко утилизируются или уничтожаются.

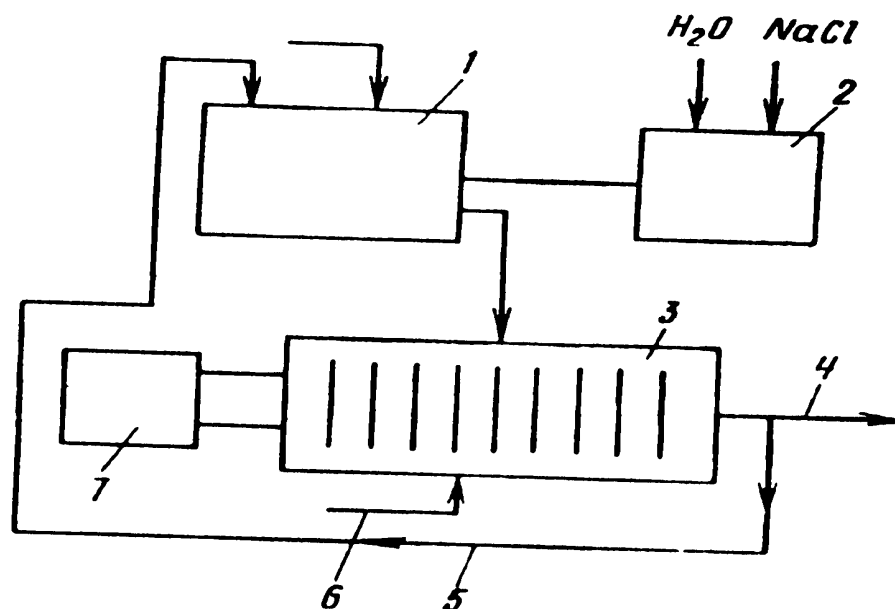


Рис. 5.8. Технологическая схема установки электрохимического окисления цианосодержащих сточных вод

Перенос воды и растворенного вещества через мембрану оценивается уравнениями $Q = k_1(p_p - \Delta p)$; $F = k_2 \Delta c$, где Q – расход воды через мембрану, $\text{м}^3/\text{с}$, k_1 , k_2 – коэффициенты проницаемости соответственно воды и растворенного вещества через конкретную мембрану; p_p – рабочее давление на входе в мембрану, Па; Δp – разность осмотических давлений раствора на входе в мембрану, Па, Δc – разность концентраций растворенного в воде вещества на входе в мембрану и выходе из нее, $\text{кг}/\text{м}^3$; F – масса растворенного вещества, переносимого через мембрану, кг.

Для гиперфильтрации используют ацетатцеллюлозные, полиамидные и тому подобные полимерные мембраны с ресурсом работы 1. 2 г. Селективность мембран по отношению к ионам различных веществ характеризуется следующим рядом $\text{Al}^{3+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Ba}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{Na}^+ > \text{F}^- > \text{K}^+ > \text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{I}^- > \text{NO}_3^- > \text{H}^+$.

Эвапорация реализуется обработкой паром сточной воды с содержанием летучих органических веществ, которые переходят в паровую фазу и вместе с паром удаляются из сточной воды. Процесс эвапорации осуществляют в испарительных установках (рис. 5.9), в которых при протекании через эвапорационную колонну с насадками из колец Рашига навстречу потоку острого пара сточная вода нагревается до температуры 100°C . При этом содержащиеся в сточной воде летучие примеси переходят в паровую фазу и распределяются между двумя фазами (паром и водой) в соответствии с уравнением $C_p/c_w = y$, где C_p и c_w – концентрации примеси в паре и сточной воде, $\text{кг}/\text{м}^3$; y – коэффициент распределения. Для аммиака, этиламина, диэтиламина, анилина и фенола, содержащихся в сточной воде, коэффициент распределения соответственно равен 13, 20, 43; 5,5 и 2.

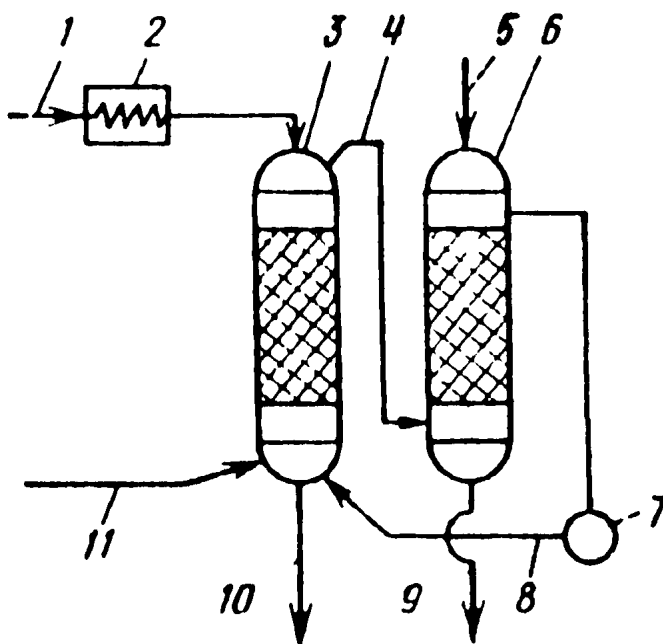


Рис. 5.9. Технологическая схема эвапорационной установки
 1–трубопровод подачи исходной сточной воды; 2– теплообменник;
 3–эвапорационная колонна; 4– трубопровод загрязненного пара;
 5–трубопровод подачи растворителя; 6–колонна с насадками из колец Рашига для очистки отработанного пара; 7–вентилятор; 8– трубопровод повторно используемого очищенного пара; 9 – трубопровод отвода загрязненного летучими примесями растворителя; 10–трубопровод отвода очищенной сточной воды; 11–трубопровод подачи свежего пара

Концентрация примеси в сточной воде на выходе из эвапорационной колонны

$$C_w = C_o(qY - 1)(qye^x - 1)$$

где C_o – концентрация примеси в исходной сточной воде, $\text{кг}/\text{м}^3$; q – удельный расход пара, $\text{кг}/\text{кг}$; $x = [r\sigma H(qy - 1)] / (byu)$, здесь bqu – эмпирическая постоянная насадки; b – плотность орошения колонны водой, $\text{м}^3/\text{м}^2$; r – эмпирическая постоянная, $\text{м}/\text{с}$; σ – удельная площадь поверхности насадки, $\text{м}^2/\text{м}^2$; H – высота

слоя насадки, м.

Выпаривание, испарение и кристаллизацию используют для очистки небольших объемов сточной воды с большим содержанием летучих веществ.

При физико-химической очистке природных и сточных вод в качестве реагентов – окислителей наиболее широко применяются: хлор, гипохлорит натрия, диоксид хлора, озон, перекись водорода и др.. Основным недостатком этих реагентов – образование растворимых токсичных органических веществ (хлорсодержащих или перекисных), остающихся в очищенной воде в последние годы все больший интерес привлекает к себе новая ферратная технология очистки воды, основанная на использовании ферратов натрия или калия. Эти реагенты обладают универсальными свойствами: наряду с окислительным действием, они также способствуют процессам коагуляции и дезинфекции. Широкое применение этого способа очистки было затруднено из-за отсутствия методов промышленного синтеза ферратов.

В ЗАО «НПО ЭКРОС» разработана технология промышленного производства нового реагента «ферроксин», в котором в качестве основного активного вещества используется сильный окислитель – феррат натрия степени окисления железа (+6).

Лабораторные исследования, проведенные ранее показали, что содержащиеся в сточных водах промышленных производств значительное количество серы в низшей и промежуточной степени окисления, являющиеся весьма токсичными даже в следовых количествах, могут быть полностью окисленными до сульфат-ионов при избыточном содержании феррата (в 2-2,5 раза). Лабораторные испытания также показали, что феррат натрия окисляет не только сульфиды и полисульфиды, но и цианиды, роданиды, аммоний и аминокислоты, а также органические вещества, в том числе хлорпроизводные, до мало токсичных продуктов.

Обеззараживание цианидных, хромсодержащих и кислотнo-щелочных гальванических стоков проводилось в соответствии с существующим на заводе технологическим регламентом. Проверялась возможность применения реагента «ферраксин» как индивидуально, так и в сочетании с другими применяемыми на очистных сооружениях реагентами. Сухой «ферраксин» вводился в сточную воду перед отстойниками.

Следует особо отметить, что основная проблема при очистке сточных гальванических вод заключается в том, что из-за неконтролируемых сбросов разных электролитов в стоках образуются буферные системы. Состав этих систем и буферная их емкость в разные периоды времени совершенно не определенные. В связи с этим один из важнейших процессов очистки – нейтрализацию стоков для осаждения соединения тяжелых металлов при определенном значении рН – реально очень сложно осуществить.

Учитывая, что гальванические сточные воды могут содержать неопределенное количество восстановителей, как по качественному, так и по количественному составу, для определения оптимальной дозы «Ферроксины» необходимо предварительно провести лабораторное тестирование со сточной

водой: оптимальной будет доза «Ферроксина», после внесения которой вода окрасится в слабый малиновый цвет.

Следует отметить, что, при обработке сточной воды «Ферроксином»: во-первых, окислительно-восстановительная реакция протекает очень быстро, а во-вторых – конечными продуктами окисления цианид ионов «Ферроксином» являются нитрат и карбонат натрия. Основным же методом, используемый в настоящее время на производствах, для обезвреживания цианидных стоков – щелочное хлорирование – имеет следующие недостатки: образование токсичного хлорциана и неполное удаление некоторых комплексов цианида с металлами.

Кроме того, «Ферроксин» также окисляет часто содержащиеся в гальванических сточных водах органические соединения, в том числе хлорсодержащие, и нефтепродукты, а также оказывает дезинфицирующее действие по отношению к вирусам и бактериям.

Таким образом, применение «Ферроксина» для очистки гальванических сточных вод является весьма перспективным не только в качестве окислителя, но и в качестве коагулянта [Использование реагентов «ферроксин» для очистки сточных вод гальванического производства Арапов О.В., Копылова Е.А., Иванов С.Е., Соболев С.А., Легун В.В., Журнал «Вода и экология» № 2/2008].

5.6. Биологическая очистка

Ее применяют для выделения тонкодисперсных и растворенных органических веществ. Она основана на способности микроорганизмов использовать для питания содержащиеся в сточных водах органические вещества (кислоты, спирты, белки, углеводы и т.п.). Процесс реализуется в две стадии, протекающие одновременно, но с различной скоростью: адсорбция из сточных вод тонкодисперсных и растворенных примесей органических веществ и разрушение адсорбированных веществ внутри клетки микроорганизмов при протекающих в них биохимических процессах (окислении или восстановлении). Обе стадии реализуются как в аэробных, так и в анаэробных условиях в зависимости от видов и свойств микроорганизмов. Биологическую очистку осуществляют в природных и искусственных условиях.

Сточные воды в природных условиях очищают на полях фильтрации, полях орошения и в биологических прудах. Очистку и бытовых, и производственных сточных вод на полях фильтрации и полях орошения в настоящее время используют очень редко в связи с малой пропускной способностью единицы площади полей и непостоянством состава производственных сточных вод, а также из-за возможности попадания на поля токсичных для их микрофлоры примесей.

Биологические пруды используют для очистки и доочистки сточных вод суточным расходом не более 6000 м³. Применяют пруды с естественной и искусственной аэрацией.

Биологические фильтры широко используют для очистки и бытовых, и производственных сточных вод. В качестве фильтровального материала для загрузки биофильтров применяют шлак, щебень, керамзит, пластмассу, гравий и т. п. Существуют биофильтры с естественной подачей воздуха; их применяют для очистки сточных вод суточным расходом не более 1000 м³. Для очистки производственных сточных вод больших расходов и сильно концентрированных используют биофильтры с принудительной подачей воздуха (рис. 5.10).

Нормальный ход процесса биологической очистки сточных вод устанавливается после образования на загрузочном материале биофильтра биологической пленки, микроорганизмы которой адаптировались к органическим примесям сточных вод. Период адаптации обычно составляет 2...4 недели, хотя в отдельных случаях он может достигать нескольких месяцев. Для оценки состава сточных вод в процессе биологической очистки используют биологическую потребность воды в кислороде (БПК) – количество кислорода, необходимое для окисления всех органических примесей, содержащихся в единице объема сточной воды.

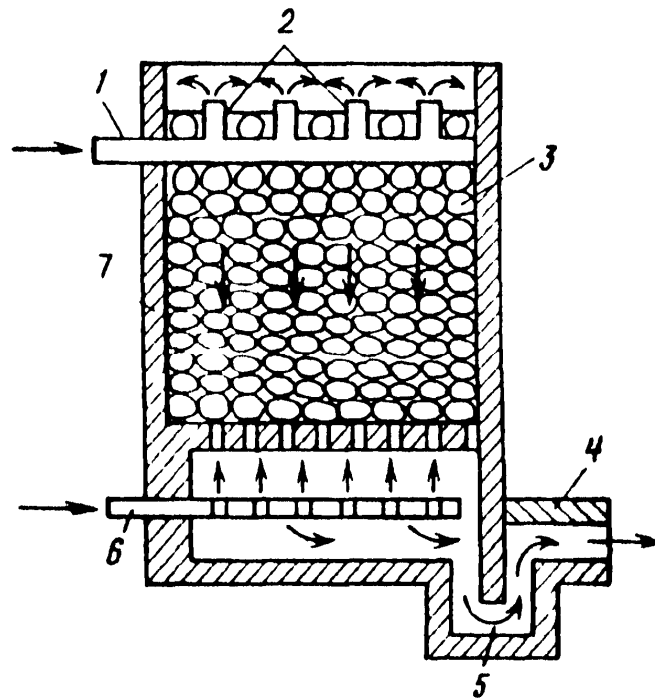


Рис. 5.10. Схема биофильтра с принудительной подачей воздуха

1–трубопровод подачи исходной сточной воды; 2–водораспределительные устройства; 3– фильтровальная загрузка; 4–трубопровод отвода очищенной сточной воды; 5–гидравлический затвор; 6 – трубопровод подвода сжатого воздуха; 7 – корпус фильтра

Объем загрузочного материала $V = (L_a - L_t) / M$, где L_a и L_t – БПК исходной и очищенной сточной воды, кг/м³; M – окислительная мощность биофильтра – масса кислорода, которая может быть получена в сутки с единицы объема загрузочного материала биофильтра, кг/(м³сут)

Аэротенки, используемые для очистки больших расходов сточных вод,

позволяют эффективно регулировать скорость и полноту протекающих в них биохимических процессов, что особенно важно для очистки промышленных сточных вод нестабильного состава. Окислительная мощность аэротенков составляет $0,5...1,5 \text{ кг/м}^3$ в сутки. В зависимости от состава примесей сточных вод и требуемой эффективности очистки применяют аэротенки с дифференцируемой подачей воздуха, аэротенки-смесители с дифференцируемой подачей сточной воды и аэротенки с регенераторами активного ила.

При БПК $> 0,5 \text{ кг/м}^3$ используют аэротенки с дифференцируемой (сосредоточенной) подачей смеси сточной воды и активного ила в начале сооружения (рис. 5.11). Воздух, интенсифицирующий процесс окисления органических примесей, распределяется равномерно по всей длине аэротенка. Диспергирование воздуха в очищаемой сточной воде осуществляют механическими или пневматическими аэраторами. Окислительная мощность аэротенков существенным образом зависит от концентрации активного ила в сточной воде. При очистке производственных сточных вод концентрация ила обычно составляет $2...3 \text{ кг/м}^3$ по сухому веществу.

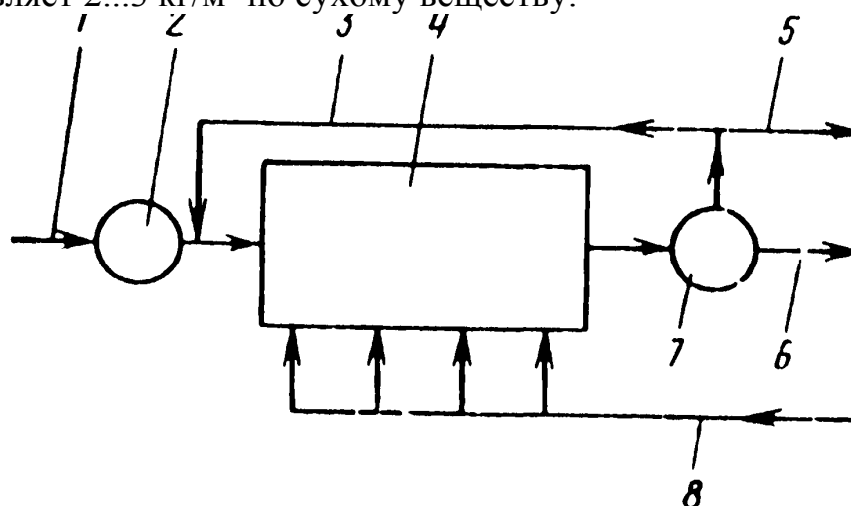


Рис. 5.11. Технологическая схема аэротенка

- 1 – трубопровод подачи исходной сточной воды; 2–первичный отстойник;
 3– трубопровод подачи активного ила для повторного использования;
 4–аэротенк; 5–трубопровод отвода отработанного ила; 6–трубопровод отвода очищенной сточной воды; 7–вторичный отстойник; 8–трубопровод подвода сжатого воздуха

Окситенки обеспечивают более интенсивный процесс окисления органических примесей по сравнению с аэротенками за счет подачи в них технического кислорода и повышения концентрации активного ила. Для увеличения коэффициента использования подаваемого в объем сточной воды кислорода реактор окситенка герметизируют. Очищенная от органических примесей сточная вода из реактора поступает в илоотделитель, в котором происходит выделение из нее отработанного ила. При проектировании окситенков необходимо предусматривать мероприятия по обеспечению их пожаровзрывобезопасности с учетом вредных и опасных факторов, имеющих место при эксплуатации систем с использованием газообразного кислорода.

6. ЗАЩИТА ЛИТОСФЕРЫ ОТ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

6.1. Почва – важная составляющая часть биосферы

Период, начиная с 1950 г. до настоящего времени, называют периодом научно-технической революции. К концу XX века произошли огромные изменения и в технологии, появились новые средства связи и информационные технологии, что резко изменило возможности обмена информацией и сблизило самые отдаленные точки планеты. Мир буквально на наших глазах стремительно изменяется, и человечество в своих действиях не всегда поспевает за этими изменениями.

Экологические проблемы возникли не сами по себе. Это результат естественного развития цивилизации, в которой сформулированные ранее правила поведения людей в их взаимоотношениях с окружающей природой и внутри человеческого общества, поддерживавшие устойчивое существование, пришли в противоречие с новыми условиями, созданными научно-техническим прогрессом. В новых условиях необходимо формирование и новых правил поведения, и новой морали с учетом всех естественнонаучных знаний. Наибольшая трудность, которая определяет многое в решении экологических проблем – все же недостаточная озабоченность человеческого общества в целом и многих его лидеров проблемами сохранения окружающей среды.

Почва – верхний слой суши, образовавшийся под влиянием растений, животных, микроорганизмов и климата из материнских горных пород, на которых он находится. Это важный и сложный компонент биосферы, тесно связанный с другими ее частями.

В почве сложным образом взаимодействуют следующие основные компоненты:

- минеральные частицы (песок, глина), вода, воздух;
- детрит – отмершее органическое вещество, остатки жизнедеятельности растений и животных;
- множество живых организмов – от детритофагов до редуцентов, разлагающих детрит до гумуса.

Таким образом, почва – биокосная система, основанная на динамическом взаимодействии между минеральными компонентами, детритом, детритофагами и почвенными организмами.

В своем развитии и формировании почвы проходят несколько этапов. Молодые почвы являются обычно результатом выветривания материнских

горных пород или переноса отложения осадков (например, аллювия). На этих субстратах поселяются микроорганизмы, пионерные растения – лишайники, мхи, травы, мелкие животные. Постепенно внедряются другие виды растений и животных, состав биоценоза усложняется, между минеральным субстратом и живыми организмами возникает целая серия взаимосвязей. В результате формируется зрелая почва, свойства которой зависят от исходной материнской породы и климата.

Процесс развития почвы заканчивается, когда достигается равновесие, соответствие почвы с растительным покровом и климатом, то есть возникает состояние климакса. Таким образом, изменения почвы, происходящие в процессе ее формирования, напоминают сукцессионные изменения экосистем.

Каждому типу почв соответствуют определенные типы растительных сообществ. Так, сосновые боры, как правило, растут на легких песчаных почвах, а еловые леса предпочитают более тяжелые и богатые питательными веществами суглинистые почвы.

Почва является как бы живым организмом, внутри которого протекают различные сложные процессы. Для того чтобы поддерживать почву в хорошем состоянии, необходимо знать природу обменных процессов всех ее составляющих.

Поверхностные слои почвы обычно содержат много остатков растительных и животных организмов, разложение которых приводит к образованию гумуса. Количество гумуса определяет плодородие почвы.

В почве обитает великое множество различных живых организмов – эдафобионтов, формирующих сложную пищевую детритную сеть: бактерии, микрогрибы, водоросли, простейшие, моллюски, членистоногие и их личинки, дождевые черви и многие другие. Все эти организмы играют огромную роль в формировании почвы и изменении ее физико-химических характеристик.

Растения поглощают из почвы необходимые минеральные вещества, но после смерти растительных организмов изъятые элементы возвращаются в почву. Почвенные организмы постепенно перерабатывают все органические остатки. Таким образом, в естественных условиях происходит постоянный круговорот веществ в почве.

В искусственных агроценозах такой круговорот нарушен, так как человек изымает значительную часть сельскохозяйственной продукции, используя ее для своих нужд. Из-за неучастия этой части продукции в круговороте почва становится бесплодной. Чтобы избежать этого и повысить плодородие почвы в искусственных агроценозах, человек вносит органические и минеральные удобрения.

6.2. Источники загрязнения почв

В нормальных естественных условиях все процессы, происходящие в почве, находятся в равновесии. Но нередко в нарушении равновесного со-

стояния почвы повинен человек. В результате развития хозяйственной деятельности человека происходит загрязнение, изменение состава почвы и даже ее уничтожение. В настоящее время на каждого жителя нашей планеты приходится менее одного гектара пахотной земли. И эти незначительные площади продолжают сокращаться из-за неумелой хозяйственной деятельности человека.

Громадные площади плодородных земель погибают при горнопромышленных работах, при строительстве предприятий и городов. Уничтожение лесов и естественного травянистого покрова, многократная распашка земли без соблюдения правил агротехники приводит к возникновению **эрозии** почвы – разрушению и смыву плодородного слоя водой и ветром (рис. 58). Эрозия в настоящее время стала всемирным злом. Подсчитано, что только за последнее столетие в результате водной и ветровой эрозий на планете потеряно 2 млрд га плодородных земель активного сельскохозяйственного пользования.

Одним из последствий усиления производственной деятельности человека является интенсивное загрязнение почвенного покрова. В роли основных загрязнителей почв выступают металлы и их соединения, радиоактивные элементы, а также удобрения и ядохимикаты, применяемые в сельском хозяйстве.

К наиболее опасным загрязнителям почв относят ртуть и ее соединения. Ртуть поступает в окружающую среду с ядохимикатами, с отходами промышленных предприятий, содержащими металлическую ртуть и различные ее соединения.

Еще более массовый и опасный характер носит загрязнение почв свинцом. Известно, что при выплавке одной тонны свинца в окружающую среду с отходами выбрасывается его до 25 кг. Соединения свинца используются в качестве добавок к бензину, поэтому автотранспорт является серьезным источником свинцового загрязнения. Особенно много свинца в почвах вдоль крупных автострад.

Вблизи крупных центров черной и цветной металлургии почвы загрязнены железом, медью, цинком, марганцем, никелем, алюминием и другими металлами. Во многих местах их концентрация в десятки раз превышает ПДК.

Радиоактивные элементы могут попадать в почву и накапливаться в ней в результате выпадения осадков от атомных взрывов или при удалении жидких и твердых отходов промышленных предприятий, АЭС или научно-исследовательских учреждений, связанных с изучением и использованием атомной энергии. Радиоактивные вещества из почв попадают в растения, затем в организмы животных и человека, накапливаются в них.

Значительное влияние на химический состав почв оказывает современное сельское хозяйство, широко использующее удобрения и различные химические вещества для борьбы с вредителями, сорняками и болезнями растений. В настоящее время количество веществ, вовлекаемых в круговорот в процессе сельскохозяйственной деятельности, примерно такое же, что и в

процессе промышленного производства. При этом с каждым годом производство и применение удобрений и ядохимикатов в сельском хозяйстве возрастает. Неумелое и бесконтрольное использование их приводит к нарушению круговорота веществ в биосфере.

Особую опасность представляют стойкие органические соединения, применяемые в качестве ядохимикатов. Они накапливаются в почве, в воде, донных отложениях водоемов. Но самое главное – они включаются в экологические пищевые цепи, переходят из почвы и воды в растения, затем в животных, а в конечном итоге попадают с пищей в организм человека.

Литосфера загрязняется жидкими и твердыми загрязняющими веществами и отходами. Установлено, что ежегодно на одного жителя Земли образуется одна тонна отходов, в том числе более 50 кг полимерных, трудноразлагаемых.

Источники загрязнения почвы могут быть классифицированы следующим образом.

Жилые дома и коммунально-бытовые предприятия. В составе загрязняющих веществ этой категории источников преобладают бытовой мусор, пищевые отходы, строительный мусор, отходы отопительных систем, пришедшие в негодность предметы домашнего обихода и т.п. Все это собирается и вывозится на свалки. Для крупных городов сбор и уничтожение бытового мусора на свалках превратили в трудноразрешимую проблему. Простое сжигание мусора на городских свалках сопровождается выделением ядовитых веществ. При сжигании таких предметов, например, хлорсодержащих полимеров, образуются сильно токсичные вещества – диоксиды. Несмотря на это, в последние годы разрабатываются способы уничтожения бытового мусора сжигания. Перспективным способом считается сжигание такого мусора над горячими расплавами металлов.

Промышленные предприятия. В твердых и жидких промышленных отходах постоянно присутствуют вещества, способные оказывать токсическое воздействие на живые организмы и растения. Например, в отходах металлургической промышленности обычно присутствуют соли цветных тяжелых металлов. Машиностроительная промышленность выбрасывает в окружающую природную среду цианиды, соединения мышьяка, бериллия; при производстве пластмасс и искусственных волокон образуются отходы, содержащие фенол, бензол, стирол; при производстве синтетических каучуков в почву попадают отходы катализаторов, некондиционные полимерные сгустки; при производстве резиновых изделий в окружающую среду поступают пылевидные ингредиенты, сажа, которые оседают на почву и растения, отходы резинотекстильных и резиновых деталей, а при эксплуатации шин – изношенные и вышедшие из строя покрышки, автокамеры и ободные ленты. Хранение и утилизация изношенных шин в настоящее время являются еще нерешенными проблемами, так как при этом часто происходит сильные пожары, которые очень трудно тушить. Степень утилизации изношенных шин не превышает 30 % от общего их объема.

Транспорт. При работе двигателей внутреннего сгорания интенсивно выделяются оксиды азота, свинец, углеводороды, оксид углерода, сажа и другие вещества, оседающие на поверхность земли или поглощаемые растениями. В последнем случае эти вещества также попадают в почву и вовлекаются в круговорот, связанный с пищевыми цепями.

Сельское хозяйство. Загрязнение почвы в сельском хозяйстве происходит вследствие внесения огромных количеств минеральных удобрений и ядохимикатов. Известно, что в составе некоторых ядохимикатов содержится ртуть.

Рассмотрим более подробно загрязнение почвы тяжелыми металлами и ядохимикатами.

Загрязнение почвы тяжелыми металлами. Тяжелыми металлами называют цветные металлы, плотность которых больше плотности железа. К ним относятся свинец, медь, цинк, никель, кадмий, кобальт, хром, ртуть.

Особенностью тяжелых металлов является то, что в небольших количествах почти все они необходимы для растений и живых организмов. В организме человека тяжелые металлы участвуют в жизненно важных биохимических процессах. Однако превышение допустимого их количества приводит к серьезным заболеваниям.

Тяжелые металлы накапливаются в почве и способствуют постепенному изменению ее химического состава, нарушению жизнедеятельности растений и живых организмов. Из почвы тяжелые металлы могут попасть в организм животных и людей и вызывать нежелательные последствия.

Установлено, что ртуть в почву поступает с некоторыми пестицидами, бытовыми отходами и вышедшими из строя измерительными приборами. Например, одна люминесцентная лампа содержит 80 мг ртути. Суммарные неконтролируемые выбросы ртути составляют 4-5 тыс. т/год. Предельно допустимая концентрация ртути в почве составляет 2,1 мг/кг. При постоянном поступлении ртути в организм в малых количествах происходит поражение нервной системы, приводящей к легкой возбудимости и ослаблению памяти.

Весьма токсичным для живых организмов является свинец. Из каждой тонны добываемого свинца до 25 кг его поступает в окружающую среду. Огромное количество свинца выделяется в атмосферу вместе с выхлопными газами автомобилей при сжигании этилированного бензина, так как 1 л бензина содержит до 0,5 г тетраэтилсвинца. Загрязнение почвы и растений свинцом вдоль автомобильных дорог распространяется на расстояние до 200 метров. Предельно допустимая концентрация свинца в почве =32 мг/кг. Превышение этого показателя увеличивает вероятность попадания свинца в организм человека через сельскохозяйственные продукты, что может привести к поражению центральной нервной системы, печени, почек и мозга. В промышленных районах содержание свинца в почве в 25-27 раз больше, чем в сельскохозяйственных.

Загрязнение почвы медью и цинком ежегодно составляет 35 и 27 кг/км соответственно. Повышение концентраций этих металлов в почве приводит к

замедлению роста растений и снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Большую опасность для человека представляет накопление в почве кадмия. В природе кадмий находится в почве и в воде, а также в тканях растений. Всемирная организация здравоохранения рекомендовала ограничение дозы кадмия, поступающего с пищей в организм человека, до 70 мкг в сутки. Потребляя пищу, содержащую повышенные дозы кадмия, приводит к деформации скелета, снижению роста и сильным болевым ощущениям в пояснице.

Загрязнение почвы пестицидами. Почва загрязняется также при использовании в сельском хозяйстве пестицидов. Известно, что нормальный рост растений определяется различными физическими, химическими и биологическими процессами, которые протекают в почве. При попадании в почву пестициды могут быть включены в эти процессы с их накоплением в растениях. Кроме того, они сохраняют устойчивость в почве длительное время, что также обуславливает их накопление в пищевых цепях.

Пестициды, или ядохимикаты, по назначению подразделяются на следующие группы:

- инсектициды, представляющие собой химикаты для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур (тиофос, метафос, карбофос, хлорофос, карбаматы);

- гербициды, предназначенные для борьбы с сорными травами (амины, карбаматы, триазины);

- фунгициды, или химикаты для борьбы с грибковыми болезнями растений (бензимидазолы, морфолины, дитиокарбаматы, тетраметилтиурамдисульфид);

- регуляторы роста растений;

- дефолианты, вызывающие преждевременное старение листьев растений. Они широко применяются при механизированной сборке хлопка для ускорения опадения листьев у хлопчатника.

Дефолианты применялись во время войны во Вьетнаме для оголения джунглей. Это позволяло американской авиации обнаружить военные базы вьетнамских партизан.

Одним из первых пестицидов был печально известный ДДТ – дифенилхлортрихлорэтан. Впервые он был синтезирован немецким химиком П.Мюллером. Этот препарат обладал высокоэффективными инсектицидными свойствами и поэтому долгое время успешно применялся против малярийных комаров, клещей, вшей. В 1944-1946 годах с помощью ДДТ успешно подавляли очаги сыпного тифа в Неаполе и малярии в некоторых провинциях Италии. В СССР с помощью ДДТ был уничтожен клещ, переносящий таежный энцефалит. Все это в свое время послужило причиной присуждения П. Мюллеру Нобелевской премии. Однако много позже обнаружилось, что ДДТ обладая высокой устойчивостью в природной среде, способен накапливаться в пищевых цепях и наносить существенный вред животному миру. Попадая в организм человека, ДДТ аккумулируется в мозге и действует как нервный яд. При этом нормальное функционирование мозга может быть нарушено.

Применение ДДТ в настоящее время запрещено, но предполагают, что в биохимическом круговороте количество ДДТ в настоящее время составляет около 1 млн.т.

Необходимость применения пестицидов в сельском хозяйстве обусловлена тем, что без них урожайность сельскохозяйственных культур резко падает и составляет лишь 20-40% от возможной при их применении. Трудно себе представить уничтожение колорадского жука на картофельных плантациях без применения пестицидов.

Загрязнение литосферы при захоронении радиоактивных отходов.

В процессе ядерной реакции на атомных электростанциях лишь 0,5-1,5% ядерного топлива превращается в тепловую энергию, а остальная часть (98,5-99,5%) выгружается из атомных реакторов в виде отходов. Эти отходы представляют собой радиоактивные продукты расщепления урана – плутоний, цезий, стронций и другие. Если учитывать, что загрузка ядерного топлива в реакторе составляет 180 т, то утилизация и захоронение отработанного ядерного представляют собой труднорешимую проблему.

Ежегодно в мире при производстве электроэнергии на атомных электростанциях образуется около 200000 куб.м. радиоактивных отходов с низкой и промежуточной активностью и 10000 куб.м. высокоактивных отходов и отработанного ядерного топлива.

Радиоактивные отходы бывают жидкими и твердыми. В зависимости от агрегатного состояния изменяются условия их захоронения.

Высокоактивные жидкие радиоактивные отходы, способные к взрыву, в виде азотнокислых водных растворов хранят в аппаратах объемом до нескольких кубометров с двойными стенками из нержавеющей стали и с мешалкой.

Жидкие высокоактивные радиоактивные отходы, не способные к взрыву хранятся в могильниках, которые состоят из шахт и помещений для хранения.

В настоящее время одним из безопасных способов устранения опасности радиоактивного излучения твердых ядерных отходов является их захоронение. Твердые радиоактивные отходы хоронят в специальных контейнерах в подземных штольнях, тоннелях. К ним предъявляются особые требования при транспортировке к месту захоронения.

Проблема транспортировки радиоактивных отходов особенно актуальна для России. Дело в том, что построенные еще при СССР нашими специалистами и по нашей технологии атомные электростанции в других странах на нашем ядерном топливе, и мы должны увозить отработанные отходы. Получается весьма удручающая для России картина: электроэнергия остается для нужд страны-потребителя, а радиоактивные отходы возвращаются к нам. Такое сотрудничество с другими странами ведет в перспективе к весьма неприятным последствиям. Ведь захоронение радиоактивных отходов – это, прежде всего временное их удаление, а что с ними произойдет через 50,100 лет?

Таким образом, мы оставляем будущему поколению тяжелое наследие.

6.3. Контроль загрязнения почвы

Установление предельно допустимых концентраций вредных веществ в почве в настоящее время находится еще в самом начале разработке. ПДК установлены примерно для 50 вредных веществ, преимущественно ядохимикатов, применяемых для защиты растений от вредителей и болезней. Однако почва не принадлежит к тем средам, которые непосредственно воздействуют на здоровье человека, тогда как воздух и вода вместе с загрязнителями потребляются живыми организмами.

Неблагоприятное влияние загрязнителей почвы проявляется через трофическую цепь. Поэтому на практике для оценки степени загрязнения почвы используются два показателя:

- предельно допустимую концентрацию в почве (ПДК), мг/кг;
- допустимые остаточные количества (ДОК), мг/кг массы растительности. Так, для хлорофоса ПДК равна 1,0 мг/кг, ДОК=2,0 мг/кг. Для свинца ПДК=32 мг/кг, ДОК в мясопродуктах составляет 0,5 мг/кг.

Санитарный контроль загрязнения почвы в условиях городов осуществляется санэпидин службой. Под ее контролем находятся также транспортировка отходов, согласование мест складирования, захоронения и переработки.

Санитарно-химические показатели загрязнения почвы

Загрязняющее вещество	Число проб почвы с превышением ПДК, %	
	на всей обследованной территории	в селитебной (зеленой) зоне
Пестициды	1,23 / 2,1	0,76 / 0,7
Ртуть	2,01 / 10,9	2,7 / 2,78
Свинец	8,02 / 7,3	8,4 / 9,07
Кадмий	3,14 / 14,13	3,6 / 5,55

6.4. Разработка пестицидов безопасных для пищевой цепи

Основная опасность пестицидов как загрязнителей почвы обусловлена их высокой стабильностью в окружающей среде, что способствует их накоплению в пищевых цепях.

Для устранения этого недостатка в последние годы разрабатываются новые, экологически безопасные пестициды.

Например, гербицид глифосат в почве полностью разлагается с образованием фосфорной кислоты, углекислого газа и воды. Некоторые пестициды выпускаются в виде индивидуальных оптических изомеров, что позволяет повысить их эффективность в два раза.

Разработка одного высокоэффективного и экологически безопасного пестицида обходится в 150 млн. долларов. Так как для этого синтезируют сотни тысяч препаратов, а среди них выбирают лишь один наиболее приемлемый. В то же время такие затраты на разработку новых пестицидов окупаются высокими урожаями сельскохозяйственных культур, уменьшением загрязнения почвы, сохранением здоровья населения страны и увеличением средней продолжительности жизни людей.

Основными потребителя экологически безопасных пестицидов являются Япония, США, Франция, Германия. Несмотря на широкое применение пестицидов, в Японии имеет место самая высокая продолжительность жизни населения на земном шаре – 75 лет для мужчин и 80 лет для женщин. Это объясняется тем, что применение в Японии пестициды не накапливаются в почве, а после эффективного использования по функциональному назначению разлагаются на безвредные вещества.

В США посевные площади в 1,5 раза меньше, чем в странах СНГ, а применение пестицидов составляет 23% от мирового потребления. При этом более 80% продуктов питания не содержит пестицидов, тогда как 98% посевов риса, 97% посевов кукурузы и 93% посевов зерновых обрабатываются гербицидами

В отличие от высокоразвитых стран мира. В Российской Федерации применение пестицидов составляет примерно 4% от мирового потребления. Несмотря на слабое применение пестицидов, средняя продолжительность жизни постепенно сокращается, и по последним данным этот показатель для мужчин составляет всего 58 лет.

6.5. Средства защиты литосферы

Общая площадь суши Земли составляет 148 млн. км², из которых для обитания людей пригодны 133 млн. км².

Причиной загрязнения литосферы может быть сброс сточных вод, нефтепродуктов, выброс аэрозолей, пыли, загрязнение почвы пестицидами и т.д. Но главными видами загрязнения литосферы являются твердые бытовые и промышленные отходы.

В состав твердых бытовых отходов входят пищевые отходы, бумага, картон, стекло, текстиль, металлы, полимеры и т.д.

В состав твердых промышленных отходов входят металлы (черные и цветные), мусор, древесина, пластмассы, шлак, окалина, зола и т.д.

На одного жителя в городе приходится примерно по 1 тонне твердых отходов в год, причем эта цифра ежегодно увеличивается.

Твердые бытовые отходы и их утилизация

Основными методами обезвреживания твердых бытовых отходов являются мусоросжигательные заводы, мусороперерабатывающие заводы и санкционированные свалки.

Санкционированные свалки – это такое складирование твердых бытовых отходов, которое предусматривает долговременную переработку отходов при участии кислорода воздуха и микроорганизмов. Свалки – это наименее цивилизованный способ обезвреживания твердых бытовых отходов, так как продуктами обезвреживания являются продукты неполного распада органического вещества. В процессе гниения отходов образуются токсичные, дурнопахнущие и горючие газы (например, NH_3 , H_2S , CH_4 и т.д.) а также фильтрат, чрезвычайно опасный в санитарном отношении, так как количество бактерий кишечной группы в нем в 2 – 3 раза больше, чем в стоках городской канализации.

В городах под складирование бытовых отходов отводятся большие территории. Удалять отходы необходимо в короткие сроки, чтобы не допускать размножения насекомых, грызунов и предотвращать загрязнение окружающей среды. В Москве, например, в 1990 году было зарегистрировано 150 свалок, из которых действующими были три. В результате утилизации отходов город становится чище и получает дополнительные территории, освобождаемые от свалок. Так, некоторые новые кварталы в Москве размещены на территории бывших свалок, поэтому необходим особенно тщательный контроль воздуха в этих районах.

Мусоросжигательные заводы являются более эффективным способом обезвреживания твердых бытовых отходов по сравнению с санкционированными свалками. Но он также оказывает существенное негативное воздействие на окружающую среду. В результате сжигания отходов образуются отходящие газы, содержащие в своем составе SO_2 , HCl , HF , NO_x , CO , летучую золу и т.д. Если для очистки газов используется вода, то после очистки газов она содержит альдегиды, хлориды, сульфаты, фосфаты и т.д. В процессе сжигания мусора также образуется шлак, состоящий из мелкозернистых негоревших частиц органики, металла, стекла, камней и т.д., который загрязняет почву инертными материалами.

Мусоросжигательные заводы наряду с обезвреживанием твердых бытовых отходов и максимальным уменьшением их объема (до 90% от исходного мусора) сами загрязняют окружающую среду. Поэтому при их проектировании обязательно предусматривается очистка выбросов. Производительность таких заводов составляет примерно 720 т/сут при круглогодичном и круглосуточном режиме работы.

Мусороперерабатывающие заводы – это наиболее перспективный метод обезвреживания твердых бытовых отходов, причиняющий наименьший ущерб окружающей среде. Основными продуктами переработки твердых бытовых отходов является компост, находящий применение в сельском хозяйстве как удобрение, и некомпостируемый остаток (камни, глиняные черепки, пластмассы, стекло), представляющий собой обезвреженную массу и составляющий до 30% от объема исходного мусора.

Мусороперерабатывающие заводы по переработке бытовых отходов действуют во многих городах, причем полная переработка мусора позволяет городу с населением в 1 млн. человек получать до 1500 тонн в год металла и

почти 45 тыс. тонн в год компоста. В сельскохозяйственных районах строятся заводы по переработке старой полиэтиленовой пленки. Например, из собранной за год (более 1500 тонн), очищенной от грязи пленки получают 1300 тонн труб, которые используются в мелиорации и в крупнопанельных домах.

В Японии, стране высокой бытовой культуры, налажен сбор отходов полиэтилена в специализированные контейнеры. Отходы полиэтилена затем прессуют и из них в Тихом океане создают острова для захоронения не утилизируемых в настоящее время отходов (например, ядерных отходов).

Во многих странах Европы около больших гастрономов и универсамов установлены контейнеры для банок и бутылок, которые у нас так сложно принимаются. Специалисты подсчитали, что на собранном таким образом сырье в городе с населением 0,5-1,0 млн. человек может в течение года работать стекольный завод.

Твердые промышленные отходы и их переработка

В результате работы промышленных предприятий происходит загрязнение почвы твердыми промышленными отходами, приводящее к выходу из строя земель, пригодных для сельского хозяйства.

Различают нетоксичные и токсичные промышленные отходы. Токсичные отходы подразделяют на четыре класса токсичности: чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные и малотоксичные.

Основными видами твердых промышленных отходов являются шлаки тепловых электростанций и металлургических заводов, природные отвалы горнодобывающих предприятий и горнообогатительных комбинатов, строительный мусор и т.д.

Обезвреживание, утилизация и размещение отходов – это обязанность, которая возлагается на предприятия, ответственные за загрязнение окружающей среды.

Обезвреживание отходов – это удаление из них вредных примесей.

Утилизация отходов означает и обезвреживание и одновременное извлечение из них полезных продуктов.

Размещение отходов подразумевает или складирование или захоронение отходов. При этом складирование – это размещение отходов на поверхности земли, а захоронение – это размещение отходов на глубине, как правило, в контейнерах.

От категории отходов зависят плата за их размещение и сам порядок размещения. Нетоксичные промышленные отходы складировать на городских свалках. Токсичные отходы подвергают обезвреживанию и захоронению на специально организованных полигонах. Вокруг участков захоронения токсичных отходов отводят санитарно-защитные зоны с радиусом не менее 3 км.

Особое место среди высокотоксичных отходов занимают радиоактивные отходы, размещение которых производят в соответствии с договорами, заключаемыми с природоохранительными организациями (полигонами, заводами и т.д.), занимающимися утилизацией и захоронением отработанных радиоактивных материалов. Российский закон об охране окружающей среды запрещает ввоз в нашу страну радиоактивных отходов из других государств с

целью их хранения, захоронения, затопления или отправки в космическое пространство.

Отходы производств могут служить исходным сырьем для различных видов промышленности. Технологические установки и производства, перерабатывающие промышленные отходы, особенно целесообразны в промышленных районах с большой потребностью в строительных материалах, изделиях и конструкциях.

Примером утилизации твердых промышленных отходов может служить метод катализируемой кристаллизации стекла на основе доменных шлаков. Таким образом получают шлакоситаллы. Их высокие физико-механические и физико-химические свойства, в первую очередь износостойкость и химическая устойчивость, в сочетании с декоративностью делают их ценнейшим строительным материалом. Так, в Москве шлакоситаллы использовали при строительстве павильона «Металлургия» на Всероссийском выставочном комплексе, аэропорта Шереметьево, универсама «Москва», Центрального городского аэровокзала и т.д.

Еще одним примером утилизации твердых промышленных отходов является производство резиновой крошки и регенерата из старых шин автомобилей самых различных марок. Регенерат – это пластичный материал, частично заменяющий каучук в различных резиновых изделиях, в том числе и в новых шинах. Таким образом, груда шин на территории Чеховского регенераторного завода под Москвой – уже не свалка, а склад исходного сырья.

Одним из самых крупных источников нарушения и загрязнения окружающей среды в настоящее время является горнопромышленный комплекс. Ежегодный объем извлекаемой из недр горной массы в нашей стране составляет свыше 15 млн. тонн. При этом в хозяйственный оборот вовлекается только около трети всего минерального сырья, а на производство готовой продукции расходуется менее 7% добытых полезных ископаемых. Государство несет серьезный ущерб от потерь ценных компонентов и некомплексной переработки уже добытого сырья. Так, например, в железосодержащих шлаках аглофабрик черной металлургии содержится больше железа, чем в добываемой руде. Очевидно, что нельзя без конца наращивать и без того колоссальные потоки отходов и попутных продуктов. Вместе с тем производство стройматериалов и стройиндустрия ежегодно добывают и потребляют 3,5 млрд. тонн нерудного сырья, большая часть которого может быть заменена отходами.

Хозяйство нашей страны, кроме того, несет огромные потери, связанные со складированием отходов. В результате только на транспортировку 1 т отходов и содержание отвалов расходуются в среднем от 15 до 80 тыс. рублей.

Все развитые страны ведут разработки по совершенствованию действующих технологий с целью уменьшения количества отходов. Например, программа по экологии Нидерландов до 2000 года предусматривала уменьшение количества отходов, поступающих на сжигание, с 60 до 35%; на захоронение – с 55 до 10%.

В 1987 году Конгресс США принял поправку к закону по опасным и твердым отходам, запрещающую захоронение отходов без их предварительной обработки по самым современным технологиям.

В нашей стране еще в 1991 году была разработана программа, предусматривающая переход на безотходные и малоотходные производства, обеспечивая при этом независимость экологической экспертизы и создание кадастра вторичных ресурсов для учета вторичного сырья. Однако этот процесс затягивается в связи с коренной перестройкой самой системы хозяйствования. Это значительно усугубляет положение с охраной литосферы на территории России и стран СНГ.

7. УТИЛИЗАЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

7.1. Твердые бытовые отходы и их утилизация

Причиной загрязнения литосферы может быть сброс сточных вод, нефтепродуктов, выброс аэрозолей, пыли, загрязнение почвы пестицидами и т.д. Но главными видами загрязнения литосферы являются твердые бытовые и промышленные отходы.

Одним из массовых загрязнений почвы являются твердые бытовые отходы (ТБО). На каждого городского жителя в течение года образуется около 500 кг твердых бытовых отходов, из них 52 кг – полимерные.

Проблема обезвреживания, утилизации или ликвидации ТБО является актуальной до настоящего времени. Многочисленные городские свалки, занимающие десятки и сотни гектаров земли, являются источниками едкого дыма во время сжигания бытового мусора и загрязнения подземных вод из-за просачивания вредных веществ в грунтовые воды. Поэтому в последние годы уделяется большое внимание разработке способов утилизации или уничтожения твердых бытовых отходов.

Ориентировочный состав ТБО городов Российской Федерации включают следующие компоненты (% мас): пищевые отходы – 33-43; бумага и картон – 20-30; стекло -5-7; текстиль 3-5; пластмасса – 2-5; кожа и резина – 2-4; черный металл – 2-3,5; дерево – 1,5-3; камни – 1-3; кости – 0,5-2; цветные металлы – 0,5-0,8; прочие – 1-2.

В настоящее время известны следующие способы обезвреживания, утилизации и ликвидации ТБО:

- складирование на полигоне;
- аэробное биотермическое компостирование;
- сжигание на специальных мусоросжигательных заводах.

Выбор способа определяется с учетом экологических, экономических, ландшафтных, земельных и других факторов.

В состав твердых бытовых отходов входят пищевые отходы, бумага, картон, стекло, текстиль, металлы, полимеры и т.д.

В состав твердых промышленных отходов входят металлы (черные и цветные), мусор, древесина, пластмассы, шлак, окалина, зола и т.д.

На одного жителя в городе приходится примерно по 1 тонне твердых отходов в год, причем эта цифра ежегодно увеличивается.

Основными методами обезвреживания твердых бытовых отходов являются мусоросжигательные заводы, мусороперерабатывающие заводы и санкционированные свалки.

Санкционированные свалки – это такое складирование твердых бытовых отходов, которое предусматривает долговременную переработку отходов при участии кислорода воздуха и микроорганизмов. Свалки – это наименее цивилизованный способ обезвреживания твердых бытовых отходов, так как продуктами обезвреживания являются продукты неполного распада органического вещества. В процессе гниения отходов образуются токсичные, дурнопахнущие и горючие газы (например, NH_3 , H_2S , CH_4 и т.д.) а также фильтрат, чрезвычайно опасный в санитарном отношении, так как количество бактерий кишечной группы в нем в 2 – 3 раза больше, чем в стоках городской канализации.

В городах под складирование бытовых отходов отводятся большие территории. Удалять отходы необходимо в короткие сроки, чтобы не допускать размножения насекомых, грызунов и предотвращать загрязнение окружающей среды. В Москве, например, в 1990 году было зарегистрировано 150 свалок, из которых действующими были три. В результате утилизации отходов город становится чище и получает дополнительные территории, освобождаемые от свалок. Так, некоторые новые кварталы в Москве размещены на территории бывших свалок, поэтому необходим особенно тщательный контроль воздуха в этих районах.

Мусоросжигательные заводы являются более эффективным способом обезвреживания твердых бытовых отходов по сравнению с санкционированными свалками. Но он также оказывает существенное негативное воздействие на окружающую среду. В результате сжигания отходов образуются отходящие газы, содержащие в своем составе SO_2 , HCl , HF , NO_x , CO , летучую золу и т.д. Если для очистки газов используется вода, то после очистки газов она содержит альдегиды, хлориды, сульфаты, фосфаты и т.д. В процессе сжигания мусора также образуется шлак, состоящий из мелкозернистых негоревших частиц органики, металла, стекла, камней и т.д., который загрязняет почву инертными материалами.

Мусоросжигательные заводы наряду с обезвреживанием твердых бытовых отходов и максимальным уменьшением их объема (до 90% от исходного мусора) сами загрязняют окружающую среду. Поэтому при их проектировании обязательно предусматривается очистка выбросов. Производительность таких заводов составляет примерно 720 т/сут при круглогодичном и круглосуточном режиме работы.

Мусороперерабатывающие заводы – это наиболее перспективный метод обезвреживания твердых бытовых отходов, причиняющий наименьший ущерб окружающей среде. Основными продуктами переработки твердых бытовых отходов является компост, находящий применение в сельском хозяйстве как удобрение, и некомпостируемый остаток (камни, глиняные черепки, пластмассы, стекло), представляющий собой обезвреженную массу и составляющий до 30% от объема исходного мусора.

Мусороперерабатывающие заводы по переработке бытовых отходов действуют во многих городах, причем полная переработка мусора позволяет городу с населением в 1 млн. человек получать до 1500 тонн в год металла и почти 45 тыс. тонн в год компоста. В сельскохозяйственных районах строятся заводы по переработке старой полиэтиленовой пленки. Например, из собранной за год (более 1500 тонн), очищенной от грязи пленки получают 1300 тонн труб, которые используются в мелиорации и в крупнопанельных домах.

В Японии, стране высокой бытовой культуры, налажен сбор отходов полиэтилена в специализированные контейнеры. Отходы полиэтилена затем прессуют и из них в Тихом океане создают острова для захоронения не утилизируемых в настоящее время отходов (например, ядерных отходов).

Во многих странах Европы около больших гастрономов и универсамов установлены контейнеры для банок и бутылок, которые у нас так сложно принимаются. Специалисты подсчитали, что на собранном таким образом сырье в городе с населением 0,5-1,0 млн. человек может в течение года работать стекольный завод.

На рис. 7.1 приводится схема современной промышленной переработки твердых бытовых отходов.

Основным способом обезвреживания ТБО как за рубежом, так и в Российской Федерации является складирование на полигонах. Для создания полигона выделяют земельный участок площадью 20-40 гектаров с глинистой или тяжелой суглинистой почвой. Выбор такой почвы обусловлен следующим. Дождевые и талые воды проходят через слой твердых бытовых отходов толщиной в несколько десятков метров, извлекают из него растворимые вредные компоненты и образуют сточные воды полигона. Глинистые и суглинистые почвы препятствуют проникновению таких сточных вод в пласты подземных вод.

Срок эксплуатации полигона составляет 15-20 лет. Полигон должен располагаться не ближе 500 м от жилой постройки и не дальше 500 м от дороги с твердым покрытием.

В Казани промышленные и бытовые отходы складировались на полигоне, расположенном около населенного пункта Самосырово. Площадь полигона составляет 21,2 гектара, на нем ежегодно складировалось от 1,5 до 2,0 млн.т. отходов. Из-за большого потока твердых отходов свалка растет вверх, что затрудняет работу по обслуживанию полигона и соблюдению санитарных норм складирования ТБО.



Рис. 7.1. Принципиальная схема промышленной переработки отходов по технологии компании «Сорайн Чеккини» (Италия)

7.2. Твердые промышленные отходы и их переработка

В результате работы промышленных предприятий происходит загрязнение почвы твердыми промышленными отходами, приводящее к выходу из строя земель, пригодных для сельского хозяйства.

Различают нетоксичные и токсичные промышленные отходы. Токсичные отходы подразделяют на четыре класса токсичности: чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные и малотоксичные.

Основными видами твердых промышленных отходов являются шлаки тепловых электростанций и металлургических заводов, природные отвалы горнодобывающих предприятий и горнообогатительных комбинатов, строительный мусор и т.д.

Обезвреживание, утилизация и размещение отходов – это обязанность, которая возлагается на предприятия, ответственные за загрязнение окружающей среды.

Обезвреживание отходов – это удаление из них вредных примесей.

Утилизация отходов означает и обезвреживание и одновременное извлечение из них полезных продуктов.

Размещение отходов подразумевает или складирование или захоронение отходов. При этом складирование – это размещение отходов на поверхности земли, а захоронение – это размещение отходов на глубине, как правило, в контейнерах.

От категории отходов зависят плата за их размещение и сам порядок размещения. Нетоксичные промышленные отходы складировать на городских свалках. Токсичные отходы подвергают обезвреживанию и захоронению на специально организованных полигонах. Вокруг участков захоронения токсичных отходов отводят санитарно-защитные зоны с радиусом не менее 3 км.

На рис. 7.2. приведена схема безопасного захоронения отходов, принятая в США.

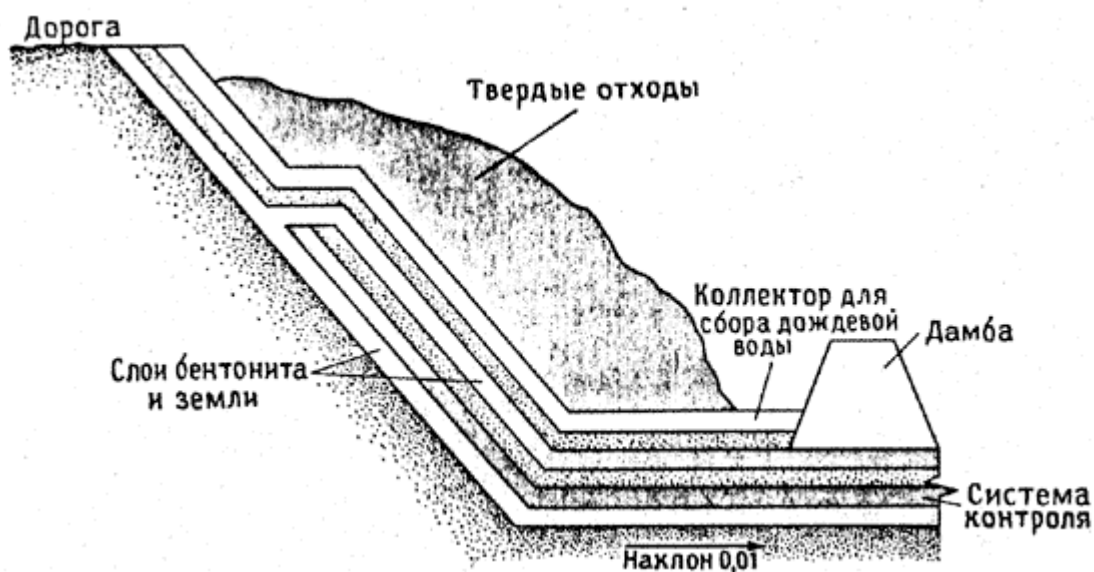


Рис. 7.2. Схема безопасного захоронения отходов

Представлен разрез безопасного хранилища, построенного фирмой «Olin Chemical» для размещения отходов производства хлора и щелочи со своего завода в Чарлстоне (шт. Теннесси). Дно камеры выстлано слоем земли и натриевой бентонитовой глины. В этом же слое предусмотрена система контроля любых утечек различных веществ из сбрасываемых отходов. Выше этого слоя уложен еще один слой бентонита и земли. Поверх второго слоя размещена система сбора ливневых стоков с насосом. Попавшая в отходы дождевая вода собирается, откачивается и направляется в очистные установки. Для хранилищ, предназначенных для размещения жидких органических

отходов, требуется изоляция из синтетических материалов, а не из глины, поскольку через глину в конце концов происходит утечка органических жидкостей.

Особое место среди высокотоксичных отходов занимают радиоактивные отходы, размещение которых производят в соответствии с договорами, заключаемыми с природоохранительными организациями (полигонами, заводами и т.д.), занимающимися утилизацией и захоронением отработанных радиоактивных материалов. Российский закон об охране окружающей среды запрещает ввоз в нашу страну радиоактивных отходов из других государств с целью их хранения, захоронения, затопления или отправки в космическое пространство.

Отходы производств могут служить исходным сырьем для различных видов промышленности. Технологические установки и производства, перерабатывающие промышленные отходы, особенно целесообразны в промышленных районах с большой потребностью в строительных материалах, изделиях и конструкциях.

Примером утилизации твердых промышленных отходов может служить метод катализированной кристаллизации стекла на основе доменных шлаков. Таким образом получают шлакоситаллы. Их высокие физико-механические и физико-химические свойства, в первую очередь износостойкость и химическая устойчивость, в сочетании с декоративностью делают их ценнейшим строительным материалом. Так, в Москве шлакоситаллы использовали при строительстве павильона «Металлургия» на Всероссийском выставочном комплексе, аэропорта Шереметьево, универсама «Москва», Центрального городского аэровокзала и т.д.

Еще одним примером утилизации твердых промышленных отходов является производство резиновой крошки и регенерата из старых шин автомобилей самых различных марок. Регенерат – это пластичный материал, частично заменяющий каучук в различных резиновых изделиях, в том числе и в новых шинах. Таким образом, груда шин на территории Чеховского регенераторного завода под Москвой – уже не свалка, а склад исходного сырья.

Одним из самых крупных источников нарушения и загрязнения окружающей среды в настоящее время является горнопромышленный комплекс. Ежегодный объем извлекаемой из недр горной массы в нашей стране составляет свыше 15 млн. тонн. При этом в хозяйственный оборот вовлекается только около трети всего минерального сырья, а на производство готовой продукции расходуется менее 7% добытых полезных ископаемых. Государство несет серьезный ущерб от потерь ценных компонентов и некомплексной переработки уже добытого сырья. Так, например, в железосодержащих шлаках аглофабрик черной металлургии содержится больше железа, чем в добываемой руде. Очевидно, что нельзя без конца наращивать и без того колоссальные потоки отходов и попутных продуктов. Вместе с тем производство стройматериалов и стройиндустрия ежегодно добывают и потребляют 3,5 млрд. тонн нерудного сырья, большая часть которого может быть заменена отходами.

Хозяйство нашей страны, кроме того, несет огромные потери, связанные со складированием отходов. В результате только на транспортировку 1 т отходов и содержание отвалов расходуется в среднем от 15 до 80 тыс. рублей.

Все развитые страны ведут разработки по совершенствованию действующих технологий с целью уменьшения количества отходов. Например, программа по экологии Нидерландов до 2000 года предусматривала уменьшение количества отходов, поступающих на сжигание, с 60 до 35 %; на захоронение – с 55 до 10 %.

В 1987 году Конгресс США принял поправку к закону по опасным и твердым отходам, запрещающую захоронение отходов без их предварительной обработки по самым современным технологиям.

В нашей стране еще в 1991 году была разработана программа, предусматривающая переход на безотходные и малоотходные производства, обеспечивая при этом независимость экологической экспертизы и создание кадастра вторичных ресурсов для учета вторичного сырья. Однако этот процесс затягивается в связи с коренной перестройкой самой системы хозяйствования. Это значительно усугубляет положение с охраной литосферы на территории России и стран СНГ.

7.3. Способы обезвреживания жидких радиоактивных отходов

Жидкие высокоактивные радиоактивные отходы хранят в аппаратах объемом до нескольких кубометров с двойными стенками из нержавеющей стали и с мешалкой. Такие аппараты устанавливают в бетонных камерах. Для того чтобы не произошло взрыва выделяющегося при хранении водорода, аппарат непрерывно продувают воздухом, который, в свою очередь, очищают от радиоактивных аэрозолей в специальных фильтрах. Содержимое аппаратов постоянно перемешивают для предотвращения образования взрывоопасных осадков. Кроме того, осаждение радиоактивных солей может резко повысить температуру в аппарате и вызвать тепловой взрыв с выбросом радиоактивного раствора. Во избежание этих явлений аппараты снабжены холодильниками. Срок эксплуатации таких аппаратов составляет 20-30 лет. Затем жидкие отходы переливают в новые аппараты. Такой процесс может продолжаться несколько сот лет.

8. СОЗДАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

8.1. Энергетическая безопасность Европы и интересы России

Россия с ее значительным естественным природным потенциалом играет важную роль в поддержании глобального экологического равновесия. Наша страна является участником свыше 40 международных договоров и конвенций в области охраны окружающей среды. Продолжение выполнения взятых на себя международных обязательств обеспечит исполнение важной миссии России в глобальных процессах, а также будет содействовать формированию благоприятного имиджа и интеграции страны в мировое сообщество.

Экологическая ситуация в России характеризуется значительной неоднородностью. Около 15 % территории страны с населением свыше 60 млн. человек находятся в критическом или околочитическом состоянии. Почти 65% территории практически не затронуты хозяйственной деятельностью, а экологическая ситуация в этих регионах близка к естественной. Более 7,5% территории относятся к особо охраняемым природным территориям, однако их распределение по стране крайне неравномерно. Существующая дифференциация явилась следствием исторически сложившихся диспропорций в развитии производительных сил, ориентации на отрасли первичной переработки природных ресурсов, отсталости и несовершенства применяемых технологий. Неоднородность экологической обстановки предопределяет необходимость проведения дифференцированной региональной экологической политики на основании единых федеральных требований и нормативов.

Ранее призрачная угроза нехватки энергоносителей ныне становится все более реальной для многих стран мира. Мировое потребление энергии за период с 1970 г. удвоилось и к 2030 г. может возрасти еще более чем на 60%, причем 85% прироста призваны покрыть ископаемые углеводороды¹.

Между тем природа начинает ставить уже чисто ресурсные ограничения, которые в отличие от прошлого не могут быть преодолены простой заменой одного опорного энергоносителя другим. Всевозрастающий спрос на энергоресурсы предъявляют новые индустриальные страны (КНР, Индия, Бразилия, Южная Корея), где из-за их пока еще экстенсивного и догоняющего развития экономический рост весьма энергоемок. Нарастает размежевание географии производства и потребления углеводородов, что усиливает зависимость основных потребителей от импорта. Однако расширение импорта

пока не опирается на адекватно развитую инфраструктуру. При этом существенная часть поставок идет из регионов с повышенными политическими рисками (или транзитом через такие регионы), что уже привело к 15 серьезным нарушениям в нефтеснабжении за последние 20 лет. Наконец, отрасль существенно недоинвестируется, что дополнительно снижает ее ресурсное и научно-техническое обеспечение и сковывает возможности внутренней реструктуризации.

Накапливаясь, все эти факторы создают качественно новую обстановку в мировой энергетике, придают надвигающемуся кризису уже не преходящий, конъюнктурный, а структурный характер, (устойчиво превращающий мировой энергорынок в рынок продавцов с выходом на иной, повышенный уровень цен, в которые закладываются уже не только растущая себестоимость, но и редкость ресурса. По крайней мере в 2006 г. мировые цены нефти и газа были вдвое выше, чем предсказывали наиболее радикальные прогнозисты всего три года назад. При этом на перспективу примерно до 2050 г. пока не просматривается комплекс прорывных технических решений, которые позволили бы заменить существующую углеводородную базу энергетики какой-либо иной [Энергетическая безопасность Европы и интересы России / П. Каныгин // Мировая экономика и международные отношения, 2007, № 5, с. 3-11].

Основными факторами, воздействующими на объемы потребления первичных энергоресурсов (ПЭР) являются:

Энергия – основа обеспечения необходимых условий жизнедеятельности и развития человечества, уровня его материального и экономического благополучия, а также взаимоотношений общества с окружающей средой.

Важнейшими факторами, влияющими на объемы потребления ПЭР, являются темпы экономического роста, численность населения, динамика мировых цен (прежде всего на нефть), эффективность энергосберегающей политики отдельных стран или их групп, возможное глобальное изменение климата, а также многие другие, иногда непредсказуемые факторы. Коротко охарактеризуем воздействие перечисленных факторов в мире и в отдельных группах стран в зависимости от уровня их экономического развития.

Темпы экономического роста – один из важнейших факторов, воздействующих на объемы потребления ПЭР. Это воздействие имеет свои особенности в странах ОЭСР, развивающихся и странах с переходной экономикой, включая Россию. В странах ОЭСР в 1991-2000 гг. сохранялись умеренные темпы роста экономики и объемы потребления энергии. В перспективе до 2030 г. темпы потребления энергии там будут продолжать отставать от темпов экономического роста (табл. 1), что связано с наращиванием в экономике доли высокотехнологичных и энергосберегающих отраслей при одновременном повышении доли сферы услуг.

В развивающихся странах за период 2001-2030 гг. ожидается снижение темпов экономического роста с 5.2 до 4.1% и темпов потребления (ПЭР-с 3.5 до 2.0%.

В группе стран с переходной экономикой глубокий экономический спад 1991-2000 гг. сопровождался резким сокращением потребления топливно-энергетических ресурсов.

Численность населения. Этот показатель к 2030 г. может достигнуть 8.2 млрд. человек против 6.1 млрд. в 2000 г. По данным ООН, в 2001 – 2030 гг. наиболее высокий ежегодный прирост населения – 1.1% – ожидается в развивающихся странах, более умеренный – 0.4% – в промышленно развитых. В странах Восточной Европы и СНГ прироста населения не прогнозируется.

Динамика мировых цен. Колебания цен на нефть связаны главным образом с нарушением баланса между спросом и предложением. Немаловажную роль при этом играют объемы стратегических и коммерческих запасов нефти, а также всевозможные спекулятивные операции посредников – нефтяных фирм, которые способствуют поддержанию резких колебаний этих цен в интересах стран – импортеров нефти и прежде всего США.

Перелом в ценах в пользу стран-экспортеров произошел в 1999 г., когда члены ОПЕК приняли новый механизм регулирования цен, который способствовал поддержанию их в пределах коридора 22-28 долл./барр. Тем самым страны-импортеры были лишены возможности сохранять высокий уровень коммерческих запасов, что привело к резкому сокращению спекулятивных операций нефтяных лидеров.

При прогнозировании цен на период 2011-2020 гг. необходимо учитывать ряд факторов.

Основные крупнейшие месторождения нефти были открыты в 60-80-е годы прошлого столетия, когда ежегодные объемы наращивания разведанных запасов колебались в пределах от 7.0 до 18.5 млрд. т. В наше время этот показатель находится в пределах только 1.5-3.0 млрд. т, причем прирост происходит за счет открытия небольших месторождений и увеличения запасов на уже разрабатываемых месторождениях. Открытые в прошлом столетии месторождения вступили или вступают в стадию падающей добычи, что создает сложнейшие проблемы для поддержания

Повышение эффективности использования энергии и энергосбережение. Особенностью экономики многих промышленно развитых стран является ее ресурсосберегающий и, в частности, энергосберегающий характер. Неоднократное повышение после энергетического кризиса 70-х годов цен на энергоносители стало решающим фактором роста эффективности использования энергии и перехода на энергосберегающий путь развития.

Мерилом эффективного использования энергии служит такой агрегированный показатель, как энергоемкость, то есть общее потребление энергии на выработку единицы ВВП. Уровень энергоемкости ВВП говорит об экономичном или расточительном использовании энергоресурсов. Наиболее низкая энергоемкость ВВП отмечается в промышленно развитых странах. За 1991-2000 гг. она снизилась примерно на 11%.

В прогнозный период ожидается продолжение этой тенденции, чему способствует дальнейшее ужесточение мер по снижению энергоемкости. Например, принятый в США в 2005 г. Закон об энергетической политике, кроме

ужесточения стандартов по экономии энергии, предусматривает льготы по налогообложению бизнеса и отдельных лиц, применяющих энергосберегающие технологии и приборы. В развивающихся странах в 2003 г. энергоемкость была почти в 2.3 раза выше, чем в промышленно развитых. К 2030 г. разрыв может несколько возрасти.

В России в 2000 г. этот показатель был в 1.9 раза выше, чем в промышленно развитых странах. К 2030 г. прогнозируется значительное (более чем на 49%) его снижение, но все равно он будет выше, чем в промышленно развитых /странах, почти в 1.8 раза.

По мере дальнейшего сокращения разрыва к I середине XXI в. мир встанет перед проблемой обеспечения человечества традиционными источниками энергии. Кроме того, существует угроза экологической катастрофы в результате сжигания огромных объемов органического топлива. Поэтому уже сейчас остро стоит вопрос о постепенном переходе на более экологически чистые источники энергии.

Несмотря на усилия ряда стран по наращиванию мощностей в атомной энергетике и использованию возобновляемых источников энергии, доминирующее положение в структуре потребления ПЭР в 2001-2030 гг. сохранится за энергоносителями органического происхождения. Их доля в мировом энергопотреблении останется примерно на одном уровне: 85.4% в 2000 г. и 85% к 2030 г. при незначительном увеличении доли энергии АЭС, ГЭС и других возобновляемых источников энергии с 14.6 до 15.0%.

В общем объеме потребления и производства ПЭР первое место сохранится за нефтью, второе за газом и третье – за углем. Согласно прогнозу, в течение всего периода будут постепенно снижаться темпы потребления нефти и газа. Если в 2001-2010 гг. ежегодные темпы прироста объемов потребления нефти составят около 1.4% и газа – 2.15%, то в 2021-2030 гг. эти показатели для нефти снизятся до 0.7, газа до 1.8%. Таким образом, за весь прогнозный период ожидается нарастающее превышение ежегодных темпов прироста потребления газа над соответствующими показателями по нефти: в 2001-2010 гг. – в 1.5 раза и в 2021-2030 гг. в 2.5 раза. Учитывая более быстрый рост потребления газа по сравнению с нефтью, а также прогнозируемые тенденции падения в структуре потребления ПЭР доли нефти и роста доли газа, можно ожидать, что к 2030 г. газ выйдет на первое место.

Большая часть прирастающего объема потребления нефти будет расходоваться на нужды транспорта, так как здесь не ожидается появления крупных альтернативных источников топлива. Однако ведущиеся разработки, связанные с переработкой газа и угля в жидкое топливо, а также производство этанола и биодизельного топлива из зерновых культур могут в какой-то степени удовлетворить некоторые потребности в жидком топливе. Из общего объема его потребления примерно 50% _ будет расходоваться на транспорте и около 30% – в промышленности (в основном химической и нефтехимической отраслях). Остальное будет направлено на нужды коммерческого и жилого секторов, а также на выработку электроэнергии.

Наибольший объем роста потребления нефти ожидается в развивающихся странах Юго-Восточной Азии, а также в США. В европейских странах ОЭСР этот рост будет более медленным – в пределах 0.2% в год, что связано со слабым ростом численности населения или его сокращением, а также с невысокими темпами экономического развития [Байков Н., Безмельницына Г., Гринкевич Р. Перспективы развития мировой энергетики до 2030 г.* © 2007].

Основной целью государственной экологической политики является обеспечение конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду. В среднесрочной и долгосрочной перспективе достижение этой основной цели будет обеспечено путем поэтапного улучшения состояния окружающей среды в регионах с кризисной экологической обстановкой и сохранения стабильности в тех регионах, где биосфера обеспечивает саморегуляцию.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие основные задачи:

- сформировать гармонизированную нормативную базу, обеспечивающую интеграцию России в мировое экономическое сообщество, в частности Всемирную торговую организацию;
- содействовать разработке и внедрению новых технологий производства и потребления, обеспечив существенное снижение удельных показателей энерго- и ресурсопотребления и энергоносителей, образования отходов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ, что, в конечном счете, должно привести к существенному повышению эффективности хозяйственной деятельности при оптимизации негативного воздействия на окружающую среду;
- стимулировать внедрение методов и приемов экологического управления предприятиями (экологического менеджмента), что приведет (при минимизации затрат и использовании внутренних ресурсов предприятий) как к повышению эффективности производства, так и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Это также даст российским производителям возможность получения сертификатов на соответствие требованиям международных стандартов, что, в свою очередь, положительно скажется на повышении конкурентоспособности отечественных товаров на внутреннем и внешнем рынках;
- реформировать экономический механизм регулирования природоохранной деятельности в развитие принципа «загрязнитель платит», предусмотрев модернизацию системы налогообложения в части введения экологических налогов (на продажу некоторых видов товаров и др.);
- использовать механизм страхования экологической ответственности;
- реализовать комплексные меры по улучшению положения в регионах с крайне неблагоприятной экологической ситуацией (преимущественно районы размещения объектов тяжелой промышленности и неглубокой переработки минерального сырья, а также крупные города). В перспективе до 2010 года следует добиться нормализации экологической обстановки в соот-

ветствии с установленными нормативами состояния окружающей среды. Необходимо определить перечень регионов России, которым будет оказана адресная поддержка из федерального уровня в решении экологических проблем;

- повысить эффективность природоохранной деятельности и обеспечить поддержание нормативно установленного состояния окружающей среды в регионах с относительно благополучной экологической ситуацией;
- обеспечить развитие незатронутых хозяйственной деятельностью регионов на основе эколого-экономического обоснования (эколого-экономической оценки), определяющего преимущественные направления развития (освоение месторождений минерального сырья, стимулирование туризма и рекреаций);
- реформировать систему особо охраняемых природных территорий и приступить к ее поэтапному развитию с целью сохранения и восстановления естественных экосистем для различных природно-климатических зон страны. При этом следует внедрять новые подходы к финансированию подобных территорий путем привлечения средств от таких видов деятельности как экологический туризм, реализация международных научных программ и др.

Одним из важнейших инструментов, обеспечивающих решение поставленных задач, включая охрану окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов и устойчивое развитие, является внедрение на российских предприятиях концепции «чистого производства» на основе обучения инженерно-технических работников. Это полностью согласовывается с концепцией устойчивого развития, направленной на решение социально-экономических задач в условиях возрастающего воздействия глобального промышленного производства и потребления на окружающую среду и здоровье населения, которая была принята на Всемирном Саммите по охране окружающей среды под эгидой Организации Объединенных Наций в Рио-де-Жанейро (1992). В Декларации и Планах выполнения решений Всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию в Йоханнесбурге (2002) указывалось на важность включения концепции устойчивого развития в системы образования всех уровней. Внедрение принципов образования для устойчивого развития предполагает решение новых задач в рамках реализации стратегии Европейской экономической комиссии ООН в области образования для устойчивого развития, разработанной в соответствии с заявлением министров окружающей среды региона ЕЭК ООН (Пятая конференция «Окружающая среда для Европы», Киев, май 2003 года) и принятой на совещании представителей министерств охраны окружающей среды и образования (17-18 марта 2005 г., г. Вильнюс).

Ключевыми темами устойчивого развития являются охрана окружающей среды, управление природными ресурсами, вовлечение отходов в хозяйственный оборот, биологическое и ландшафтное разнообразие, здравоохранение, культурное многообразие, изменение структуры производства и потребления и др. Формирование стратегии образования для устойчивого раз-

вития предполагает не только совершенствование начального образования, переориентацию образовательных процессов в направлении устойчивого развития, повышение информированности общественности и поощрение профессиональной подготовки, но и внедрение концепции «чистого» производства на основе обучения инженерно-технических работников.

Устойчивое развитие, представляющееся столь желанным для всех без исключения стран, основывается на сегодняшнем экономическом состоянии государства, его технологическом уровне, совершенствовании организации общества, однако, все эти факторы обязательно должны учитывать способность окружающей среды удовлетворить как сиюминутные потребности, так и – это необходимо особо подчеркнуть – ожидаемые в будущем. А основой устойчивого развития является рациональное ресурсопотребление.

В настоящее время в России, в связи с необходимостью становления современных стратегических подходов к решению экологических проблем, как на локальном, так и на глобальном уровнях, особую актуальность приобретает создание новых «экологически эффективных» институциональных условий для источников антропогенной нагрузки на окружающую среду (фирм, предприятий и компаний).

На протяжении многих десятилетий вся природоохранная деятельность в России сводилась к нейтрализации или ликвидации негативных последствий функционирования «экологически грязных» производств, некомпетентных хозяйственных решений, а также стихийных бедствий, природных катастроф и техногенных аварий. И сейчас остро встал вопрос о создании социально-экономического механизма для достижения баланса между задачами становления рыночных отношений, быстрого развития производства, с одной стороны, и необходимостью сохранения окружающей среды – с другой.

Прежние подходы акцентировали внимание на использовании методов и средств защиты окружающей среды на выходе производственного процесса (на «конце трубы»). Затем усилилось внимание к применению ресурсосберегающих и малоотходных технологий, к созданию замкнутых производственных циклов. Однако постепенно выяснилось, что на локальном уровне эти способы не только связаны с высокими затратами, но и имеют ограниченную экологическую эффективность, а на глобальном уровне – могут даже усугубить экологические проблемы, в частности, проблемы глобального потепления климата.

Дальнейшее внедрение концепции «чистого производства» не может осуществляться без совершенствования федерального законодательства в этой области. Следует отметить, что существующая система управления не подходит для ускоренного перехода всех видов хозяйственной деятельности на экологически более чистое производство. Она создавалась в тот период развития общества, когда было главным обеспечить экономически выгодное производство товаров и услуг при оптимальном предотвращении выбросов в окружающую среду. Соответствовала этому и правовая основа, в частности, Закон РФ «Об охране окружающей среды», 2002 год. Положительным по сравнению с предыдущими законодательными актами следует признать ввод

в структуру закона понятия о наилучшей существующей технологии – НСТ (правильнее: наилучшей доступной технологии) или ВАТ в английском варианте (Best Available Techniques).

В целом природоресурсное и природоохранительное законодательство Российской Федерации позволяет в границах правового поля осуществлять рациональное природопользование и обеспечивать охрану окружающей среды.

В настоящее время подготовлены законопроекты: новые редакции Лесного и Водного кодексов Российской Федерации, «О плате за негативное воздействие на окружающую среду», «О внесении изменений в Федеральный закон «О животном мире», а также законопроекты по внесению изменений и дополнений в другие законодательные акты, регулирующие указанные отношения, завершается подготовка проекта закона «О недрах».

Учитывая необходимость совершенствования законодательной в этой сфере, Комитет Совета Федерации по науке, культуре, образованию, здравоохранению и экологии разрабатывает в настоящее время два законопроекта, имеющих прямое отношение к развитию стратегии «чистого производства» в Российской Федерации:

- проект специального технического регламента «Обеспечение экологической безопасности на основе предотвращения и комплексного уменьшения загрязнений окружающей среды в результате хозяйственной деятельности», который предполагается принять в качестве федерального закона;
- проект федерального закона «Об обязательном экологическом страховании».

Первый законопроект направлен на внедрение в России модели технологического нормирования с учетом концепции «наилучших существующих технологий (НСТ)», что не только позволит решить проблему гармонизации российского природоохранного законодательства с международными актами, но и будет способствовать внедрению современных технологий и экономическому стимулированию хозяйственной деятельности предприятий. Сложившаяся в Российской Федерации разрешительная система на выбросы и сбросы загрязняющих веществ и размещение отходов направлена на выплату экологических платежей за загрязнения окружающей среды на основе сложного и обширного набора зачастую негибких стандартов и норм. Она устанавливает платежи за «право загрязнять окружающую среду» и не создает стимулов по внедрению экологически чистых технологий. В настоящее время в России не существует положительных стимулов, например, субсидий или займов, выдаваемых на осуществление природоохранных мероприятий. Такие инструменты существовали в прошлом, но исчезли в результате упразднения экологических фондов. Хотя федеральный закон «Об охране окружающей среды» предусматривает налоговые и другие льготы «при внедрении наилучших существующих технологий, «нетрадиционных» видов энергии, использовании вторичного сырья и отходов, а также эффективных мер по охране окружающей среды» (ст. 14), но актуализация налогового и административного

законодательства применительно к этим позициям не была осуществлена. В современных рыночных условиях для улучшения позиций предприятию требуется добиться максимально возможного сокращения потребления энергетических и других ресурсов, воды и сырья, что приводит к уменьшению вредного воздействия на состояние окружающей среды и здоровье населения. В этом случае постепенный переход на НСТ дает ощутимый практический эффект, особенно в условиях постоянного повышения тарифов на электроэнергию, транспортные перевозки и грядущей платы за использование природных ресурсов. Внедрение НСТ может в значительной степени ослабить конфликтную ситуацию с органами власти, которые вынуждены прислушиваться к требованиям населения по созданию нормальных условий жизни. Здесь следует отметить, что разрабатываемый законопроект гармонизирован с нормами международного права, в частности, с Директивой 96/61/ЕС «О комплексном предупреждении и контроле загрязнений» (так называемой IPPC-Директивой).

Второй законопроект направлен на создание законодательной базы прямого действия, определяющей участников страхового поля и механизмы возмещения убытков гражданам и юридическим лицам в результате аварийного загрязнения окружающей природной среды. В настоящее время в федеральных законах «Об охране окружающей среды» и «Об организации страхового дела в Российской Федерации», Программе социально-экономического развития Российской Федерации на среднесрочную перспективу (2003-2005 годы), Экологической доктрине Российской Федерации ответственность и необходимость компенсации убытков от загрязнения окружающей среды определены только декларативно.

Здесь следует отметить, что реализация разрабатываемых законопроектов и, соответственно, распространение на предприятиях России методологии технологического нормирования и методологии чистого производства невозможна без практического ознакомления с этими методологиями инженерно-технических специалистов предприятий России и их вовлечение в решение производственных проблем с применением этих методологий. Имеется и проблема обучения / информирования общественности и пользователей об экологических последствиях выбора данного вида НСТ в соответствии с критериями использования наилучшей природоохранной практики.

Методология «чистого производства» предусматривает переход на НСТ, позволяющие сократить потери тепла и электроэнергии, уменьшить расход воды, повысить эффективность использования топливных ресурсов, в том числе за счет вовлечения местных видов топлива и нетрадиционных видов энергетических ресурсов и др. Здесь следует отметить, что внедрение методологии «чистого производства» должно иметь как региональный, так отраслевой характер. Прежде всего, в этом нуждается энергетический комплекс на всех этапах деятельности: от добычи сырья, его подготовки и транспортировки, сжигания, получения тепла и энергии, при сокращении выбросов в окружающую среду, включая переработку отходов ТЭЖ; другим приоритетным отраслевым направлениям нужно признать жилищно-коммунальное хозяйст-

во. Что касается остальных отраслей, то целесообразно исходить, в первую очередь, из ускоренного сокращения токсичных и опасных отходов (без радиоактивных) с помощью комплекса экономически эффективных мероприятий, как это следует из методологии «чистого производства». В частности, для Арктического Совета главным является уничтожение полихлорбифенилов, неиспользованных пестицидов и гербицидов, а также диоксинов, фуранов и выбросов ртути, т.е. таких соединений, которые оказывают даже в малых концентрациях чрезвычайно сильное токсичное воздействие на биологические организмы, в том числе и на человека.

Здесь необходимо подчеркнуть, что наиболее эффективную реализацию внедрения методологии «чистого производства» можно достигнуть на региональном уровне, поскольку администрации территорий наиболее тесно связаны с руководством расположенных на этих территориях предприятий. Даже при наличии головного офиса компании в Москве, Санкт-Петербурге или других городах администрация имеет полную возможность оказывать положительное влияние на развитие производства этой компании, исходя из интересов населения и состояния окружающей среды.

Ежегодно каждый субъект РФ составляет доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов, на основе которых выпускается Федеральный доклад. Если включить в каждый региональный доклад раздел по переходу на методологию «чистого производства» и рассматривать доклад при анализе результатов года и подготовке проектов на следующий период, то вполне возможно требовать от руководства предприятий больших усилий в экологизацию производства, исходя из положений областного и федерального законодательства.

Конечно, наилучшим выходом было бы создание региональных или межрегиональных Центров «чистого производства», финансируемых в основном промышленными компаниями совместно с региональными администрациями и, возможно, международными организациями при существующей заинтересованности ЮНЕП и ЮНИДО. Это позволило бы наиболее эффективно использовать не только экономические средства, но и интеллектуальный потенциал научных и инженерно-технических специалистов России.

В среднесрочной перспективе до 2010 года целесообразно сформировать новую прогрессивную систему экологического нормирования, предусматривающую, наряду с нормированием воздействия на окружающую среду (технические нормативы), нормирование при размещении объектов, исходя из принципов ландшафтной привязки и функционального зонирования использования земель. Следует предусматривать при разработке новых перспективных технологий необходимость существенного снижения негативного воздействия на окружающую среду на всех стадиях «жизненного цикла» (в соответствии с международными стандартами), добиваться повышения энерго- и ресурсоэффективности производств. Внедрение принципов экологического управления на предприятиях позволит, используя низкочувствительные мероприятия и внутренние ресурсы, а также совершенствование производственной дисциплины, сократить негативное воздействие на окружающую сре-

ду. Приоритетом в этой связи будет являться обеспечение комфортных условий жизнедеятельности человека и поддержание экосистем в равновесном состоянии.

Основной задачей необходимых преобразований является постепенное и постоянное изменение промышленного производства, энергетики, сельскохозяйственного производства, транспорта, жилищно-коммунального хозяйства с переходом на экологически более чистое производство и реабилитация российских территорий с полным предотвращением угрозы нанесения вреда окружающей среде и здоровью населения. Такой процесс возможен при развитии жизненной и профессиональной активности людей, в том числе инженерно-технических специалистов, управленцев и администраторов, направленной на улучшение среды проживания при сохранении многовековых культурных традиций народов России.

Рассмотрим несколько видов и технологий эффективного энергосбережения, которые нашли широкое применение в Евросоюзе.

Энергия ветра, где ЕС является безусловным лидером в мире с установленной мощностью ветряков в 34 МВт. Разработана типовая модель ветряка, их кумулятивная мощность возросла за последние пять лет вчетверо.

Биомасса, собираемая в основном в сельском и лесном хозяйстве и из бытового мусора, переработка которой дала в 2005 г. 52.4 млн. т топлива в нефтяном эквиваленте. На 2010 г. «Белая книга» установила планку в 100 млн. т, однако скорее всего этот показатель составит 80 млн. т ввиду сложности сбора и переработки отходов из разнородных источников.

Вариантом переработки биомассы является биогаз, который производится в 20 странах ЕС в количестве 4 млн. т нефтяного эквивалента и используется для местного производства электроэнергии при ее выходе до 1/3 от используемой массы. С ним возникают те же проблемы, что и с биомассой, а потому к 2010 г. при наметке в 15 млн. т реально произведено будет, видимо, всего 8.6 млн. т.

Биодизель – моторное топливо для грузовиков и автобусов, получаемое из той же биомассы в количестве 1.9 млн. т, в основном в Германии (1 млн. т).

Биоэтанол – моторное топливо для легковых автомобилей, производимое в объеме 490 тыс. т в основном в Испании и Италии (где в него перерабатывают, в числе прочего, излишки вина и винограда).

«Белая книга» ставила целью заменить в 2020 г. биодизелем и биоэтанолом 5.75% потребляемого бензина, но эта цель, судя по всему, окажется недостижимой, хотя к этому времени их производство может составить 9.4 млн. т (против наметки в 18.2 млн. т).

Малые ГЭС на ручьях и реках (мощностью менее 10 МВт), используемые в пяти странах ЕС при общей установленной мощности 11.6 тыс. МВт. Ввиду простоты монтажа и эксплуатации план по их установке в 14 тыс. МВт к 2020 г. будет скорее всего выполнен.

Солнечные батареи, утилизирующие энергию Солнца. Из их общей установленной мощности в 1 тыс. МВт около 800 МВт приходится на Германию. Несмотря на высокую цену и сложность в эксплуатации, к 2020 г. их

может быть смонтировано на 5 тыс. МВт против намеченных «Белой книгой» 3 тыс. МВт.

Отопительные солнечные панели общей площадью в 15 млн. кв. м (в том числе 70% в Германии, Греции и Австрии). При наметках в 100 млн. кв. м к 2020 г. прогнозируется монтаж всего 33 млн. и здесь ЕС существенно отстает от остального мира, включая КНР.

Геотермальные источники, на базе которых производится либо электроэнергия, либо тепло. Их установленная мощность составляет около 800 МВт (из них 95% в Италии), к 2020 г. реально «ожидать 1 млн. МВт.

Несмотря на высокие различия в приливах и отливах в ряде районов (например, в Бретани) приливные электростанции в ЕС остаются пока «завтрашним днем малой энергетики.

При всех различиях эти источники роднит то, что они используются пока в основном для точечного снабжения отдельных объектов и не интегрированы в национальные или трансграничные сети энергоснабжения. Последнее потребовало бы затрат на прокладку линий передачи, несопоставимых со стоимостью передаваемой энергии. Себестоимость энергии из возобновляемых источников пока в разы выше, чем из традиционных. Соответствующие работы держатся в основном на государственных льготах и субсидиях. «Рынок биотоплива, – справедливо отмечалось на сайте Комиссии ЕС, – это не рынок в его обычном смысле, так как его развитие тесно связано с полным или частичным освобождением продукции от налогов на топливо».

Тем не менее, в использование ветровой энергии в предстоящие 20 лет предполагается вложить 115 млрд. евро, в биомассу – 70 млрд., а Европейский инвестиционный банк готов ассигновать на НИОКР в этой сфере по 500 млн. евро в год. В неядерной части ассигнований на НИОКР по 7 Рамочной программе на развитие нетрадиционной энергии зарезервировано 50% средств¹⁰

Наряду с освоением того, что лежит под руками, власти ЕС финансируют и более перспективные национальные проекты, относящиеся к возможной энергетике будущего. Речь идет прежде всего о водороде, который через топливные батареи предлагается на замену моторного топлива, причем выхлоп такого двигателя содержит не CO_2 , а воду. С 2001 г. действуют уже несколько проектов в этой области, создан прототип автомобильного водородного двигателя, в 9 городах ЕС началась экспериментальная эксплуатация автобусов на водородных батареях. Вложения в соответствующие НИОКР уже достигли 100 – 150 млн. евро в год¹². Правда, после первоначального энтузиазма критики начали указывать на иллюзии водородной энергетики. В частности, она несет те же потери при преобразовании энергии, получение водорода пока более энергоемко, чем его эффект, монтаж топливных батарей на автомобили обходится почти в 10 тыс. евро, то есть равен стоимости самой машины среднего класса, а создание для таких авто сети специализированных заправок может вообще потребовать запредельных сумм.

Россия признает наличие в Евросоюзе энергетических проблем и готова взять на себя свою долю бремени по обеспечению энергетической безопасности «Большой Европы». Она остается крупнейшим поставщиком топлива

в ЕС и с 2000 г. ведет с ним энергодиалог. Однако, российская политика, учитывая стратегическую важность данного рынка, не может строиться на самопожертвовании, а должна исходить из прагматических национальных интересов.

Прежде всего, энергообеспечения требуют наши собственные темпы экономического роста, а потому внутренний спрос на энергию будет чем дальше, тем больше конкурировать с экспортом (в частности по газу). При этом удельная энергоемкость российского ВВП сейчас в 2.5 раза выше среднемировой. [Энергетическая безопасность Европы и интересы России / П. Каныгин // Мировая экономика и международные отношения, 2007, № 5, с. 3-11].

8.2. Водородная энергетика: современное состояние и направления дальнейшего развития

За истекшие десятилетия экологическая напряженность в мире не только не уменьшилась, но и существенно возросла. Причиной этого являются не снижающиеся техногенные выбросы предприятиями топливно-энергетического комплекса (ТЭЦ, котельные и др.) в тропосферу Земли оксидов углерода, азота, серы, диоксидов углерода и других не менее токсичных веществ, в т.ч. канцерогенных. При использовании высокосернистых мазутов на ТЭЦ, не оснащенных улавливающими фильтрами, идет эмиссия в атмосферу соединений хрома, никеля и даже мышьяка с последующим их поступлением и накоплением в почве и водных объектах, что в целом сопровождается негативным воздействием на живую природу и человека.

Также значительный ущерб окружающей среде наносит автомобильный транспорт, использующий природное топливо, особенно низкого качества. Транспорт, оснащенный дизельными двигателями, выбрасывает целый шлейф токсичных веществ, включая бенз(а)пирены. Опасные соединения поступают в поверхностные и подземные воды, включая питьевые водоисточники, происходит хемогенная деградация почв, наносится непоправимый ущерб сельскохозяйственным угодьям, растительным сообществам, животному миру и человеку, экосистемам в целом.

При добыче и перевозке нефти и нефтепродуктов загрязнению подвергаются морские и океанические акватории, особенно при аварийных ситуациях. Загрязнение Мирового океана усугубляется поступлением поллютантов с загрязненным речным стоком, а также выпадением их из атмосферы при трансграничном переносе.

Постоянно возрастающие требования мирового сообщества к экономному использованию стремительно истощающихся топливных природных ресурсов, прежде всего нефти и газа, а также к устранению или хотя бы значительному снижению выбросов экологически вредных веществ в природную среду выдвигают актуальные задачи разработки новых методов производства экологически чистых видов топлива.

Оптимальное решение этих насущных проблем достигается в результате использования в качестве альтернативного топлива водорода. Во-первых, запасы водорода в природе, по сравнению с запасами нефти и газа практически неисчерпаемы. Во-вторых, при использовании в качестве топлива в полимерно-мембранных топливных элементах двигателей транспортных средств и агрегатов автономной энергетики при низких температурах (100 – 120 °С) происходит электрохимическое окисление водорода кислородом воздуха без образования диоксида азота. Конечным продуктом этой реакции является только экологически чистая вода. При этом отсутствует перевозка нефтепродуктов, осуществляется только транспортировка водорода.

В связи с этим в последнее время внимание научной общественности привлечено к проблемам водородной энергетики (новым современным способам получения, хранения, транспортировки, использования на транспорте, в топливно-энергетическом комплексе и т.п.).

Энергозатраты в этом случае снижаются в десятки раз по сравнению с электролизом и традиционным методом конверсии. Процесс получения водорода в каталитическом плазменном конверторе состоит из трех стадий (рис. 8.1). Первая стадия – конверсия природного топлива в синтез-газ с помощью плазменного катализа. Вторая стадия – конверсия синтез – газа в водород и диоксид углерода посредством обработки водяным паром. Заключительная третья стадия – сепарация водорода с помощью композитных палладиевых мембран.

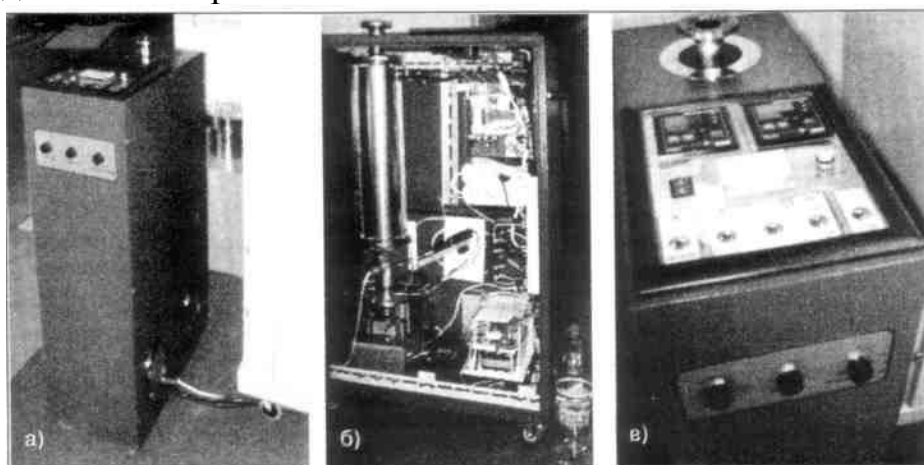


Рис. 8.1. Каталитический плазменный конвертор
а – в сборе, б – без передней панели, в – пульт управления

Другим нестандартным методом получения водорода является технология плазменной переработки твердых (несортированных) бытовых отходов (ТБО) путем высокотемпературного пиролиза их органической составляющей. Образующийся пиролизный газ содержит до 40 об. % водорода, 35 об. % оксида углерода и малые количества примесей других углеводородов. Это дает возможность получать до 150 кг водорода из 1 т ТБО. Таким образом, одновременно решаются две проблемы: пиление экологически чистого

топлива и утилизация ТБО [Крылов О.В., Миначев Х.М., Панчишный В.И. // Успехи химии. 1991. Т. 60. № 3. С. 634-648].

Не менее важно решить задачи хранения и транспортировки водорода, в том числе жидкого, полученного криогенными методами. Разработка безопасных технологий хранения и транспортировки водорода является гарантией коммерческого успеха в деле оснащения транспорта двигателями, использующими водород. О чрезвычайной актуальности проблемы свидетельствует обращение Министерства энергетики США, сделанное в 2003 г. и содержащее призыв к мировому сообществу объединить усилия с целью решения задачи разработки безопасных технологий хранения водорода.

Наряду с традиционными методами хранения водорода в виде гидридов магния, железа и др. внедряются наиболее перспективные, заключающиеся в использовании композитных супербаллонов высокого давления (не менее нескольких сотен атмосфер (рис. 8.2) или в хранении жидкого водорода, сконденсированного с помощью криогенного метода. Эффективность этих методов значительно выше традиционных.



Рис. 8.2. Супербаллон для хранения и транспортировки сильно сжатого водорода на борту транспортного средства

В последнее время начаты работы по использованию наноматериалов (нанотрубки, нановолокна диаметром менее микрона) для повышения эффективности хранения водорода за счет повышения адсорбционных свойств используемых материалов. Тем не менее несмотря на значительный прогресс в решении проблемы хранения водорода на транспорте и в стационарных установках, окончательное решение еще не найдено.

Сформировавшееся в XX в. убеждение о неотвратимости экологической катастрофы делает неизбежной замену основного энергоносителя (ис-

копаемого топлива) новым, экологически чистым энергоносителем – водородом.

Основными потенциальными потребителями водорода в качестве топлива является наземный транспорт и агрегаты автономной энергетики (для энергоснабжения, обогрева и т.д.).

Основной тип топливного элемента в данных случаях – полимерно-мембранный с протонно-проводящей мембраной. Рабочая температура такого элемента не превышает 120 °С, поэтому генерация основных токсикантов – оксидов азота – не возможна. Следовательно транспорт, оснащенный подобным устройством, полностью отвечает требованиям экологической безопасности.

В автомобильный двигатель водород может поступать из супербаллонов высокого давления (см. рис. 2) или вырабатываться непосредственно на борту автомобиля в результате конверсии природных углеводородов: керосина, бензина, дизтоплива, мазута и др., однако в последнем случае требуется утилизация образующегося диоксида углерода. Баллоны с сжиженным газом поставляются автозаправочными станциями.

Не менее значимым является обеспечение водородом ракетно-космического комплекса. Водород находится в криогенных хранилищах в жидком виде, в качестве окислителя используется, как правило, жидкий кислород.

Можно смело утверждать, что в результате совместных научных и технических разработок заложен прочный фундамент вступления человечества в эру водородной энергетики и экономики – эру сохранения запасов природного сырья и спасения будущих поколений от экологической катастрофы. [Крылов О.В., Миначев Х.М., Панчишный В.И. // Успехи химии. 1991. Т. 60. № 3. С. 634-648].

Рассмотрим далее направление сокращения эмиссии диоксида углерода в атмосферу, которым является повышение КПД преобразования энергии топлива в целевой энергоноситель.

Снижение уровня потребления топливно-энергетических ресурсов (энергосбережение) осуществляется двумя методами:

сокращением энергопотребления в результате проведения энергосберегающих мероприятий;

снижением расхода топлива на единицу отпускаемой энергии благодаря повышению эффективности ее производства.

Оба эти метода активно применяются на практике.

Сокращение эмиссии CO₂ может быть достигнуто внедрением комплексного подхода к процессам переработки топлив. Необходима разработка новых технологических процессов, ориентированных на уменьшение выбросов CO₂ в атмосферу. Наиболее перспективными являются те процессы, в которых происходит либо потребление диоксида углерода как одного из видов сырья, либо его выбросы заменяются (частично или полностью) производст-

вом углерода в твердой фазе, который впоследствии может быть использован в промышленном производстве.

Очевидно, что технико-экономические показатели новых, разрабатываемых процессов комплексной переработки природного газа, позволяющих уменьшить эмиссию диоксида углерода в атмосферу, должны быть конкурентоспособны к существующим.

Технология захоронения CO_2 стоит несколько обособлено от двух рассмотренных методов и в явном виде не привязана к технологии использования топлива, хотя косвенно и зависит от некоторых ее параметров, прежде всего от объема единичных выбросов CO_2 . При кажущейся простоте общего принципа захоронения главным препятствием является отсутствие экономически приемлемой технологии концентрации CO_2 перед ее захоронением.

Впервые идея создания искусственных кладовых диоксида углерода была реализована в Норвегии при разработке месторождений природного газа в Северном море. Нефтегазовой компанией Statoil, разрабатывающей месторождение природного газа с содержанием диоксида углерода около 9 %, было принято решение криогенно отделять диоксид углерода и закачивать его в отработанную газовую скважину недалеко от места добычи, что позволило не платить налог на CO_2 .

Конверсия и пиролиз природного газа с целью получения водорода для энергетического использования родная энергетика считается одной из технологий, обеспечивающих сокращение эмиссии диоксида в атмосферу. В качестве основного источника водорода для энергетических целей сегодня рассматривается природный газ, а основной технологией получения водорода из природного газа – эндотермический процесс паровой каталитической конверсии, который наиболее освоен в химической промышленности и является основным при производстве водорода для синтеза аммиака и метанола.

Образующийся при этом оксид углерода при взаимодействии с водяным паром переходит в водород и диоксид углерода.

Большая часть водорода, получаемого в мире, производится методом паровой каталитической конверсии.

Использование готовой технологической цепочки, разработанной ранее применительно к химической технологии, требует специальных мер, позволяющих приспособить данный процесс для водородной энергетики с учетом существующих требований по выбросам диоксида углерода. В частности, возникает Потребность в создании хранилищ для побочного продукта – диоксида углерода. Для этих целей предлагается использовать отработанные скважины нефтегазовых месторождений.

В процессах пиролиза – термического разложения природного газа – одновременно с водородом образуется дисперсный углерод в виде сажи (технического углерода).

При наличии промышленных технологий использования дисперсного углерода создания специальных хранилищ для CO_2 не потребуется. Основным потребителем углерода, получаемого из природного газа, в настоящее время являются производства по изготовлению резинотехнических изделий.

Ограниченное применение углеродных материалов из природного газа объясняется тем, что существующие промышленные технологии термического разложения малоэффективны и сопровождаются значительными выбросами вредных веществ в окружающую среду.

Разработка новых методов пиролиза природного газа проводится в различных научных центрах. В Институте высоких температур РАН разработан новый высокоэффективный процесс термического разложения природного газа, получивший название пиролиз «в свободном объеме». Его расходные характеристики использованы при технико-экономическом сопоставлении различных методов получения водорода из природного газа.

Интегральные выбросы диоксида углерода при использовании водорода в энергетике

При анализе различных схем возможного использования водорода в энергетике необходимо учитывать, что само производство водорода из природного газа связано с затратами энергии, получение которой сопровождается выбросами CO_2 в атмосферу.

Определение интегральных выбросов диоксида углерода выполнено для различных процессов получения водорода из природного газа: паровая каталитическая и парокислородные конверсии, пиролиз в плазмотроне и пиролиз «в свободном объеме».

На рис. 8.3 представлено сравнение удельных выбросов диоксида углерода при получении водорода различными методами.

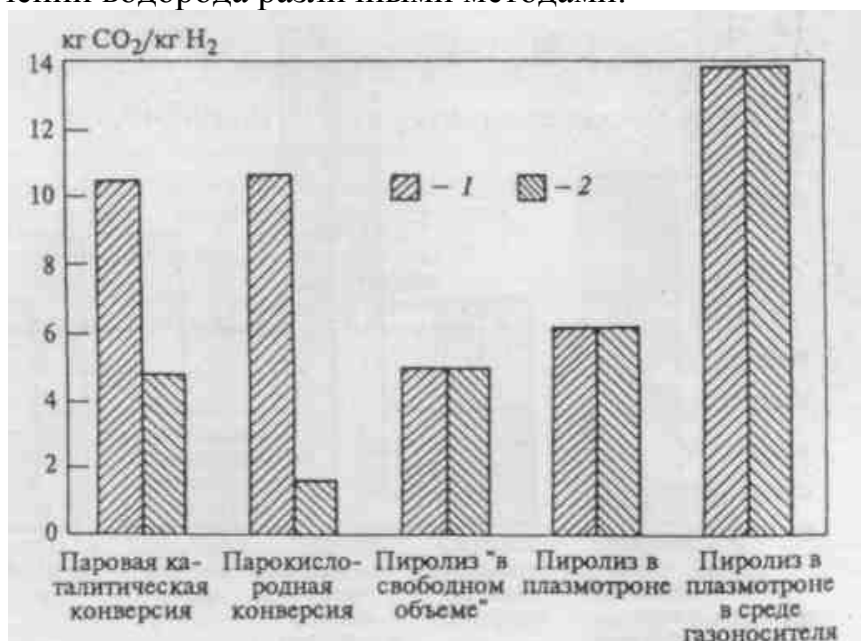


Рис. 8.3. Удельные выбросы диоксида углерода при получении водорода из природного газа различными методами.

1 – суммарные выбросы CO_2 , 2 – «неконцентрированный CO_2 ».

При анализе выбросов углекислого газа учитывался различный механизм образования CO_2 в рассмотренных процессах переработки природного газа. Так, при паровой каталитической конверсии для получения водорода из

природного газа основным аппаратом в технологической схеме является трубчатая печь, в которой сжигается природный газ для нагрева реагирующей смеси пара и природного газа. Продукты сгорания из трубчатой печи выбрасываются в атмосферу, при этом объемная концентрация CO_2 в них составляет менее 3 %.

Другой источник выбросов CO_2 в этом процессе – аппараты очистки синтезгаза после проведения шифтконверсии $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$. В этом случае продувочные газы, выходящие из системы очистки, содержат только CO_2 и водяной пар. После конденсации водяных паров концентрация CO_2 в этих газах составляет 98 °С. При парокислородной конверсии также существуют два источника выбросов углекислого газа: с продуктами сгорания природного газа, используемого для покрытия эндотермического эффекта процесса конверсии, и в концентрированном виде после выделения углекислого газа из продуктов реакции. В процессе термического разложения природного газа большая часть углерода выводится в виде технического углерода. Эмиссия CO_2 в атмосферу в этом случае связана либо со сжиганием природного газа для покрытия эндотермического эффекта реакции в тепловых методах, либо со сжиганием органического топлива на электростанции при выработке электроэнергии, расходуемой в плазмохимических методах.

В связи с этим в общем балансе CO_2 , выделяемого при конверсии, различают две составляющие: в извлеченном из продуктов реакции газе – «концентрированный CO_2 » и в продуктах сгорания, выбрасываемых в атмосферу, – «неконцентрированный CO_2 ».

На рис. 8.4 представлены значения суммарных выбросов диоксида углерода, т.е. сумма первых и вторых, и отдельно «неконцентрированного CO_2 ». Другими словами, количество выбрасываемого в атмосферу диоксида углерода в результате использования в процессе получения водорода из природного газа топлива для покрытия эндотермического эффекта реакции.

С учетом того, что существуют принципиальные отличия в технологии предотвращения выбросов для «концентрированного» и «неконцентрированного CO_2 », возможен двойной подход к рассмотрению данных процессов с точки зрения загрязнения атмосферы выбросами диоксида углерода:

1. Суммарные удельные выбросы CO_2 на 1 кг полученного водорода (абсолютная классификация). С этой точки зрения наиболее предпочтительным является процесс пиролиза «в свободном объеме».

2. Выбросы диоксида углерода в атмосферу, связанные с затратами энергии в процессах получения водорода из природного газа. По критерию «неконцентрированный CO_2 » оптимальным является процесс парокислородной конверсии, опережающий следующие за ним процессы пиролиза и паровой каталитической конверсии. Использование в качестве критерия сопоставительного анализа различных методов получения водорода из природного газа значения «неконцентрированный CO_2 » подразумевает наличие системы захоронения концентрированных выбросов диоксида углерода и может быть признано целесообразным только в том случае, если будет суще-

ствовать экологически и экономически оправданная технология безопасного захоронения диоксида углерода.

Сравнение выбросов CO_2 тепловой электростанции, работающей на природном газе и на водороде

На рис. 8.4 представлено сравнение суммарных выбросов CO_2 тепловой электростанции, работающей на природном газе и на водороде. Для последней учтены выбросы диоксида углерода в процессах получения водорода из природного газа.

Рассмотрены два варианта: сегодняшний уровень КПД электростанции +n+, равный 0,405, и КПД энергоустановок будущего поколения – 0,55.

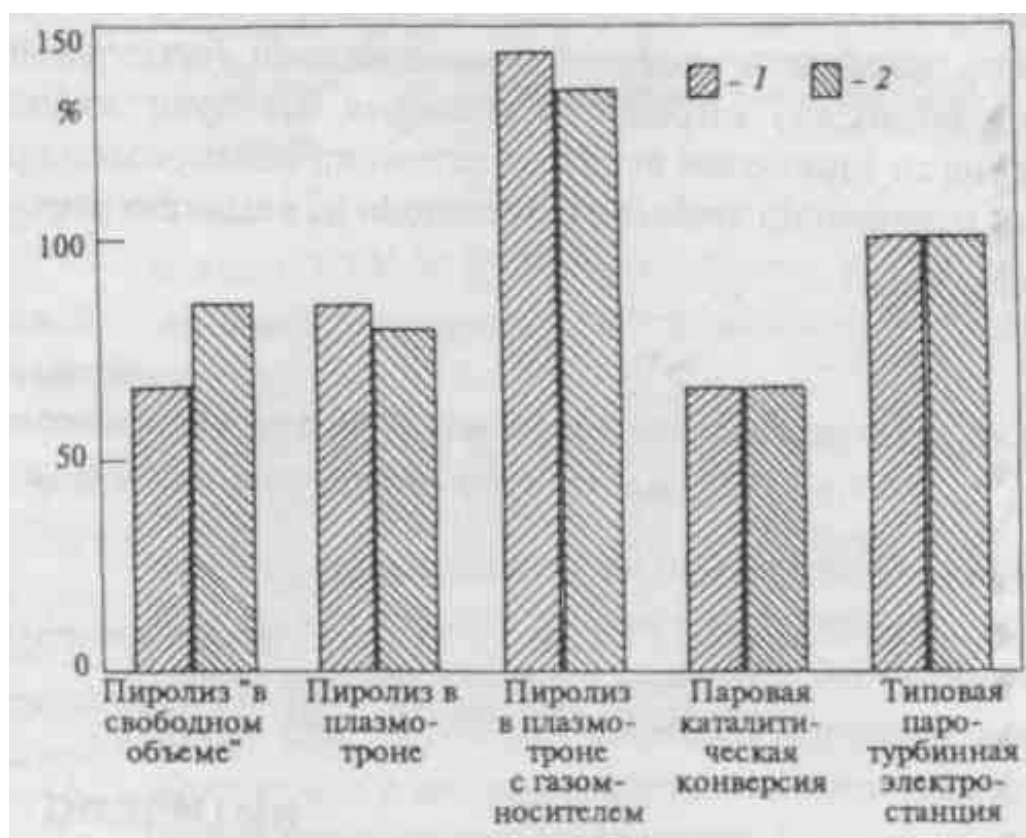


Рис. 8.4. Сравнение выбросов CO_2 типовой паротурбинной электростанции, работающей на природном газе и на водороде. Значения КПД электростанции: 1 – 0,405, 2 – 0,55

Как видно из рис. 8.4, параметры пиролитических процессов имеют разную зависимость от эффективности энергосистемы. При пиролизе с использованием плазмотрона увеличение ее КПД приводит к уменьшению топливной составляющей процесса и соответственно к сокращению удельного потребления природного газа при получении водорода. В процессе пиролиза в свободном объеме» характер зависимости противоположный. В первом случае (плазмотрон) установка потребляет электроэнергию из внешней энергосистемы. Поэтому чем выше эффективность энергосистемы, тем меньшего количество природного газа потребуется на производство электроэнергии,

используемой в плазмотроне. Во втором случае, при пиролизе «в свободном объеме» энергия не потребляется, а передается внешней энергосистеме (получаемый водород используется для выработки электроэнергии). В суммарном балансе это означает, что в результате передачи определенной электрической энергии во внешнюю энергосистему будет сэкономлен природный газ, который было бы необходимо затратить на производство этого количества электроэнергии. Чем выше КПД энергосистемы, тем эта экономия меньше. Значение эмиссии диоксида углерода пропорционально количеству природного газа, сжигаемого для покрытия эндотермики процесса.

Из рис. 3 видно, что энергетическое использование водорода с учетом эмиссии CO_2 при его получении из природного газа кардинально не решит проблему сокращения выбросов диоксида углерода в атмосферу как при существующем уровне эффективности производства электроэнергии, так и в будущем

Сравнительный анализ различных способов снижения выбросов CO_2 в атмосферу при производстве электроэнергии из природного газа

Применение водорода в энергетике означает, что из природного газа перед его сжиганием отделяется углерод, и в энергетическом агрегате сжигается чистый водород. Альтернативой использованию водорода в качестве топлива с точки зрения сокращения выбросов CO_2 является очистка продуктов сгорания энергетических установок от диоксида углерода с последующим его захоронением.

Рассмотрены следующие схемы снижения выбросов диоксида углерода при производстве электроэнергии из природного газа:

1 – извлечение CO_2 из продуктов сгорания типовой энергетической установки перед их выбросом в атмосферу методом химической абсорбции;

2 – то же путем глубокого охлаждения продуктов сгорания и удаления CO_2 в твердом виде;

3 – предварительный пиролиз природного газа, извлечение углерода в виде товарного продукта – сажи, либо, как это принято сейчас называть, технического углерода и последующее сжигание образовавшегося водорода в типовой энергетической установке.

Принципиальные схемы рассмотренных установок приведены на рис. 4–6.

В качестве типовой энергетической установки во всех схемах принята промышленная парогазовая установка с ГТУ W501F Westinghouse, имеющая подтвержденные эксплуатацией технико-экономические показатели.

Ниже дается краткое описание указанных схем.

Схема 1 (см. рис. 8.5). Для извлечения CO_2 из продуктов сгорания использован процесс химической абсорбции жидким поглотителем с последующей десорбцией путем нагрева раствора сорбента. Этот процесс применяется при получении аммиака, водорода и метанола. Проектные и эксплуатационные показатели этих технологий использованы в расчетах.

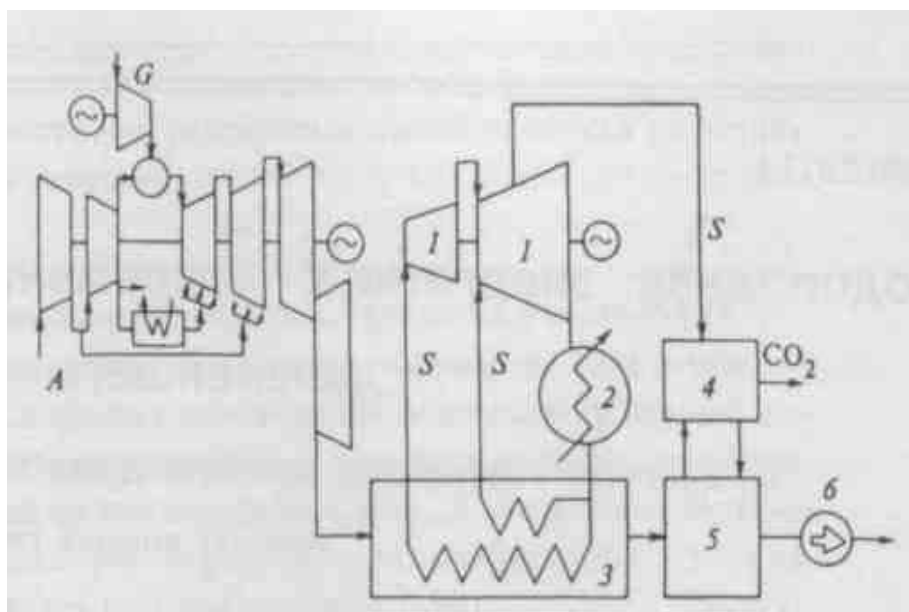


Рис. 8.5. Схема с извлечением CO_2 из продуктов сгорания типовой энергетической установки перед их выбросом в атмосферу методом химической абсорбции.

A – воздух, G – топливо, S – пар, 1 – паровая турбина, 2 – конденсатор, 3 – котел-утилизатор, 4 – отгонная колонна (десорбер), 5 – абсорбер, 6 - дымосос

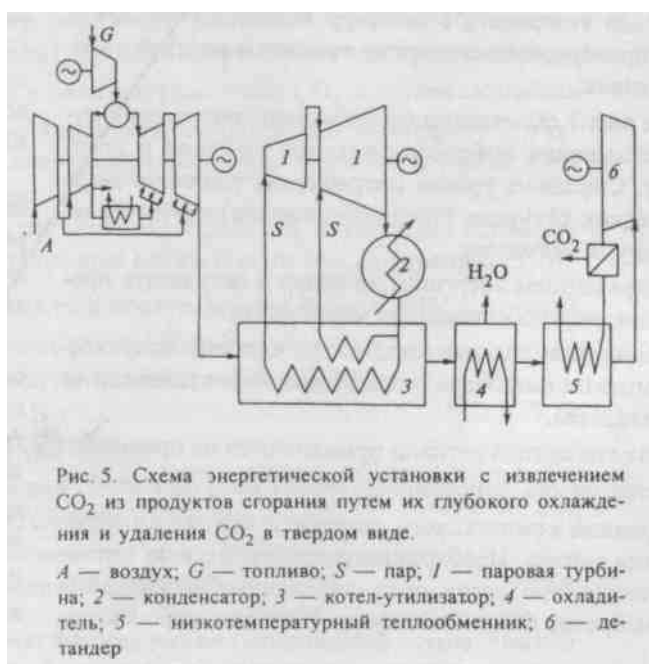


Рис. 5. Схема энергетической установки с извлечением CO_2 из продуктов сгорания путем их глубокого охлаждения и удаления CO_2 в твердом виде.

A – воздух; G – топливо; S – пар; 1 – паровая турбина; 2 – конденсатор; 3 – котел-утилизатор; 4 – охладитель; 5 – низкотемпературный теплообменник; 6 – дедандер

Рис. 8.6. Схема энергетической установки с извлечением CO_2 из продуктов сгорания путем их глубокого охлаждения и удаления CO_2 в твердом виде.

Схема 2 (рис. 8.6). Диоксид углерода извлекается в виде твердой фазы (снег) при глубоком охлаждении продуктов сгорания при расширении в детандере. Основной недостаток данного процесса – значительное снижение суммарной полезной мощности. Это происходит из-за резкого падения степени расширения ГТУ (более чем в 3 раза). Дополнительная выработка электроэнергии в детандере не компенсирует снижение мощности ГТУ, поскольку в нем расширяется существенно более холодное рабочее тело – продукты сгорания, прошедшие через рекуперативный холодильник. Суммарное снижение полезной мощности составляет 18...20 %. При этом коэффициент извлечения находится в пределах 0,5...0,7. Авторам данной статьи не известны точные технико-экономические показатели криогенного способа извлечения CO₂ из продуктов сгорания применительно к крупной энергетической установке, поэтому расчеты проведены с использованием некоторого разумного диапазона изменения показателей; в частности, это относится к оценкам капитальных затрат, необходимых при сооружении детандера.

Схема 3 (см. рис. 6). Рассмотренная схема является комплексным решением проблемы снижения выбросов CO₂ в атмосферу, при котором природный газ подвергается предварительному термическому разложению с использованием разрабатываемого процесса пиролиза [5, 6] по реакции



а образовавшийся водород сжигается в обычной ПГУ.



Термическое разложение природного газа осуществляется в среде газ-носителя, в качестве которого используется получаемый в процессе пиролиза водород, нагретый до температуры 1 900...2 000 К в высокотемпературном регенеративном теплообменнике. Реакция завершается при температуре 1 600... 1 700 К. Продукты реакции и газ-носитель отдают тепло в паротурбинный цикл и поступают в блок очистки, избыточный водород направляется в энергетическую установку на производство электроэнергии. Газ-носитель из блока очистки подается в регенеративный подогреватель на повторный нагрев, где для этой цели в камере сгорания сжигается часть природного газа.

Таким образом, в процессе пиролиза образуются два потока CH_4 : один направляется непосредственно на пиролиз и не создает выбросов CO_2 , а другой сжигается в камере сгорания регенеративного подогревателя и является источником выбросов диоксида углерода в атмосферу.

Расчет энергетических показателей схемы 3 выполнен по общепринятым методикам и не вызывает затруднений; применительно же к технологической части пиролиза природного газа использован пересчет экспериментальных данных, полученных на крупномасштабном экспериментальном стенде, на ожидаемые показатели промышленной установки.

Сопоставление рассмотренных схем выполнено по двум основным критериям:

удельным затратам электроэнергии на 1 кг предотвращенного выброса CO_2 (кВт ч/кг CO_2);

денежным затратам на 1 кг предотвращенного выброса CO_2 (цент/кг CO_2).

Поскольку все затраты энергии, связанные с предотвращением выбросов CO_2 (затраты тепла и электроэнергии в системах очистки и пиролиза, снижение мощности ГТУ в схеме с криогенной очисткой, вывод углерода в схеме 3 и т.д.), в конечном счете приводят к уменьшению полезной мощности, удельные затраты

где $N_{эм}$ – производство электроэнергии на эталонной ПГУ без проведения мероприятий по снижению выбросов CO_2 при сжигании расчетного количества топлива, кВт • ч; N – фактическое производство электроэнергии в рассмотренной схеме, кВт • ч; G_{co_2} – предотвращенный выброс CO_2 , кг.

Кроме того, предотвращение выбросов CO_2 типовой энергетической установки сопровождается дополнительными капитальными и эксплуатационными затратами, что приводит к повышению стоимости ее электроэнергии по сравнению со стоимостью электроэнергии аналогичной энергетической установки, на которой не было проведено мероприятий по снижению выбросов. Абсолютное значение удорожания отпущенной электроэнергии, отнесенное к количеству предотвращенного выброса CO_2 , принято как второй критерий сравнения.

Сопоставление выбранных схем по указанным критериям приведено в таблице. Поскольку в процессе пиролиза (схема 3) производится полезный продукт (технический углерод), который обладает определенной рыночной стоимостью, то из суммы затрат, связанных с предотвращением выбросов CO_2 , вычтен доход, полученный при реализации технического углерода. Рассмотрены три наиболее характерных варианта: технический углерод не реализуется; реализуется по минимальной для этого продукта цене (320 дол/т и по наиболее вероятной рыночной цене (500 дол/т).

Результаты расчетов представлены на рис. 7 и 8. При этом использовались различные данные по ценам на технический углерод, получаемый из природного газа, в том числе данные.

Результаты технико-экономического сопоставления представленных схем показывают, что наиболее экономичным способом снижения выбросов CO_2 в атмосферу является очистка дымовых газов (схема 1 – одноступенчатая абсорбция при атмосферном давлении).

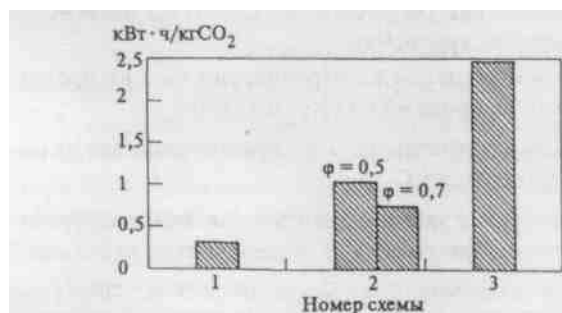


Рис. 7. Суммарные затраты энергии на извлечение CO_2 .
φ — степень извлечения CO_2

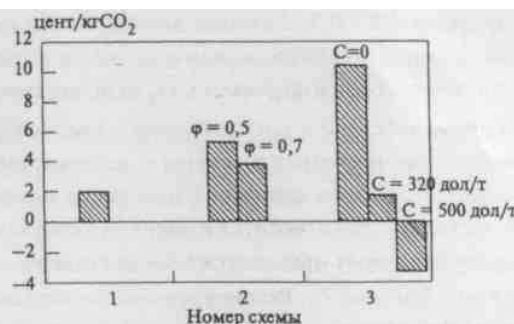


Рис. 8. Суммарные денежные затраты на извлечение CO_2 .
C — стоимость технического углерода

При технологическом использовании технического углерода затраты, связанные с комплексной технологией предотвращения выбросов CO_2 в атмосферу, могут быть покрыты доходом от продажи технического углерода, при этом стоимость электроэнергии будет сохранена на неизменном уровне.

схемы 1 и 2 не решают полностью проблемы снижения выбросов CO_2 в атмосферу, поскольку только улавливают и концентрируют диоксид углерода, а проблема его локализации остается. В схеме 3 достигается действительное снижение выбросов CO_2 в атмосферу, поскольку углерод природного газа превращается в товарный продукт – технический углерод.

Следует обратить внимание на качественную разницу между понятием «уловленный CO_2 » применительно к схемам 1 и 2 и к схеме 3. Для схем 1 и 2 – это количество CO_2 , которое образовалось в процессе горения топлива и сконцентрировано в системе очистки или криогенной системе. Для схемы 3 – это количество CO_2 , эквивалентное количеству углерода, которое выведено из цикла в виде твердого углерода – сажи.

Таким образом, проведенный анализ показал, что очистка продуктов сгорания энергетических агрегатов от диоксида углерода требует меньших затрат, чем использование водорода в качестве энергетического топлива. Существенным недостатком процессов очистки является необходимость утилизации диоксида углерода. Отделение последнего при очистке продуктов сгорания подразумевает необходимость его дальнейшего складирования и захоронения. Необходимо также учитывать, что процесс захоронения диоксида углерода также потребует определенных затрат.

С точки зрения экономики очистка продуктов сгорания от диоксида углерода более предпочтительна, чем использование для тех же целей методов водородной энергетики. однако правомочность создания системы подземных

хранилищ диоксида углерода исходя из его возможного влияния на природное равновесие требует тщательного обоснования.

Применение водорода в энергетике становится экономически оправданным только в том случае, если углерод из природного газа будет использоваться в промышленном производстве. Комплексная переработка природного газа позволит сократить эмиссию диоксида углерода без создания системы его подземных хранилищ.

Одновременно с развитием методов водородной энергетики должны развиваться процессы и технологии применения углеродных материалов, получаемых из природного газа. Только в случае положительного интегрального экономического эффекта от энергетического использования водорода и получаемых одновременно с водородом углеродных материалов можно рассчитывать на широкое распространение водорода в энергетике.

8.3. Криогенные топлива и окружающая среда

Защита окружающей среды – это вопрос индивидуальной и общественной ответственности за другие формы жизни, за жизнь людей в других частях света, за будущие поколения.

Идеологическая значимость этого вопроса будет со временем заметно возрастать, а параллельно с этим будет повышаться роль общественного мнения в разработке энергетической и технической политики и одновременно давление групп с разными интересами на само общественное мнение.

Сегодня в развитых странах все новые технологии создаются с учетом их экологического воздействия на окружающую среду. В первую очередь это касается экологически наиболее опасных топливно-энергетического и транспортного комплексов. К примеру, только в России в 1992 г. в атмосферу было выброшено 31.8 млн. т загрязнений, из них более 27% дала металлургия, 26% – ТЭК, 15% -нефтегазовая и нефтехимическая промышленность, а более 35% выбросов -транспорт (на долю авиации приходится около 25% всех транспортных выбросов). Замена нефти криогенными топливами не представляет трудности ни с технической, ни с экономической точки зрения;. Одновременно с улучшением состояния окружающей среды их использование в других отраслях может обеспечить повышение качества продукции и совершенствование технологий. Поэтому, в последние десятилетия криогенные топлива начинают использоваться в различных секторах потребления.

Перевод авиации России на криогенные топлива – это путь к обеспечению экологической безопасности, которую необходимо рассматривать комплексно, с позиций национальной безопасности страны. В этой связи необходимо учитывать как тенденции развития мировой авиации, так и специфические условия России и уровень отечественных разработок.

Развитие техносферы в нашей стране на протяжении многих лет существенно отличалось от зарубежных стран: так с 1970 по 1990 г. производство нефти в СССР возросло в 1.62 раза, в то время как в США – сократилось на 23%; производство газа в СССР возросло в 3.83 раза, а в США – сократилось на 18%; годовой выброс от антропогенных источников в СССР вырос в 2.6 раза, а в США снизился до 55% от первоначального уровня. Запад на 1 кг полезной продукции тратит 4 кг природного материала, а мы – 30-40 кг. При этом индекс опасных отходов (отношение массы вредных отходов к массе бытовых) в России составляет 4.53/128.4 млн. т/г., в Германии – 0.2675 млн. т/г., Англии – 22/3.9 млн, т/г.

Высокий уровень экологической опасности, малоэффективная работа транспортно-промышленного комплекса и неуклонный рост ущерба от стремительно- растущего числа техногенных аварий и катастроф приводит к уменьшению численности населения и резкому ухудшению состояния здоровья жителей крупных промышленных городов России. Если эти тенденции не переломить, то через несколько лет весь возможный доход от хозяйственной деятельности в стране будет уходить на компенсацию ущерба от аварий, катастроф, экологических бедствий и эпидемий. В настоящее время, хотя и

очень медленно, проводятся работы по улучшению экологической обстановки в России, в частности, переводятся на газ ТЭЦ и транспорт – в основном автомобильный. Исследования, проведенные на двигателях внутреннего сгорания, показали, что при сжигании природного газа концентрация в атмосфере углеводородов снижается в среднем в два раза, оксида углерода в 20 раз, оксида азота более чем в 15 раз. Перевод всех ТЭЦ на природный газ позволит сократить массу ежегодных вредных выбросов в атмосферу почти в 5 раз.

Весь имеющийся в России технический опыт и возможности отечественной криогенной техники могут в течение короткого времени обеспечить широкое применение сжиженного природного газа (СПГ) в аэрокосмической технике, на автомобильном, речном и железнодорожном транспорте, снизив на 1.5 порядка загрязнение ими атмосферы. Внедрение в авиацию СПГ даст импульс к улучшению состояния среды на конкретных промышленных территориях, и при поддержке Газпрома и территориальных органов власти может быть создана соответствующая криогенная инфраструктура, которая позволит перевести транспорт этих территорий вначале на СПГ, а в дальнейшем и на жидкий водород.

Сегодня в мире около 10% добываемого газа теряется при добыче и транспортировке его по трубопроводам. Как известно, метан способствует образованию парникового эффекта, поэтому при крупномасштабном производстве СПГ можно частично отказаться от транспортировки газа по трубопроводам, а осуществлять ее танкерным флотом, что значительно безопаснее, чем перевозка нефтепродуктов. Тогда открывается еще одна возможность расширить применение СПГ на транспорте и в социальной сфере на территории Сибири, где более 60% территории находится в зоне вечной мерзлоты, а из меридианных путей сообщения есть сибирские реки с их притоками. По берегам этих рек можно создать систему терминалов с накопительными хранилищами, куда СПГ может доставляться с северных месторождений ледокольным или обычным танкерным флотом.

В районах этих терминалов могут быть расположены аэродромы для заправки самолетов СПГ, железнодорожные узлы и речные порты, обеспечивающие на нем работу тепловозов и речных судов, автозаправочные станции, а также территориальные криогенные комплексы для газоснабжения промышленных центров и территорий, на которые доставка СПГ может осуществляться всеми видами транспорта.

8.4. Биотопливо и продовольственная безопасность

Обеспечение продовольственной безопасности населения планеты численностью 8-12 млрд человек – задача сложная (если учитывать, что исчерпаны ресурсы для расширения пашни и урожайность основных сельскохозяйственных культур приблизилась к физиологическому порогу), но выполнимая. Для ее решения необходим целый комплекс мер: развитие сухого земледелия, режим строжайшей экономии продовольствия, увеличение доли растительного белка в пищевом рационе (для его производства требуется меньше энергии), полное использование отходов растениеводства в качестве кормов.

Обеспечение рассмотренными видами ресурсов (минеральными, энергетическими, продовольственными) тесно связано: рециклинг минеральных веществ ведет к неизбежному росту энергопотребления; производство биотоплива из продовольственного сырья ослабит продовольственную безопасность.

Л. Браун в своих ранних работах считал элементом продовольственной безопасности прекращение использования продовольствия в качестве сырья для производства топлива и биodeградебельных пластиков. В более поздних работах он, к сожалению, об этом не пишет, так как перешел в лагерь ярых противников атомной энергетики и потому смирился с «перетоком» огромной массы кукурузы из кормушек для скота в бензобаки автомобилей как альтернативой строительства новых АЭС.

Использование биотоплива – это биологический вариант гелиоэнергетики, при котором уловителем солнечной энергии является хлорофилл, а ее накопителем – органическое вещество. В седой древности биотопливо согревало пещеры, в которых жили наши пращуры, на кострах они готовили и «палеолитические деликатесы» – запеченные мясо, плоды, клубни и корневища растений... И сегодня древесина служит основным топливом в очагах жителей многих бедных стран, а также каминах состоятельной части общества. Сжигание древесины оказывает негативное влияние на продовольственную безопасность только опосредованно – вследствие сокращения площади лесов и соответственно уменьшения стока избытка диоксида углерода из атмосферы.

Рассмотрим, как влияют на продовольственную безопасность другие, более современные варианты биотоплива.

Биогаз. Этот продукт микробиологической переработки органических отходов, включая органическую фракцию твердых бытовых отходов, навоз и фекалии человека, является полностью экологичным, так как для производства биогаза не используется продовольственное сырье. Небольшие установки для получения биогаза распространены в теплых странах. Рекордсменом по использованию биогаза является Китай, в котором работает более 10 млн небольших установок, вырабатывающих биогаз, что улучшает условия жизни сельского населения. Кроме того, 64 тыс. биогазовых станций обеспечивают работу 190 электростанции и более 60% автобусного парка, ра-

ботающего на сжиженном биогазе [1]. Отходы производства биогаза являются хорошим органическим удобрением. В нашем климате возможности получения биогаза невелики, так как для того чтобы успешно протекал биохимический процесс, метантенк нужно подогревать.

Близок к биогазу свалочный газ, который вырабатывается в толщах гигантских «метантенков» старых городских сваток и добывается оттуда через скважины примерно так же, как природный газ.

Бионефть. Новый вариант биотоплива, который только начал получать распространение, но, видимо, имеет большие перспективы [1]. Бионефть получается путем глубокой химической переработки (на основе пиролиза) самого разнообразного сырья. В канадской провинции Онтарио работает предприятие, перерабатывающее в сутки 200 т самого разнообразного сырья (древесину, солому, кукурузные отходы, ТБО и др.). Из 1 т отходов получается 600-800 кг бионефти. В США (штат Миссури) спроектирована установка по получению бионефти из автомобильных шин, пластмасс, канализационных стоков, тяжелых нефтепродуктов. Бионефть является промежуточным продуктом для производства разных видов автомобильного топлива. Производство бионефти не связано с решением задачи обеспечения продовольственной безопасности.

Биоэтанол. Это биотопливо XXI века. Бензин с добавлением 10% биоэтанола (топливо Э-10) может использоваться в любом автомобиле. При более высокой доле биоэтанола или на чистом биоэтаноле могут работать только специальные автомобили, производство которых уже начато. Использование биоэтанола значительно снижает уровень загрязнения атмосферы. Прогресс производства биоэтанола поражает своими масштабами, и есть основания говорить о «биоэтаноловой эйфории» (см. [2]).

Несмотря на то что биоэтанол можно получать из древесины и любых органических отходов, сегодня основная его часть производится из продовольственного сырья – сахарного тростника в Бразилии, кукурузы в США, кукурузы и пшеницы в странах ЕС («тростниковый» биоэтанол вдвое дешевле «кукурузного»). В Бразилии на биоэтанол расходуется уже 50% сахарного тростника, в США – 20% кукурузы.

Впрочем, на производство биоэтанола требуются значительные затраты энергии из исчерпаемых источников – газа, угля, нефти. М. Уорлд [3] приводит данные о том, что на 1 мегаджоуль (МДж)

биоэтанола затрачивается 0,77 МДж энергии из исчерпаемых источников (впрочем, на производство 1 мегаджоуля бензиновой энергии затрачивается «исчерпаемых» 1,19 МДж!).

Рост цен на нефть повышает и цену на продовольственное сырье для производства горючего, что стимулирует расширение пахотного клина. В Бразилии «под биоэтанол» массивно осваиваются ксерофитные тропические леса и саванны. Ежегодно площадь биоэтаноловых плантаций возрастает на 325 тыс. га. Сегодня эта площадь уже равна территории Нидерландов, Бельгии, Люксембурга и Великобритании вместе взятых. К 2025 г. площадь «биоэтаноловых плантаций» должна возрасти в 5 раз.

В Бразилии вклад биоэтанола в энергобаланс уже достиг 40%, им заправляют не только автомобили, но и самолеты. В амбициозных планах США достижение к 2025 г. замены каждого четвертого литра бензина биоэтанолом, что позволит резко снизить зависимость страны от импорта нефти и укрепить ее экономику. Сейчас доля биоэтанола в автомобильном горючем страны «составляет менее 4%, но на его производство затрачивается 20% урожая кукурузы.

Крупный американский агроэколог Д. Пиментал считает, что весь урожай кукурузы, который сегодня получают США, может обеспечить только 17% потребности для производства автомобильного топлива. Очевидно, что поскольку значительная часть кукурузы по-прежнему будет использоваться как продовольственный ресурс, то резко возрастет доля импорта биоэтанола, в первую очередь из Бразилии. США надеются на основе альянса с Бразилией создать «биотопливный ОПЕК».

Возрастет и производство этанола из непродовольственного сырья – древесины, отходов сельского хозяйства, ТБО. Однако для этого нужны новые технологические решения, в частности поиск микроорганизмов, которые способны продуцировать энзимы для быстрого разрушения древесины. Повысится роль генетически модифицированных организмов, не исключено, что будут «одомашнены» бактерии, которые живут в пищеварительной системе термитов и являются самыми активными разрушителями целлюлозы.

Итогом биоэтанолового бума уже стал рост цен на продовольствие, который происходит во всем мире (что почувствовали и россияне). С учетом роста числа автомобилей и потребности в горючем эта опасная тенденция будет развиваться и дальше. Кроме того, «биоэтаноловые плантации» негативно влияют на состояние атмосферы и почв: внесение высоких доз минеральных удобрений увеличивает выбросы в атмосферу оксидов азота (тоже парниковый газ!), а разрушение гумуса, которое происходит при этом, – диоксида углерода. Эти негативные эффекты усиливаются сокращением площади лесов.

Биодизель. Этот вариант топлива производится из растительных и животных жиров. Биодизель можно получать из отходов мясоперерабатывающих предприятий, фритюрного жира и др. В настоящее время в Европе и Китае большая часть его производится из масла рапса. Биодизель сегодня в 2 раза дешевле, чем обычное дизельное топливо.

Рапс – это высокоурожайная культура, дающая до 35 ц/га семян, ее возделывание не столь разрушительно для почвы, как выращивание кукурузы, так как рапс оставляет большую корневую массу Шрот, остающийся после выдавливания из семян масла, является ценным кормом для животных (впрочем, после соответствующей обработки как корм для животных может использоваться и барда, образующаяся после производства биоэтанола из кукурузы, сои и других культур).

Достоинством биодизеля является возможность получения его на небольших установках, рассредоточенных по сельскохозяйственным районам. На этой основе планирует решать свои энергетические проблемы Украина.

Однако для получения высоких урожаев рапса также необходимо вносить азотные удобрения, «что ведет к эмиссии в атмосферу оксидов азота и диоксида углерода. Кроме того, под «биодизельный рапс» занимается пашня, что снижает производство продовольствия. Пока производство биодизеля из рапса не наносит ущерба продовольственной безопасности Европы, но в будущем ситуация может измениться.

Значительно опаснее производство биодизеля из плодов маспальмы в странах тропического пояса, так как ее плантации расширяются за счет тропических лесов. В Индонезии к 2020 г. планируется утроить производство пальмового масла, что приведет к гибели 98% лесного покрова страны, а Малайзия уже лишилась 87% тропических лесов и продолжает вырубать их по 7% в год от оставшейся площади [4]. Это наносит удар по биологическому разнообразию и продовольственной безопасности, увеличивает загрязнение атмосферы и уменьшает сток диоксида углерода.

Энергетика – самая агрессивная отрасль мирового хозяйства, которая благодаря рыночным механизмам, отражающим бурный рост потребления и в первую очередь увеличение автомобильного парка, сегодня активно вторгается в сферу продовольственной безопасности. Производство биотоплива становится составляющей «дьявольского насоса» (в понимании Н.Н. Моисеева), пользуясь которым богатые страны выкачивают ресурсы из бедных. Пока в странах, где развивается биотопливная энергетика, ей дан «зеленый свет», производство биотоплива поддерживается государственными инвестициями и налоговыми льготами.

Емкую характеристику этому процессу и его возможным последствиям дал ярый противник производства биотоплива кубинский руководитель Фидель Кастро: «Действительная альтернатива заключена в следующем: земля отводится под производство либо продуктов, либо биогорючего. Развитые страны, учитывая их уровень энергопотребления, не располагают нужным для предлагаемых перемен количеством сельскохозяйственных площадей. Отсюда мысль об использовании стран Юга для обеспечения Севера дешевой энергией. Но какой будет цена для развивающихся стран?» [4]

Переключение значительных объемов сельскохозяйственного продовольственного сырья на производство энергии неизбежно приведет к дальнейшему росту цен на продукты питания. Последствия этого могут быть трагическими: «Для бедных стран, импортирующих зерно, опасность состоит в том, что цены на него могут резко возрасти, и это приведет к обнищанию большего числа людей и в более короткий промежуток времени, чем когда-либо в истории. Усиление продовольственной необеспеченности чревато политической нестабильностью в масштабах, которые могут подорвать глобальный экономический прогресс».

9. МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

9.1. Понятие «Экологическая система»

Экосистема (от греч. *oikos* – жилище, местопребывание и система), природный комплекс (биокосная система), образованный живыми организмами (биоценоз) и средой их обитания (косной, например атмосфера, или биокосной – почва, водоём и т.п.), связанными между собой обменом веществ и энергии. Одно из основных понятий экологии, приложимое к объектам разной сложности и размеров. Примеры экосистем – пруд с обитающими в нём растениями, рыбами, беспозвоночными животными, микроорганизмами, донными отложениями, с характерными для него изменениями температуры, количества растворённого в воде кислорода, состава воды и т.п., с определённой биологической продуктивностью; лес с лесной подстилкой, почвой, микроорганизмами, с населяющими его птицами, травоядными и хищными млекопитающими, с характерным для него распределением температуры и влажности воздуха, света, почвенных вод и др. факторов среды, с присущим ему обменом веществ и энергии. Гниющий пень в лесу, с живущими на нём и в нём организмами и условиями обитания, тоже можно рассматривать как экосистему.

9.2. Логико-информационный подход к моделированию промышленных экологических систем

Резкое обострение экологических проблем в промышленных районах стимулирует развитие научных исследований. Большое значение здесь играет разработка математических моделей для описания экологических систем «технология – окружающая среда». Здесь возникает необходимость создание новых математических методов моделирования экологических систем. Сложность заключается, во-первых, в том, что между различными объектами и антропогенным загрязнением существует множество сложных связей, учет которых затруднителен при анализе деятельности. А во-вторых, в том, что природные экологические системы и системы, созданные человеком изучаются различными научными дисциплинами.

Предполагаемый тип моделей, позволяет описать системы с большим количеством элементов и носит название логико-информационного модели-

рования. Первоначально логико-информационные модели создавались для математического описания сложных экологических систем. Затем выяснилось, что подобный метод пригоден и для объектов созданных человеком. На логико-информационных моделях прослеживаются связи между принимаемыми в сфере управления решениями об осуществлении тех или иных хозяйственных мероприятий и последствия реализации таких решений для окружающей природной среды. Это позволяет применять данные модели при создании имитационных систем, используемых в задачах управления разнообразных эколого-экономических систем.

В основе построения логико-информационных моделей лежит понятие функционирующего элемента. Технологическая среда рассматривается как совокупность функционирующих элементов, взаимосвязанных между собой. Это объекты человеческой деятельности, в том числе и объекты окружающей природной среды. Для нормального функционирования элемента необходимо, чтобы параметры его состояния, характеризующие производство и потребление им ресурсов, не выходили за определенные диапазоны значения. Нарушение режима работы функционирующего элемента означает выход его из строя.

Структура логико-информационных моделей представляется в виде графа. Построение модели начинается с последовательного учета всех элементов связанных с элементами, выбранными в качестве «центральных», и продолжается до выхода на связи с внешними факторами. Состояние элементов, относимых к внешним факторам, в дальнейшем считается заданным. Центральные функционирующие элементы образуют нулевой уровень в иерархической структуре модели. Следующий, первый уровень образуют элементы системы, вырабатывающие ресурсы, непосредственно потребляемые центральными элементами при удовлетворении их потребностей. Второй уровень образуют элементы, производящие ресурсы для элементов первого уровня и т.д.

Исходя из назначения логико-информационной модели как средства для оптимизации принятия решения по выбору технологического оборудования с минимальным воздействием на окружающую природную среду. Антропогенные воздействия рассматриваются как отрицательные ресурсы, среди ресурсов, обеспечивающих нормальное функционирование природных комплексов. Природные комплексы выступают в роли потребителей антропогенных воздействий, производимых техническими объектами непосредственно или опосредованно через другие элементы технологической среды. При этом для нормального функционирования природного объекта величина таких нагрузок не должна превышать порогового значения. Оценка нагрузки от загрязнений связана с понятием ассимиляционной ёмкости природного объекта, характеризующей его возможности рассеивания, седиментации и разложения загрязняющих веществ. Загрязнения в модели рассматриваются как отрицательные ресурсы, производимые хозяйственными объектами и потребляемые природными объектами.

Логико-информационная модель статическая, время не рассматривается в ней в качестве явной переменной величины. Применение логико-информационных моделей представляет попытку задания в экологии аналога таких разделов технической механики, как строительная механика и сопротивление материалов. Назначение логико-информационных моделей – оценивать соответствующую систему на прочность при исследовании воздействия внешних нагрузок на систему.

9.3. Моделирование состояния экосистемы промышленного узла и управление им

Геоинформационные системы (ГИС) в настоящее время становятся универсальной средой для интеграции самых различных информационных технологий и построения многофункциональных корпоративных информационно-аналитических и управляющих систем. В частности ГИС-технологии – эффективное средство оптимизации рационального природопользования и защиты окружающей среды.

Рассмотрим пример создания пространственной информационной модели Тамбовского промышленного узла. Она включает в себя: отображение рельефа местности и подземных горизонтов с их геологическими и гидрогеологическими характеристиками, в том числе и пластов, используемых для закачки сильнозагрязненных промышленных сточных вод; промышленные объекты различного назначения (предприятия, станция биохимической очистки сточных вод и т.п.); природные объекты (озера, участок реки Цны и ее притоки); известные источники образования загрязнений поверхностных и подземных вод; нагнетательные и барражные скважины химического предприятия с данными об объемах закачки сточных вод в глубокие водонепроницаемые слои и барражного отбора воды; водозаборные скважины с данными об объемах отбора воды на различные нужды; наблюдательные скважины и их характеристики; створы реки и другие точки (пункты) отбора проб воды поверхностных водоемов; данные натурных наблюдений за состоянием подземных и поверхностных вод узла, источники выбросов вредных примесей в атмосферный воздух и т.д. При создании пространства в качестве базового программного обеспечения авторами использованы компоненты ГИС ArcInfo версии 8.02, а для получения пространственного изображения объектов – ArcView GIS 3.2 с модулем расширения 3D Analyst. Общий 3D-вид экосистемы промышленного узла приведен на рис. 9.1.

Для моделирования экологического состояния природных объектов: приземного слоя атмосферы, водоемов и подземных горизонтов авторами использованы математические модели, адекватность которых проверена при решении ряда задач промышленной экологии. Среди компонент окружающей среды наиболее ранимой является воздушная среда. Воздушный бассейн является самым «подвижным» компонентом биосферы. Основными факторами, определяющими распространение примесей вредных веществ – отходов про-

мышленности в атмосфере, является адвекция (горизонтальный перенос) и вертикальная диффузия (рис.9.1).

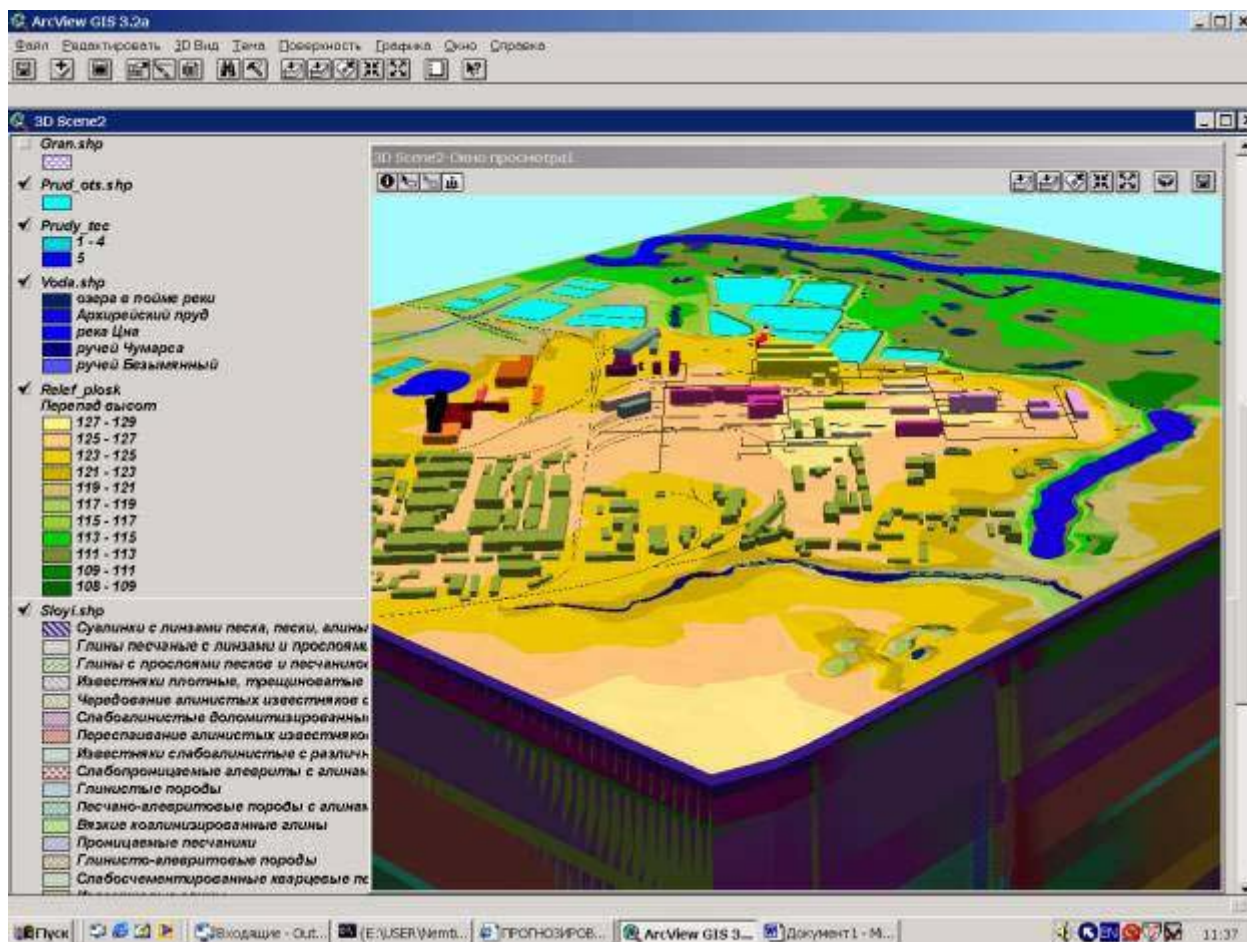


Рис. 9.1. Общий 3D-вид экосистемы промышленного узла

При построении математических моделей необходима информация, отражающая:

- параметры источника: скорость выделения примеси, тип источника (точечный, линейный, поверхностный), характер работы источника (мгновенный, непрерывный), свойства загрязняющего вещества;
- параметры среды: градиент температуры, направление и скорость ветра, облачность, радиация, осадки, значения «фоновых» концентраций примесей в воздухе;
- параметры граничных условий: свойства поверхности (шероховатость, топография, температура), поверхностные потоки воздуха.

Точность математических моделей во многом зависит от полноты учета переменных, входящих в каждую группу. Наиболее часто используемыми являются следующие модели, которые включены в состав библиотеки моделей разрабатываемой системы:

1. «Многоящичная» имитационная модель распространения примесей в воздушном бассейне крупных химических комбинатов Multibox, работающая в режиме «off-line» (Бодров, Попов, 1983). Тип прогнозов: средне- и дол-

госрочные. Оценка прогноза – вероятностная. Тип источников: поверхностные и приподнятые (одиночные и групповые).

2. Система факельных моделей Plumsys, работающая в режиме «off-line» (Попов, Бодров, Зубаков, 1988). Тип прогнозов: кратко- и среднесрочные. Оценка прогноза – вероятностная. Тип источников: одиночные, точечные, приподнятые.

3. Модель авторегрессии Autoreg, работающая в режиме «on-line» (Попов, Перов, Бодров, 1985). Тип прогнозов: оперативные. Оценка прогноза – детерминированная.

4. «Клубковая» модель выделения и распространения примесей Puffmod, предназначенная для решения задач обнаружения аномально работающих источников в режиме «on-line» (Бодров, Попов, Арзамасцев, 1986). Тип источников: точечные, приподнятые. Оценка прогноза – детерминированная.

5. Расчет предотвращенного ущерба от снижения нагрузки на воздушный бассейн, реализованный в соответствии с рекомендациями работы (Малыгин, Немтинов, Мокрозуб, 1989).

На рис. 9.2 приведен пример прогнозирования распространения в приземном слое атмосферы вредных примесей, выбрасываемых из одного из источников.

Геоинформационная модель поверхности рассматриваемого района включает в себя цифровую модель рельефа и серию производных от нее перспективных изображений, подчеркивающих главные ландшафтные особенности, специфику рельефа.

Все поверхностные водоемы промузла делятся на две группы: природные (река Цна с ее притоками, Архирейский пруд и многочисленные озера в пойме реки Цны) и искусственные (отстойники, предназначенные для усреднения промышленных сточных вод с последующей их закачкой в глубоко залегающие подземные слои). На рис. 9.3 показаны все основные поверхностные водоемы. Состояние водной среды промузла в основном определяется качеством воды в реке Цне. Река Цна по классификации Огиевского относится к 3-й категории и имеет хозяйственно – питьевое назначение. Для исследуемого участка характерно следующее: среднегодовой расход – 12.3 м.куб./с, русло умеренно извилистое шириной 45-60 м, песчано-илистое, деформирующееся, незначительно заросшее водной растительностью. Прилагаемая местность – наклонная равнина, по левобережью открытая, по правобережью поросшая лесом.

В результате исследования процессов, протекающих в реке, были выделены процессы аэробного окисления органики, нитрификации, денитрификации, роста и отмирания планктона, реаэрации воды кислородом воздуха, аммонификации белка и мочевины, ионного обмена и другие. При математическом моделировании этих процессов установлена связь между компонентами, среди которых в первую очередь выделены: концентрации растворенного кислорода, БПК₅, азота органических соединений, аммонийного и нитратного азота, фосфора и др. Прогнозирование качества воды осуществляется с использованием модели, приведенной в работе (Попов, Немтинов, 1992;

Nemtinov, Nemtinova, 2000). На рис. 9.4 в качестве примера показаны гистограммы прогнозируемых значений концентрации растворенного кислорода в контрольных створах реки (рис. 9.2.-9.4).

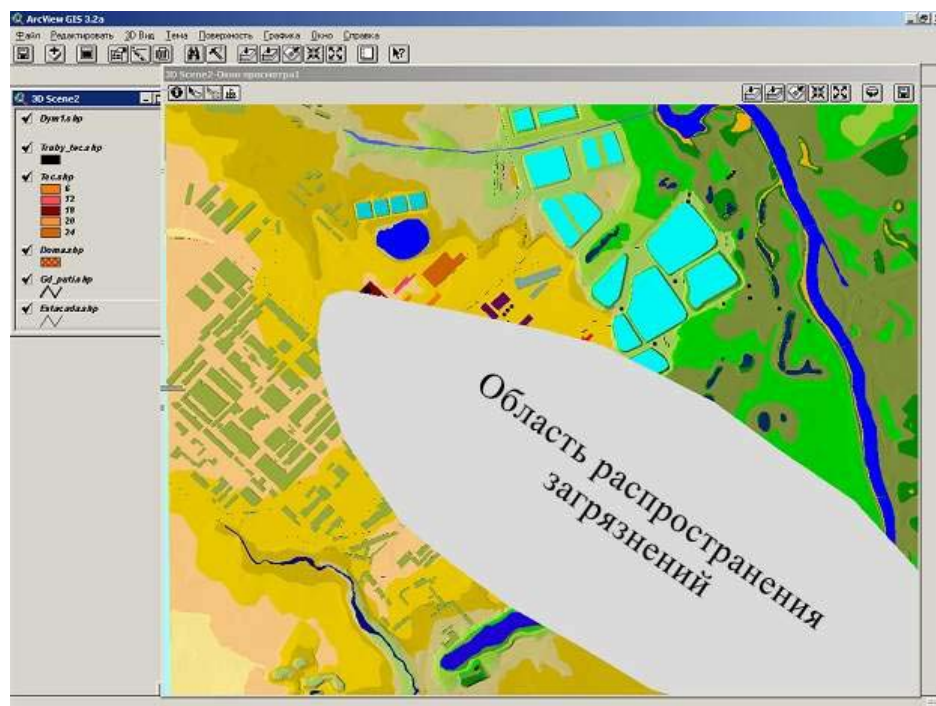


Рис. 9.2. Пример прогнозирования распространения вредных примесей в атмосфере

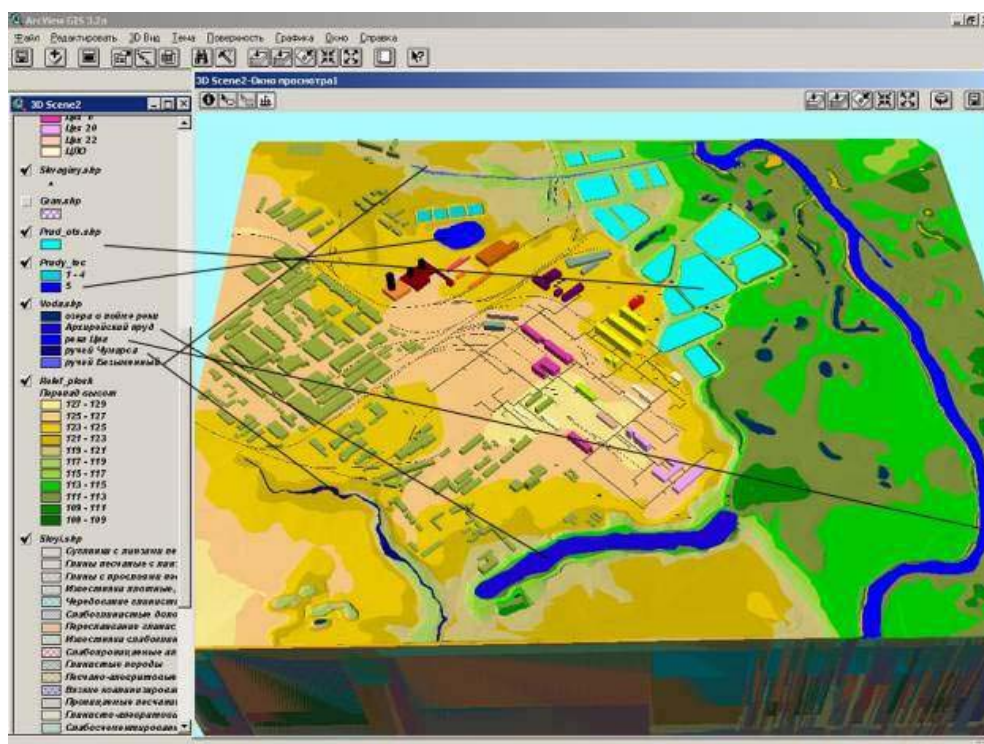


Рис. 9.3. Основные поверхностные водоемы

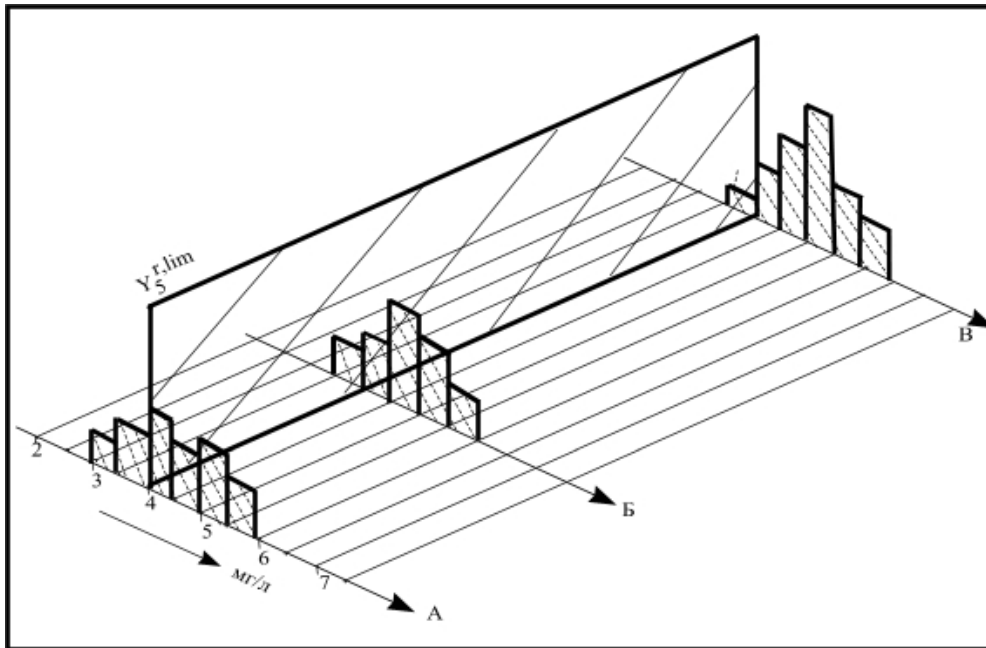


Рис. 9.4. Гистограммы прогнозируемых значений концентрации растворенного кислорода

Наряду с прогнозированием качества воды инструментальные средства Arcview позволяют оценить площади пойменных участков реки, которые в зависимости от прогнозов поднятия уровня паводковых вод в весенний период могут быть затоплены.

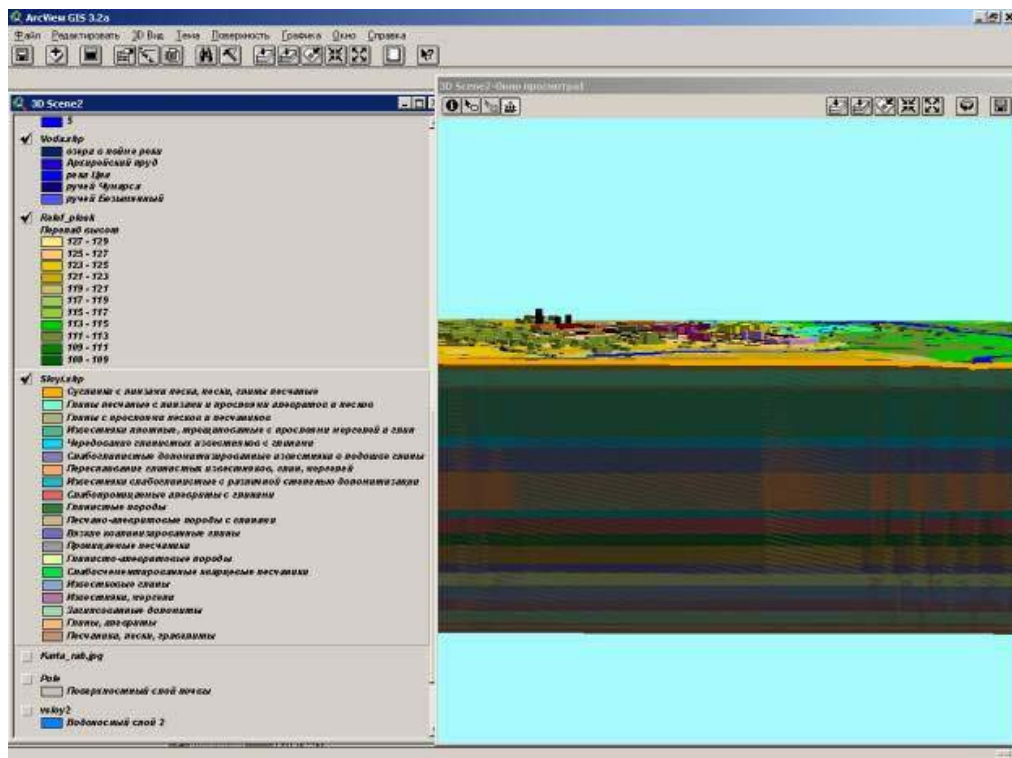


Рис. 9.5. Структура подземных слоев

Для закачки промышленных стоков в глубокозалегающие водоносные горизонты предоставлен горный отвод в двух глубокозалегающих водоносных горизонтах живецкого яруса среднего девона. Водовмещающими породами являются слабосцементированные кварцевые песчаники. Рабочие пласты разделены слоем глинисто-алевролитовых пород, которые являются непроницаемыми отложениями («Оценка :», 1995).

Анализ условий функционирования системы наблюдательных скважин по их приемистости и оценка распространения закачиваемых стоков в водоносном горизонте в пределах горного отвода осуществляется с помощью следующих моделей: геофильтрационной модели, позволяющей получить распределение давлений в нагнетательных скважинах, и геомиграционной модели, с помощью которой осуществляется прогнозирование распространения промышленных стоков в водоносном горизонте.

Для создания модели миграции загрязнения природная обстановка представлена в виде двух изолированных неограниченных в плане пластов (см. рис. 5.6). Параметры фильтрации и массопереноса одинаковы и изотропны для каждого пласта. Породы представлены гомогенной средой. Гидродинамическая дисперсия в песчаных породах, вследствие малости параметра микродисперсии, принята незначительной. Разность плотностей пластовой воды и закачиваемых промышленных стоков практически несущественна. Таким образом, массоперенос определяется только вынужденной конвекцией (Шестаков, 1995; Fitter, 1994) (рис. 9.6).

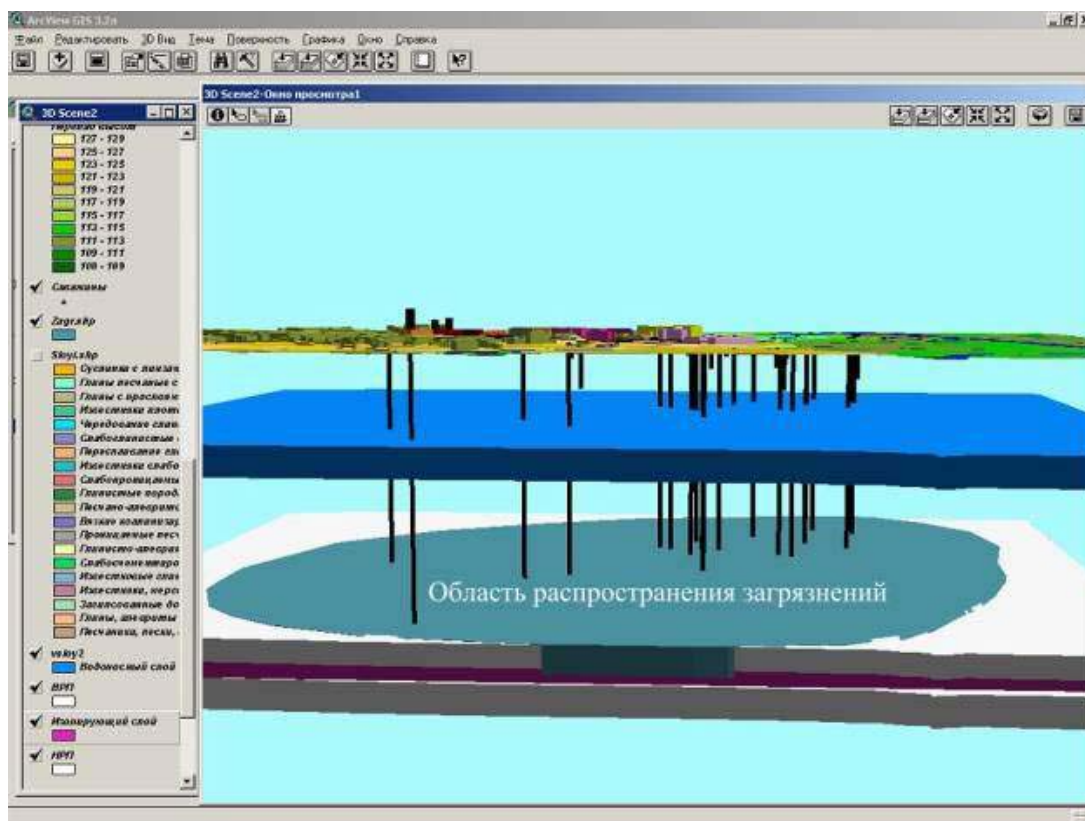


Рис. 9.6. Области распространения загрязнений

10. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА И ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

10.1. Декларирование промышленной безопасности

В настоящее время весьма эффективным мероприятием по предупреждению чрезвычайных ситуаций техногенного характера является декларирование промышленной безопасности. Она является одним из ключевых элементов системы управления промышленной безопасностью, поскольку эта процедура требует всесторонней оценки всех остальных элементов системы управления промышленной безопасностью в эксплуатирующей организации и сведения информации об их функционировании в единый документ.

Одной из основных задач декларирования является возложение на предпринимателя обязанностей по осуществлению комплекса работ по оценке опасностей эксплуатируемых им объектов с учетом принятых им мер по предупреждению возникновения и развития аварий. Декларация промышленной безопасности представляется надзорным органам в качестве обязательного элемента для получения лицензии на эксплуатацию объектов, а также органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления для информирования о проделанной работе. Тем самым повышается ответственность руководителей организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, в части обеспечения безопасности и информированности об этом надзорных органов и органов местного самоуправления.

Основы декларирования промышленной безопасности опасных производств определяет Федеральный закон Российской Федерации «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (1997 г).

В соответствии с положениями этого закона:

- разработка декларации промышленной безопасности предполагает всестороннюю оценку риска аварий и связанной с ней угрозы; анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварий, по обеспечению готовности организации к эксплуатации опасного производственного объекта в соответствии с требованиями промышленной безопасности, а также к локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте; разработку мероприятий, направленных на снижение масштаба последствий аварий и размера ущерба, нанесенного в случае аварии на опасном производственном объекте;

- устанавливается обязательность разработки декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества (воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные, высокотоксичные и вещества, представляющие опасность для природной среды). Обязательной разработке декларации промышленной безопасности подлежат опасные производственные объекты, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества в количествах, установленных в приложении 2 к Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 г. и указанные в табл. 10.1 и 10.2.

Таблица 10.1

Наименование опасного вещества	Предельное количество опасного вещества, т
1	2
Аммиак	500
Нитрат аммония (нитрат аммония и смеси аммония, в которых содержание азота из нитрата аммония составляет более 28 процентов массы, а также водные растворы нитрата аммония, в которых концентрация нитрата аммония превышает 90 процентов массы)	2500
Нитрат аммония в форме удобрений (простые удобрения на основе нитрата аммония, а также сложные удобрения, в которых содержание азота из нитрата аммония составляет более 28 процентов массы (сложные удобрения содержат нитрат аммония вместе с фосфатом и (или) калием)	10000
Акрилонитрил	200
Хлор	25
1	2
Оксид этилена	50
Цианистый водород	20
Фтористый водород	50
Сернистый водород	50
Диоксид серы	250
Триоксид серы	75
Алкиды свинца	50
Фосген	0,75
Метилизоцианат	0,15

Обязательность разработки декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов, не подпадающих под требования, установленные в ст.14 и приложении 2 к Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», может быть установлена Правительством Российской Федерации или в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации «О федеральном органе

исполнительной власти, специально уполномоченном в области промышленной безопасности» от 17 июля 1992 г. Госгортехнадзором России; декларации промышленной безопасности разрабатываются в составе проектной документации на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта; декларация промышленной безопасности утверждается руководителем организации, эксплуатирующей опасный производственный объект. Руководитель организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, несет ответственность за полноту и достоверность сведений, содержащихся в декларации промышленной безопасности, в соответствии с законодательством Российской Федерации; декларация промышленной безопасности проходит экспертизу промышленной безопасности в установленном порядке.

Таблица 10.2

Объемы опасных веществ, определяющие обязательность разработки декларации промышленной безопасности

Виды опасных веществ	Предельное количество опасного вещества, т
Воспламеняющиеся газы	200
Горючие жидкости, находящиеся на товарно-сырьевых складах и базах	50000
Горючие жидкости, используемые в технологическом процессе или транспортируемые по магистральному трубопроводу	200
Токсичные вещества	200
Высокотоксичные вещества	20
Окисляющие вещества	200
Взрывчатые вещества	50
Вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды	200

Рекомендации по организации процесса декларирования и требования к структуре и содержанию декларации безопасности представлены в приложении № 4 к статье 5.2 утвержденного приказом МЧС России и Госгортехнадзора России от 4 апреля 1996 № 222/59 «Порядка разработки декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации».

«Порядок разработки декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации» – основной организационно-методический документ в системе нормативных и методических документов, регламентирующих процедуру декларирования безопасности в России. Он определяет:

- * основные принципы идентификации промышленных объектов, подлежащих декларированию безопасности;
- * принципы формирования и утверждения перечня промышленных объектов, подлежащих декларированию безопасности;
- * типовую структуру и состав разделов и приложений декларации безопасности;

- * требования к включенным в декларацию безопасности сведениям;
- * порядок разработки, утверждения и представления декларации безопасности;
- * порядок уточнения и пересмотра декларации безопасности;
- * особенности разработки декларации безопасности для проектируемого промышленного объекта;
- * особенности разработки декларации безопасности для действующего объекта на этапе его ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации;
- * особенности декларирования безопасности гидротехнических сооружений.

Декларация безопасности промышленных объектов состоит из ряда структурных элементов, требования к которым сводятся к следующему:

1. *Титульный лист.* Он является первой страницей декларации безопасности. На нем приводятся следующие сведения: регистрационный номер декларации безопасности; гриф утверждения декларации безопасности; наименование декларации безопасности; место и дата составления декларации безопасности.

2. *Аннотация.* Она содержит: сведения о разработчиках декларации безопасности и краткое изложение основных разделов декларации безопасности с обязательным указанием основных опасностей.

3. *Оглавление.* Оно включает наименование всех разделов и приложений с указанием страниц, с которых начинаются эти элементы декларации безопасности.

4. *Раздел «Общая информация».* Он содержит: общие сведения о промышленном объекте и общие меры безопасности.

В свою очередь общие сведения о промышленном объекте включают: краткие сведения о промышленном объекте; обоснование идентификации особо опасных производств, входящих в состав объекта, подлежащего декларированию промышленного объекта; описание месторасположения промышленного объекта; данные о персонале и проживающем вблизи населении; страховые данные.

При этом краткие сведения о промышленном объекте содержат: полное и сокращенное наименование организации; наименование вышестоящего органа, министерства или ведомства (при наличии); наименование должности руководителя организации; полный почтовый адрес организации, телефон, факс, телетайп; краткое описание организации.

Обоснование идентификации особо опасных производств включает: перечень особо опасных производств, идентифицированных в соответствии с принципами, установленными в разделе 3 настоящего Порядка, с указанием потенциально опасных веществ и их количеств для каждого производства; сведения о включении объекта в Перечень Российской Федерации с повышенной опасностью, подлежащих декларированию.

Описание месторасположения промышленного объекта содержит следующие данные: размеры и границы территории промышленного объекта;

наличие и границы запретных и санитарно-защитных зон; данные о топографии района расположения промышленного объекта и сведения о природно-климатических условиях в районе расположения промышленного объекта.

Данные о персонале и проживающем вблизи опасного объекта населении должны включать: сведения о численности и размещении персонала промышленного объекта; сведения о численности персонала на окружающих объектах и/или организациях, которые могут оказаться в зоне действия поражающих факторов в случае промышленной катастрофы (гидродинамической аварии) на подлежащем декларированию безопасности промышленном объекте; сведения о размещении населения на прилегающей территории, которая может оказаться в зоне действия поражающих факторов в случае промышленной катастрофы (гидродинамической аварии) на промышленном объекте; наличие и вместимость находящихся в возможной зоне действия поражающих факторов мест массового скопления людей (больниц, детских садов и детских яслей, школ, жилых домов, стадионов, кинотеатров, вокзалов, аэропортов и др.).

Весьма важными являются страховые данные, которые включают: наименование и адрес организации, в которой застрахован промышленный объект; вид страхования; максимальный размер застрахованной ответственности за нанесенный ущерб физическим и юридическим лицам в случае аварии; порядок возмещения ущерба в случае аварии.

Говоря об общих мерах безопасности следует отметить, что они должны включать: перечень необходимых и/или действующих лицензий на осуществление на промышленном объекте видов деятельности, связанных с повышенной опасностью; характеристику системы контроля за безопасностью на промышленном объекте, сведения об организации служб технического надзора и техники безопасности, противоаварийных сил и аварийно-спасательных служб; характеристику системы мероприятий по проведению сбора данных о травматизме, аварийности на промышленном объекте, а также осуществлению анализа их основных причин; характеристику профессиональной и противоаварийной подготовки персонала с указанием порядка допуска персонала к работе и регулярности проверки знаний норм и правил безопасности; мероприятия по обучению персонала способам защиты и действиям при авариях; перечень планируемых мероприятий, направленных на повышение промышленной безопасности; перечень основных нормативных документов, регламентирующих требования по безопасному ведению работ.

5. *Раздел «Анализ безопасности промышленного объекта»*, как правило, должен содержать: данные о технологии и аппаратурном оформлении; анализ опасностей и риска; меры по обеспечению безопасности и противоаварийной устойчивости.

В свою очередь данные о технологии и аппаратурном оформлении включают: характеристику опасного вещества; описание технологии; описание технических решений, направленных на обеспечение безопасности; характеристику пунктов управления.

При этом характеристика опасного вещества предусматривает: наименование вещества, химические формулы, состав, данные о взрывопожароопасности, токсикологические данные, качественное описание свойств опасного вещества, меры защиты и первой помощи, а описание технологии должно содержать: принципиальную технологическую схему с обозначением основного технологического оборудования и кратким описанием технологического процесса; план размещения основного технологического оборудования, в котором обращается опасное вещество; перечень оборудования, в котором обращается опасное вещество; данные о распределении опасных веществ.

Описание технических решений, направленных на обеспечение безопасности, должно предусматривать: решения по исключению разгерметизации оборудования и предупреждению аварийных выбросов опасных веществ; решения, направленные на предупреждение развития промышленных аварий и локализации выбросов опасных веществ; решения по обеспечению взрывопожаробезопасности; описание систем автоматического регулирования, блокировок, сигнализаций и др.

Характеристика же пунктов управления процессом должна содержать: сведения о расположении и оборудовании пункта управления; характеристику противоаварийной устойчивости пункта с точки зрения безопасности находящегося в нем персонала и возможности управления процессом при аварии.

Раздел должен включать материалы по анализу опасностей и риска, в том числе: сведения об известных авариях; анализ условий возникновения и развития аварий; оценку риска аварий и чрезвычайных ситуаций; блок-схему анализа вероятных сценариев возникновения и развития аварий; выводы.

Сведения об известных авариях должны содержать: данные об авариях и неполадках, имевших место на особо опасном производстве; данные об авариях, имевших место на других аналогичных объектах, или авариях, связанных с обращающимся потенциально опасным веществом.

Материалы по анализу условий возникновения и развития аварий должны включать: выявление возможных причин возникновения и развития аварийных ситуаций с учетом отказов и неполадок оборудования, возможных ошибочных действий персонала, внешних воздействий природного и техногенного характера; определение сценариев возможных аварий; оценку количества опасных веществ, способных участвовать в аварии; обоснование применяемых для оценки опасности физико-математических моделей и методов расчета.

В свою очередь оценка риска аварий и чрезвычайных ситуаций должна предусматривать: определение возможных последствий аварий и чрезвычайных ситуаций с учетом их вероятности; определение зон действия основных поражающих факторов при различных сценариях аварии; оценку возможного числа пострадавших, с учетом смертельно пораженных среди персонала и населения в случае аварии; оценку величины возможного ущерба физическим и юридическим лицам в случае аварии, а блок-схема анализа вероятных

сценариев возникновения и развития аварий должна содержать изображение постадийного развития аварий на разных уровнях в зависимости от масштабов и тяжести последствий.

Выводы по анализу опасностей и риска должны включать:

- основные результаты анализа опасностей и риска;
- перечень разработанных мер по уменьшению риска аварий.

6. Раздел «Обеспечение готовности промышленного объекта к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций» должен содержать: описание системы оповещения о чрезвычайных ситуациях; описание средств и мероприятий по защите людей; порядок организации медицинского обеспечения.

При этом перечисленные материалы должны включать: описание системы оповещения о чрезвычайных ситуациях; сведения о создании и поддержании в готовности локальной системы оповещения персонала промышленного объекта и населения о возникновении чрезвычайных ситуаций; схемы и порядок оповещения о чрезвычайных ситуациях; требования к передаваемой при оповещении информации.

Описание средств и мероприятий по защите людей содержит: характеристику мероприятий по созданию на промышленном объекте, подготовке и поддержанию в готовности к применению сил и средств по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций; характеристику мероприятий по обучению работников промышленного объекта способам защиты и действий в чрезвычайных ситуациях; характеристику мероприятий по защите персонала промышленного объекта в случае возникновения чрезвычайных ситуаций; порядок действий сил и средств по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций; сведения о необходимых объемах и номенклатуре резервов материальных и финансовых ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Описание организации медицинского обеспечения в случае чрезвычайных ситуаций включает: сведения о составе сил медицинского обеспечения на промышленном объекте; порядок оказания доврачебной помощи пострадавшим.

7. Раздел «Информирование общественности» должен содержать:

порядок информирования населения и органа местного самоуправления, на территории которого расположен промышленный объект, о прогнозируемых и возникших на промышленном объекте чрезвычайных ситуациях; порядок представления информации, содержащейся в декларации безопасности.

8. Приложение «Ситуационный план» должен содержать обозначения:

- промплощадки промышленного объекта с экспликацией зданий и сооружений с указанием количества работающих;
- организаций, населенных пунктов, мест массового скопления людей (больниц, детских садов и детских яслей, школ, жилых домов, стадионов, кинотеатров, вокзалов, аэропортов и др.), находящихся в зоне действия поражающих факторов в случае возможной аварии;

- зон возможного поражения, определенных в разделе «Анализ безопасности промышленного объекта» с указанием численности людей в этих зонах и времени достижения поражающих факторов.

9. Приложение «Информационный лист» может представляться отдельно от декларации безопасности по запросам граждан и общественных организаций и содержать: наименование организации, деятельность которой связана с повышенной опасностью производства; сведения о лице, ответственном за информирование и взаимодействие с общественностью; краткое описание производственной деятельности; перечень и основные характеристики опасных веществ; краткую информацию о возможных авариях, чрезвычайных ситуациях и их последствиях; информацию о способах оповещения населения при авариях и необходимых действиях населения при промышленной катастрофе; сведения об источниках получения дополнительной информации.

В отдельный раздел выносятся вопросы, касающиеся специфики декларирования безопасности проектируемых и действующих промышленных объектов.

В документе «Методические указания по проведению анализа риска опасных промышленных предприятий» содержатся общие сведения о процедуре анализа безопасности и о применении различных методов анализа риска.

Наряду с всесторонней оценкой риска аварии на объекте и связанной с ней угрозы для производственного персонала, населения и территории, декларация промышленной безопасности объекта должна содержать анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварий, по обеспечению готовности объекта функционировать в соответствии с требованиями безопасности, а также готовности к локализации, ликвидации и смягчению последствий аварии в случае ее возникновения.

Территориальные органы управления РСЧС на основе общефедеральных требований должны разрабатывать с учетом специфики территории собственные дополнительные требования к форме и содержанию декларации безопасности, утверждать их специальным нормативным правовым актом органов государственной власти субъекта Российской Федерации.

Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления должны координировать и контролировать работу по декларированию безопасности опасных производственных объектов, взаимодействовать с территориальными органами Госгортехнадзора России, задачами которых являются:

- контроль установленных Правительством Российской Федерации сроков декларирования действующих опасных производственных объектов;
- взаимодействие по вопросам декларирования промышленной безопасности с территориальными органами министерств и ведомств, органами местного самоуправления;
- контроль правильности проведения экспертизы декларации промышленной безопасности;

- контроль правильности и целесообразности уточнения или разработки декларации вновь в случае обращения за лицензией на эксплуатацию опасного производственного объекта, изменения сведений, содержащихся в декларации промышленной безопасности, или в случае изменения требований промышленной безопасности.

10.2. Лицензирование деятельности опасного производственного объекта

Лицензирование деятельности опасных производственных объектов является составной частью социально-экономического механизма обеспечения безопасности населения и защиты окружающей среды от аварий на потенциально опасных промышленных объектах.

Государственная стратегия в области лицензирования деятельности определена Федеральным законом «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 8 августа 2001 г. № 128-ФЗ, а также подзаконными актами в свете требований данного закона.

В соответствии с законом лицензирование – мероприятия, связанные с предоставлением лицензий, переоформлением документов, подтверждающих наличие лицензий, приостановлением и возобновлением действия лицензий, аннулированием лицензий и контролем лицензирующих органов за соблюдением лицензиатами при осуществлении лицензируемых видов деятельности соответствующих лицензионных требований и условий.

Лицензия – специальное разрешение на осуществление конкретного вида деятельности при обязательном соблюдении лицензионных требований и условий, выданное лицензирующим органом юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю (лицензиату).

Лицензионные требования и условия представляют собой совокупность, установленных положениями о лицензировании конкретных видов деятельности, выполнение которых обязательно при осуществлении требований и условий, лицензируемого вида деятельности. В эти требования и условия должны включаться меры и по предупреждению аварий и катастроф.

Особенность положений Федерального закона о лицензировании состоит в том, что он направлен преимущественно на лицензирование деятельности по эксплуатации потенциально опасных производственных объектов.

Среди перечня видов деятельности, на осуществление которых требуется лицензия, значительное место занимают объекты, нарушение порядка эксплуатации которых может привести к чрезвычайным ситуациям.

Основными из них являются:

- выполнение работ и оказание услуг по хранению, перевозкам и уничтожению химического оружия;
- эксплуатация взрывоопасных производственных объектов;
- эксплуатация пожароопасных производственных объектов;
- эксплуатация химически опасных производственных объектов;

- эксплуатация магистрального трубопроводного транспорта;
- эксплуатация газонефтедобывающих производств;
- переработка нефти, газа и продуктов их переработки;
- транспортировка по магистральным трубопроводам нефти, газа и продуктов их переработки;
- хранение нефти, газа и продуктов их переработки;
- производство и хранение взрывчатых материалов промышленного назначения;
- деятельность по эксплуатации электрических (газовых, тепловых) сетей;
- деятельность, связанная с использованием возбудителей инфекционных заболеваний;
- перевозки пассажиров и грузов морским, речным, воздушным, железнодорожным транспортом;
- перевозки пассажиров автомобильным транспортом (более 8 чел) и грузов (автотранспортом грузоподъемностью свыше 3,5 тонны);
- деятельность по обращению с опасными отходами и другие.

Лицензирование деятельности в соответствии с настоящим законом осуществляют федеральные органы исполнительной власти и органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации (лицензирующие органы).

В целях обеспечения единого экономического пространства и порядка на территории Российской Федерации Правительство Российской Федерации утверждает положения о лицензировании отдельных видов деятельности, определяет федеральные органы исполнительной власти, осуществляющие лицензирование конкретных видов деятельности, и устанавливает виды деятельности, лицензирование которых осуществляется органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Лицензирующие органы осуществляют следующие полномочия:

- предоставление лицензий;
- переоформление документов, подтверждающих наличие лицензий;
- приостановление действий лицензий;
- возобновление действий лицензий;
- контроль за соблюдением организациями лицензионных требований условий.

При этом закон предусматривает передачу части полномочий от федеральных органов исполнительной власти к органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации с согласия последних.

В перечне приведенных полномочий имеют место те из них, осуществление которых может быть направлено в целях предупреждения чрезвычайных ситуаций, смягчения их масштабов, что представляет собой поле деятельности органов управления РСЧС, особенно на территориальном и местном уровне.

Лицензирование видов деятельности на уровне субъектов Российской Федерации осуществляется, как правило, уполномоченными на то республи-

канскими, краевыми и областными органами технической инспекции, госэнергонадзора, госпожнадзора, транспортной инспекции, органами по охране окружающей среды, природных ресурсов и другими лицензионными органами по решению территориальных органов исполнительной власти.

Роль территориальных органов управления РСЧС в вопросе лицензирования определяется интересами предупреждения техногенных и других чрезвычайных ситуаций. Они могут выступать в роли координатора этого вида деятельности между различными ведомственными лицензионными органами. В ряде субъектов Российской Федерации такую роль выполняют центры лицензирования при администрациях субъектов Российской Федерации.

Порядок лицензирования видов деятельности в области промышленной безопасности, а также перечень органов, уполномоченных на ведение лицензионной деятельности, устанавливаются специальным нормативным актом органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации.

При выполнении своих функций территориальные органы, уполномоченные на ведение лицензионной деятельности, взаимодействуют с территориальными органами, осуществляющими надзор и контроль в области защиты населения и территорий.

В качестве необходимого условия при выдаче территориальными органами, уполномоченными на ведение лицензионной деятельности, лицензий необходимо наличие у заявителя, помимо документов, определяемых законами и другими правовыми актами Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, следующих документов:

- заключения экспертизы промышленной безопасности;
- договора страхования ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта;
- декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта.

Участие в подготовке исходных данных для разработки указанных документов, их согласовании и экспертизе является важным направлением деятельности органов управления РСЧС территориального, местного и объектового уровня в области противодействия катастрофам.

Положения Федерального закона «О лицензировании отдельных видов деятельности» в части осуществления контроля за соблюдением лицензионных требований позволяют своевременно реагировать на нарушения в ходе предусмотренных законом проверок деятельности лицензиата на предмет ее соответствия установленным лицензионным требованиям и условиям – запрашивать у лицензиата необходимые объяснения, составлять акты и протоколы во время проверок с указанием конкретных нарушений, выносить решения, обязывающие устранить нарушения с указанием сроков, выносить предупреждения лицензиату. Кроме того действие лицензии (срок действия лицензии не менее 5 лет) может быть приостановлено. Лицензия может быть также аннулирована в случае выявления неоднократных нарушений или грубого нарушения лицензионных требований и условий. При этом лицензи-

рующий орган обязан установить срок устранения нарушений, повлекших за собой приостановление действия лицензии.

Лицензиат обязан уведомить лицензирующий орган в письменной форме об устранении допущенных нарушений, повлекших за собой приостановление лицензии. Лицензирующий орган, приостановивший действие лицензии, принимает решение о возобновлении ее действия и сообщает о своем решении лицензиату (в течение 3-х дней после получения уведомления об устранении выявленных нарушений).

Лицензия может быть аннулирована решением суда на основании заявления лицензирующего органа в случае, если нарушение лицензионных требований повлекло за собой нанесение ущерба правам, законным интересам, здоровью граждан, обороне и безопасности государства, культурному наследию народов Российской Федерации.

В процессе рассмотрения документации на получение лицензий производится проверка предприятий органами исполнительной власти, осуществляющими лицензирование, на предмет соответствия представленной документации фактическому состоянию оборудования, подготовки кадров, а также устранению длительно действующих нарушений, замене изношенного оборудования и т.п.

Как показала практика, лицензирование эксплуатации объектов и работ повышенной опасности способствует более качественному обучению инженерно-технических работников и рабочих, занятых технической эксплуатацией потенциально опасных производств и объектов, повышению ответственности за состояние безопасности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, а также повышению эффективности надзора и контроля за безопасностью производственной деятельности потенциально опасных объектов.

Лицензирование деятельности в комплексе с мероприятиями по декларированию безопасности и страхованию ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта способствует предупреждению аварий и катастроф техногенного и биолого-социального характера и уменьшению их масштабов.

10.3. Страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта

Существуют различные механизмы государственного регулирования промышленной безопасности, возмещения ущерба, обусловленного авариями и катастрофами на опасных промышленных объектах. К их числу относятся различные формы государственной компенсации, самострахование объектов, объединенные финансовые резервы объектов, различные формы финансовых гарантий. Наиболее широко применяемым механизмом возмещения ущерба во всем мире, а в последнее время и в России, является страхование.

Страхование – это особая форма финансовых перераспределительных отношений, направленная на создание специальных денежных резервов для

возмещения ущерба, возникающего при непредвиденных событиях. Одним из видов страхования является страхование ответственности за причинение вреда имуществу, жизни и здоровью людей и природной среде (нанесение ущерба) в результате аварии (катастрофы) на опасном производственном объекте.

Правовой основой страхования ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасных производственных объектов являются:

- Закон Российской Федерации «Об организации страхового дела в Российской Федерации» (с изменениями на 31 декабря 1997 года) (от 27.11.92 № 4015-1);

- Федеральный закон «О Промышленной безопасности опасных производственных объектов» (от 21.07.97 № 116-ФЗ);

- Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» (от 21.07.97 № 117-93);

- Федеральный закон «Об использовании атомной энергии» (от 21.11.95 № 170-ФЗ);

- Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая) (с изменениями на 23 декабря 1997 года), глава 48 (от 26.01.96 № 14-ФЗ).

Непосредственно обязательное страхование гражданской ответственности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу третьих лиц и природной среде ввел Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Целью этого страхования является повышение промышленной безопасности путем использования экономического механизма компенсации вреда, причиненного жизни и здоровью, имуществу и природной среде в результате аварий при эксплуатации опасных производственных объектов, а также защита имущественных интересов организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, на случай таких аварий.

В соответствии с Гражданским кодексом Российской Федерации (статья 936) для осуществления обязательного страхования законом должны определяться:

- объекты, подлежащие обязательному страхованию;
- риски, от которых они должны быть застрахованы;
- минимальные размеры страховых сумм.

Указанные условия как раз и представлены Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Во-первых, определены объекты, подлежащие обязательному страхованию, к ним относятся те, на которых:

- получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества (воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные, высокотоксичные, представляющие опасность для окружающей природной среды);

- используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 градусов Цельсия;

- используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры;
- получают расплавы черных и цветных металлов и сплавы на основе этих расплавов;
- ведутся горные работы по обогащению полезных ископаемых, а также работы в подземных условиях.

Во-вторых, определены риски, от которых должны быть застрахованы опасные производственные объекты. К ним относятся аварии, сопровождаемые разрушением сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрывы и (или) выбросы опасных веществ.

И, наконец, в статье 15 этого Федерального закона определены минимальные страховые суммы (т.е. сумма, в пределах которой страховщик обязуется выплатить страховое возмещение по договору страхования) для трех типов опасных производственных объектов – 70 тысяч, 10 тысяч и 1 тысяча минимальных размеров оплаты труда (МРОТ).

При страховании ответственности (в отличие от имущественного и личного страхования) в договорные отношения вступают три стороны – страховщик (страховая компания), страхователь (владелец, эксплуатант опасного производства) и третья сторона (выгодоприобретатель), которой наносится ущерб в результате аварии на опасном производстве. В общем случае, страхование ответственности за причинение вреда должно быть выгодно как страхователю, так и третьей стороне.

Для населения (или третьих лиц, потерпевших в результате аварии) такое страхование – гарантия прав на получение возмещения ущерба жизни, здоровью и имуществу, в том числе, косвенно, на компенсацию за экологический ущерб от аварии. При этом под третьими (другими) лицами следует понимать не только население, но и инспекторов надзора, экспедиторов, ремонтников, находившихся на предприятии, не связанных с ним трудовыми отношениями и пострадавших от аварии.

Для предприятий (страхователей) страхование ответственности создает:

- финансовый резерв для ликвидации последствий аварии и возмещения ущерба пострадавшим гражданам и организациям (что особенно актуально сегодня в крайне неблагоприятной экономической ситуации), а также юридическую поддержку по претензиям и искам (страховая компания отклоняет неправомерные претензии к страхователю и оплачивает лишь действительные убытки);
- финансирование, при отсутствии страховых случаев, превентивных мероприятий, направленных на повышение безопасности и противоаварийной устойчивости объекта, а также «распыление» риска (убытки, которые были бы весьма ощутимы для одного страхователя, распределяются по всей системе страхования).

Для органов власти и управления страхование ответственности дает финансовый резерв для ликвидации последствий аварии и возмещения ущерба

ба пострадавшим гражданам и организациям, а также контроль со стороны страховой компании за безопасностью и противоаварийной устойчивостью объекта страхования (страховой компании невыгодны аварии и она будет предпринимать все меры, чтобы их предотвратить).

В целях реализации механизма страхования ответственности Всероссийский союз страховщиков разработал и утвердил 23 февраля 1998 г. «Правила страхования (стандартные) гражданской ответственности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты». Указанными Правилами вводятся основные понятия при осуществлении данного вида страхования, конкретизируется перечень опасных производств, устанавливаются примерные ставки страхового тарифа и страховых сумм.

К основным понятиям отнесены:

страховой случай – нанесение ущерба жизни, здоровью людей или имуществу третьих лиц или природной среде в результате аварии на производственном объекте;

авария – разрушение сооружений, технических устройств, неконтролируемый взрыв, выброс, слив, разлив опасных веществ;

страховая сумма – максимальный размер возмещения, выплачиваемый при страховом случае, который устанавливается:

- 70 тыс. минимальных размеров оплаты труда (МРОТ) для опасных производств, если на нем получают, перерабатываются, хранятся, транспортируются или уничтожаются опасные вещества;

- 1 тыс. МРОТ для иного опасного производства.

В целях создания денежного резерва для возмещения ущерба при страховом случае, страхователи оплачивают страховой взнос (страховая премия), исчисляемая как произведение страховой суммы на страховой тариф. Правилами вводятся примерные страховые тарифы для категорий опасных производств и видов опасных веществ (табл. 3 и 4). Величины тарифов могут корректироваться в зависимости от конкретных условий размещения и эксплуатации, с учетом информации о декларировании безопасности промышленного объекта.

Основываясь на международном опыте страхования опасных производств и катастрофических явлений, для обеспечения финансовой устойчивости страховых операций, повышения гарантий страховых выплат в случае причинения вреда жизни, здоровью и имуществу третьих лиц или окружающей природной среде создан Российский страховой пул по страхованию ответственности в рамках Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». В состав пула входят ведущие представители страхового рынка России, ими собирается больше половины всей страховой премии по данному виду страхования.

Для полноты картины необходимо отметить также ряд недостатков, присущих реализованной в настоящее время схеме страхования ответственности опасных объектов. Прежде всего, следует подчеркнуть, что под действие Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и Правил страхования подпадает только часть опас-

ных объектов. Кроме того, Правила регулируют процедуру страховых выплат таким образом, что возмещение ущерба осуществляется только по суду, причем третью сторону (пострадавших) представляет страховщик. В этой ситуации страховщик, как финансовый институт, минимизирующий свои затраты и максимизирующий прибыль, скорее будет стремиться к снижению размера компенсации ущерба. Разрабатываемый в настоящее время проект Федерального закона «Об обязательном страховании гражданской ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного объекта» должен устранить перечисленные выше недостатки.

Таблица 10.3

Примерные страховые тарифы при эксплуатации опасных производств
(без учета опасных веществ)

Опасное производство	Страховой тариф (в % к страховой сумме)
Добыча угля	0.4
Горнодобывающие производства и горные работы	0.3
Добыча нефти	0.5
Добыча газа	0.5
Геологоразведочные работы	0.3
Металлургическое производство	0.5
Подъемные сооружения	0.1-0.5
Котлы, сосуды под давлением	0.3
Газоснабжение	1.0

Несмотря на государственное значение данного вида страхования, темпы его реализации недостаточно высоки. На конец 2001 года уровень страховой защиты опасных производств составлял 26 %, а опасных гидротехнических сооружений – 1,7 %. Таким образом, возмещение ущерба от чрезвычайных ситуаций по-прежнему в значительной степени осуществляется за счет средств федерального и региональных бюджетов. В данной ситуации роль местных органов РСЧС должна существенно возрасти.

Организации, входящие в РСЧС, должны принимать участие на всех этапах подготовки и проведения страхования ответственности опасных объектов за причинение вреда. Совместно с органами Госгортехнадзора России и специалистами по промышленной безопасности представители органов управления РСЧС должны участвовать в идентификации промышленных объектов, подлежащих декларированию безопасности, отслеживать сроки подготовки декларации безопасности, установленные постановлением Правительства Российской Федерации.

Таблица 10.4

Примерные страховые тарифы для типовых представителей
опасных веществ

Опасное вещество	Предельное кол-во (т)	Страховой тариф (в % к страховой сумме)
Аммиак	500	1,5
Нитрат аммония	2500	1,5
Нитрат аммония в форме удобрений	10000	1,0
Акрилонитрил	200	1,6
Хлор	25	1,7
Оксид этилена	50	1,2
Цианистый водород	20	1,8
Фтористый водород	50	1,5
Сернистый водород	50	1,5
Диоксид серы	250	1,5
Триоксид серы	75	1,5
Алкилы	50	1,5
Фосген	0,75	2,0
Метилизоацетат	0,15	2,0
Воспламеняющиеся газы	200	2,0
Горючие жидкости (хранение)	50000	2,0
Горючие жидкости (транспорт)	200	0,5
Окисляющие вещества	200	1,5
Взрывчатые вещества	50	2,0

Органы управления РСЧС должны иметь информацию о выдаче и сроках действий лицензий на эксплуатацию опасного производства, а также информацию о наличии и сроке действия договора страхования ответственности за причинение вреда при эксплуатации. Представители органов управления РСЧС должны участвовать в обсуждении направлений использования резерва предупредительных мероприятий, образованного из страховых взносов по данному виду страхования и направленного на осуществление мероприятий по повышению безопасности.

11. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ АУДИРОВАНИЕ

11.1. Система экологического аудирования в Российской Федерации как вид деятельности в области охраны окружающей среды и природопользования

Развитие и распространение процедуры экологического аудита как в России, так и за рубежом обусловлено главным образом ужесточением экологического законодательства, унификацией требований и стандартов в области торговли, кредитной и финансовой политики в связи с созданием единого экологического пространства.

Экологический аудит, изначально введенный в экономически развитых государствах в 70-е гг. как средство защиты интересов предпринимательских структур, был направлен на снижение уровня риска для окружающей среды и здоровья населения. С середины 80-х гг. Международная торговая палата рассматривает экологический аудит в качестве метода внутреннего административного управления для усиления контроля за производственной практикой и оценкой соответствия стратегия деятельности компаний нормам экологического права.

Начиная с 90-х гг. в ряде стран приняты национальные стандарты в этой области. Если за рубежом Система экологического менеджмента и экологического аудита (EMAS) начиная с 1993 г. стала реальным инструментом экологической политики, то в России работа в данном направлении находится в стадии активного развития.

Применение общепринятых в мировой практике процедур экологического аудита в отечественной практике управления началось в середине 90-х гг., что было обусловлено внешними причинами. Определяющую роль играли требования многих иностранных инвесторов, вкладывающих средства в экономику Российской Федерации, о проведении обязательных программ экологического аудита. Практическое значение экологический аудит имел и в процессе приватизации предприятий при определении ранее нанесенного экологического ущерба и оценке величины затрат на восстановление качества окружающей среды.

Широкое внедрение экологического аудита и менеджмента обусловлено двумя основными причинами:

1) экологические показатели становятся все более весомым фактором конкурентной борьбы;

2) усиливаются экономические и административные санкции за нарушение требований законодательства в области охраны окружающей среды и экологических стандартов.

Термин «экологический аудит» в настоящее время относится к числу наиболее распространенных в практике природоохранной деятельности и находит все более широкое применение. Вместе с тем в понятие экологического аудита вкладывается различное содержание, и его используют для образования разнородных видов работ в сфере геоэкологии и охраны окружающей среды.

Несмотря на широкое распространение экологического аудита, в законодательных актах Российской Федерации его официальной трактовки не было длительное время и только в новом Федеральном законе от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ст. 1) закреплено официальное определение: «Экологический аудит – независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности».

Для методического обеспечения и нормативной регламентации проведения экологического аудита разработана специальная группа международных стандартов (ИСО 14010, 14011, 14012), которые содержат руководящие указания по вопросам экологического аудита, включая основные принципы, процедуры аудита, а также квалификационные критерии для аудиторов в области экологии. Кроме того, положения по вопросам экологического аудита содержатся в международных стандартах по системам управления окружающей средой – ИСО 14001 и ИСО 14004. В настоящее время эти стандарты приняты и введены в действие постановлением Госстандарта России от 21 октября 1998 г. № 378 в качестве государственных стандартов Российской Федерации.

В соответствии с руководящими указаниями стандартов при проведении экологического аудита различают первоначальную и системные проверки. Одним из важнейших пунктов содержания первой экологической проверки должна быть идентификация воздействия на окружающую среду экологических аспектов определенных видов деятельности. При этом идентификация проводится не только в нормальных производственных условиях, но и в чрезвычайных условиях, в условиях аварийной ситуации или несчастного случая.

Программа системных проверок, включая план их проведения, должна основываться на эффективности действий в отношении окружающей среды, результатах предыдущих проверок и соответствующих видов деятельности. Процедура проверки должна включать область ее распространения, периодичность проведения и методiku, а также распределение ответственности, требования к проведению проверки и предоставлению отчетов о результатах проверок. Системные проверки представляют собой классический инструмент «постоянного улучшения», так как при правильном проведении они не

только гарантируют поддержание уже достигнутого уровня, но и способствуют совершенствованию деятельности по охране окружающей среды.

Руководящие указания по проведению экологического аудита, как отмечалось выше, закреплены в специальных стандартах ИСО серии 14000. В соответствии с общими требованиями к экологическому аудиту, которые отражены в стандарте ГОСТ Р ИСО 14010–98, в центре внимания любого типа экологического аудита должен находиться четко определенный и документированный объект. Сторона, ответственная за объект, также должна быть четко идентифицирована и документирована.

Учитывая требования международных стандартов в области экологического аудирования и принятых отечественных аудиторских стандартов (правил аудиторской деятельности) можно классифицировать экологический аудит по следующим признакам:

- по цели (это может быть оценка обоснованности и реальности установленных планов экологическим критериям; анализ эффективности использования природных ресурсов для экономического потенциала и результатов хозяйственной деятельности; изучение состояния техники, технологии и организации производства; выявление целесообразности и законности совершенных операций; вскрытие злоупотреблений и преступлений);
- по заказчику (обязательный; инициативный);
- по этапам экологического аудита (подготовительный; основной; завершающий);
- по методам (документальный; оценочный; фактический);
- по характеру (сокращенный; полный; комплексный; функциональный; институционный);
- по стадиям производственной деятельности (организационный; финансово-хозяйственный; технологический);
- по реальности (реальный; перспективный; потенциальный);
- по степени охвата (сплошной; выборочный);
- по форме контроля (информационный; предупредительный; карательный);
- по периодичности (периодический; изучение; наблюдение);
- по систематичности (первичный аудит; системные проверки);
- по направлениям (экологический аудит для проверки соблюдения лицензионных условий, экоаудит в целях проверки соответствия требованиям законодательства в области охраны окружающей среды, экологический аудит для обоснования инвестиций, экоаудит природопользования, экоаудит недропользования, рекреационный аудит, водохозяйственный аудит, медико-экологический аудит, муниципальный экоаудит, экологический аудит различных зданий и сооружений, экоаудит коммунально-бытового хозяйства и др.);
- по пользователям результатов (внешний; внутренний);
- по субъектам (самоконтроль; взаимоконтроль; общественный; аудиторский; государственный);
- по масштабам использования (общий; частный).

Проведение экологического аудита может быть представлено как поэтапная программа, которая в зависимости от специфики аудируемого объекта может охватывать следующие этапы:

1. Этап предварительных работ (преаудит), включающий:

- отбор объектов аудирования;
- составление графика аудирования объектов;
- подбор команды аудиторов (команда аудиторов, как правило, составляет не более 4–6 человек; ряд программ может быть проведен и одним специалистом);

- разработка плана аудита, что предполагает определение масштабов аудирования, отбор приоритетных задач, подготовку аудиторских протоколов, четкое распределение ресурсов;

- разработка предварительного вопросника и отсылка его на предприятие; в некоторых случаях возможен предварительный визит на объект с целью первоначального сбора информации;

- выработка критериев оценки по различным аспектам.

2. Этап непосредственного аудирования, в том числе:

- окружающей среды на предприятии (система мониторинга, формы отчетности, программы внутренних инспекций, планы действий в чрезвычайных ситуациях и др.);

- ознакомление с документацией и интервьюирование персонала, проведение обзорного «тура» по предприятию, внесение по результатам этих работ изменений в программу аудита;

- сбор конкретной информации, отбор проб, сравнение фактической «бумажной» ситуации, выработка методов верификации и тестирования данных, проверка полноты охвата проблем в соответствии с протоколом аудита;

- оценка собранных данных, подготовка полного перечня выявленных проблем; оценка значимости тех или иных отклонений от норм и других выявленных проблем;

- представление результатов аудирования на этом этапе в устной форме или в форме краткого промежуточного отчета.

3. Постаудит (или заключительный этап), в том числе:

- подготовка к рассылке проекта отчета, получение замечаний (эта стадия обычно занимает не более одного месяца);

- подготовка окончательного отчета по результатам аудирования, обсуждение отчета внутри группы аудирования и его представление управленческому персоналу предприятия (желательно в сжатые сроки);

- подготовка рекомендаций и предложений по решению выявленных проблем; определение графика реализации мероприятий и ответственных за их выполнение (т.е. принятие плана действия, который разрабатывается персоналом самого предприятия);

- проверка осуществления разработанного плана действий, которая может проводиться как группой аудирования, так и управленческим персоналом или специалистами-экологами самого предприятия.

Экологический аудит сводится к решению основных вопросов:

- обоснование экологической политики и стратегии предприятия;
- проверка и обеспечение соответствия деятельности предприятия действующим законодательным и нормативным документам;
- оценка эффективности существующей системы управления охраной окружающей среды на предприятии;
- оценка риска, связанного с использованием тех или иных процессов, материалов, образованием определенных видов отходов и т.д.;
- оптимизация использования ресурсов, включая финансовые;
- четкое определение уровня ответственности в случае несоблюдения экологических требований;
- снижение риска и предотвращение применения штрафных санкций и др.

Следует отметить, что экологический аудит в России проводится в следующих основных случаях:

- предоставление займов;
- создание совместных предприятий;
- покупка пакета акций предприятия (организации);
- аренда зданий и сооружений;
- покупка или аренда земельного участка;
- передача прав собственности на объект;
- выработка корпоративной экологической стратегии. Анализ данных по определению факторов, препятствующих проведению экоаудита на предприятиях России, позволил получить интересные результаты. Для контролирующих органов на первом месте стоит тезис о том, что предприятия и организации могут отказаться от проведения экологического аудита, опасаясь использования информации, полученной аудиторской группой, против самого предприятия (90%). На втором месте по значимости – сомнения работников предприятия в полезности проведения экологического аудита (70%). Для предприятий же основным фактором (68%) является отсутствие средств на проведение экологического аудита.

Однако в России сложились условия, при которых развитие экологического аудирования следует считать не только целесообразным и возможным, но и необходимым видом деятельности. Экологический аудит является неотъемлемой составной частью механизма управления окружающей средой и природопользования, учитывающего обеспечение прав собственности, чрезвычайно важен для экономики, так как позволяет уменьшить экологический, информационный и коммерческий риск, связанный с принятием хозяйственных решений. Экологический аудит является важным для местных и региональных органов управления и реализует цель выработки рекомендаций по эффективному использованию ресурсов и обеспечению качества окружающей среды.

11.2. Концепция федерального Закона «Об экологическом аудите»

Цель принятия закона и предмет правового регулирования.

Развивающиеся в Российской Федерации процессы, сопровождающие ее переход к рыночным экономическим отношениям, а также заинтересованность в финансировании разнообразных проектов иностранными инвесторами, требуют применения общепринятых в мировой практике соответствующих экологических процедур.

Основной целью разработки и принятия законопроекта «Об экологическом аудите» является создание действенного инструмента по проведению независимого анализа, оценки информации о существующей экологической ситуации и фактических результатах любой реализованной деятельности, а также подготовка квалифицированных рекомендаций по снижению негативного воздействия на окружающую среду и повышению качества управления в области окружающей среды.

Принятие указанного закона будет способствовать повышению эффективности и инициированию природоохранной деятельности субъектов хозяйственной деятельности и рациональному использованию природных ресурсов, развитию систем экологического управления, получению дополнительных выгод и прибыли в результате сочетания экологических и экономических интересов.

Предметом правового регулирования закона являются общественные отношения в сфере обеспечения осуществления независимого квалифицированного документального анализа и оценке деятельности субъектов хозяйственной деятельности.

Основные задачи законопроекта

К основным задачам законопроекта следует отнести:

- получение достоверной информации о деятельности субъектов хозяйственной деятельности в области природопользования и охраны окружающей среды;
- повышение уровня ответственности субъектов хозяйственной деятельности при принятии управленческих решений в области природопользования и охраны окружающей среды;
- содействие субъектам хозяйственной деятельности в самостоятельном регулировании своей экологической политики, формирование приоритетов по осуществлению предупредительных мер, направленных на выполнение и соблюдение экологических требований, норм и прав;
- повышение их конкурентоспособности на мировом рынке за счет внедрения экологически безопасных технологий и экологической маркировки продукции;
- проведение объективной оценки соответствия деятельности субъектов хозяйственной деятельности требованиям законодательства в области окружающей среды и природопользования.

Место будущего закона в системе действующего законодательства и состояние правового регулирования соответствующих общественных отношений.

В соответствии с Конституцией Российской Федерации в исключительном ведении Российской Федерации находится установление основ федеральной политики и федеральные программы в области экологического развития Российской Федерации (п. «е» ст. 71); в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации находятся вопросы владения, пользования и распоряжения землей, недрами, водными и другими природными ресурсами; природопользование; охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности; особо охраняемые природные территории (п. п. «в» и «д» п. 1 ст. 72).

Проект федерального закона направлен на реализацию конституционного права граждан на благоприятную окружающую среду, а также обеспечение выполнения требований Федерального закона «Об охране окружающей среды».

Важным направлением реализации Государственной стратегии устойчивого развития России, направленной на сбалансированное решение социально-экономических задач на перспективу и сохранение благоприятного качества окружающей среды, является применение экологического аудита как инструмента обеспечения благоприятного экологического климата. Данное обстоятельство связано с необходимостью интеграции России в систему мировой экономики и международной экологической безопасности, а также усилением требований законодательства в области охраны окружающей среды.

Анализ мирового опыта свидетельствует о широком практическом применении государствами с разной степенью экономических отношений процедуры экологического аудита в качестве средства получения и оценки экологической информации о предприятии или ином хозяйствующем объекте с целью выработки необходимых корректирующих мер и принятия решений на различных уровнях управления. Внедрение экологического аудита в Российской Федерации позволит реализовать принципы и государственную стратегию охраны окружающей среды. Необходимость и целесообразность развития в России экологического аудита связана с сокращением в последнее время расходной части бюджета, в том числе на природоохранные мероприятия. Поэтому основными источниками финансирования природоохранных мероприятий будут являться средства предприятий, местных бюджетов и экологических фондов.

В настоящее время экологический аудит используется в качестве средства получения и оценки экологической информации о предприятии (или другом экологическом объекте) с целью выработки необходимых мер и принятия соответствующих решений на различных уровнях управления (от руководства фирмы до исполнительных органов государственной власти), а также в качестве организационно-правового инструмента обеспечения экологической безопасности на различных уровнях.

Экологический аудит может дать объективную оценку экологического состояния предприятия, определить существующие отклонения от нормы, т.е. от требований действующего законодательства и нормативных документов в области охраны окружающей среды или международных стандартов, и рекомендовать мероприятия по проведению производственной деятельности предприятия в соответствие с этими требованиями. В конечном итоге все это позволяет повысить значимость предприятия, как на рынке продукции, так и на рынке инвестиций.

Таким образом, экологический аудит представляется как систематизированный процесс получения, изучения и оценки экологической информации об объекте аудита (аудируемом объекте) на основе осуществления независимой, вневедомственной проверки его соответствия или несоответствия определенным критериям. В качестве таких критериев можно выделить количественные и качественные показатели (признаки), основанные на местных, региональных, национальных или международных экологических требованиях, нормах и правилах. Критерии устанавливаются в зависимости от целей и задач экологического аудита. То есть критерии аудита – это требования (политика, практика, процедуры, экологические нормы), с которыми аудитор сравнивает собранные свидетельства о рассматриваемом (аудируемом) объекте.

В широком понимании экологический аудит – это инструмент управления, который базируется на системном подходе и с помощью которого оценивается эколого-экономическая эффективность.

Рекомендации по оценке влияния на экологическую ситуацию различных аспектов производственной и финансовой деятельности юридических и физических лиц, осуществляющих деятельность, связанную с использованием природных ресурсов и загрязнением природной среды, природоохранными мерами в процессе функционирования и обслуживания (обеспечения) субъектов и объектов природопользования могут быть юридически обусловлены после их подтверждения (принятия) соответствующими специально уполномоченными органами (государственной экологической экспертизы, государственного экологического контроля и т.д.).

Экологический аудит как фактор, в значительной степени определяющий эффективность экологического менеджмента, является важнейшим звеном схемы взаимосвязи природоохранной деятельности на различных уровнях управления. Учитывая, что действующая система оценки состояния окружающей природной среды контролирует не более 25-40% объемов техногенного воздействия, роль и значение экологического аудирования трудно переоценить, прежде всего для системы государственного экологического контроля и государственной экологической экспертизы.

Экологический аудит может также использоваться при проведении экологической экспертизы в качестве средства получения достоверной экологической информации. При этом пользователями информации об экологическом состоянии объекта хозяйствования могут быть собственник объекта хозяйствования или другие юридические и физические лица, которые имеют материальную заинтересованность в результатах хозяйственно-финансовой

деятельности этого объекта. Принципиально является то, что аудитор несет ответственность только за свои выводы и не отвечает за состояние хозяйственно-финансовой отчетности данного объекта.

Таким образом, экологический аудит отличается своей комплексностью с выполнением исследовательских и инжиниринговых процедур. Он применяется в значительной мере на прединвестиционной стадии. Но также может эффективно использоваться при разработке программ реструктуризации для аудирования предприятий, которые выводятся из эксплуатации. Для сложных инвестиционных программ и проектов экологический аудит может проводиться до процедуры экологической экспертизы. Это можно сравнить с финансовым аудитом, который большие фирмы осуществляют перед проверкой своей финансовой деятельности налоговой инспекцией.

Основным результатом экологического аудирования должно стать адекватное выявление воздействия природопользователя на окружающую среду, снижение риска санкций против предприятия, экономия средств, предотвращение или существенное снижение, смягчение последствий возможных аварий, технических катастроф и т.д.

Потребность в экологическом аудите в России и отдельных ее регионах обусловлена несколькими факторами:

- необходимостью усиления государственного регулирования природоохранной деятельности в условиях ограниченности возможностей бюджетного финансирования, включая обоснование решений в сфере приватизации, реструктуризации предприятий, закрытия и выноса экологически вредных объектов;

- обоснование решений по привлечению зарубежных инвестиций (использование части зарубежных инвестиций в Российскую экономику является одним из перспективных направлений привлечения негосударственных источников финансирования в сферу обеспечения экологической безопасности) и др.

Кроме того, вступление России во Всемирную торговую организацию невозможно без признания действующих правил, процедур и требований, среди которых экологический аудит является узаконенным инструментом управления.

Перспективными направлениями применения экологического аудирования являются следующие.

Инвестиционный процесс. В настоящее время многие иностранные инвестиции в экономику Российской Федерации требуют проведения обязательных программ экологического аудита. В первую очередь это требование относится к инвестициям, осуществляемым через ЕБРР и МБРР. Аудит проводится по методикам банков специализированными, в основном западными фирмами, действующими на российском рынке экологических услуг. Полученное аудиторское заключение влияет на решение об инвестиции проекта. Как показывает практика, данная процедура требует от аудируемого проекта значительной предварительной подготовки. В связи с этим, важную роль

здесь может сыграть разработка и проведение собственных предварительных программ экологического аудита.

В случаях, когда инвестиции осуществляются отечественными банками, экологический аудит следует проводить силами российских специалистов по соответствующим методикам. Особенно важную роль при инвестировании должна играть оценка так называемой «экологической состоятельности» предприятия, выработка критериев для использования в практике экоаудита, с помощью которых можно оценить риск вложения капитала с учетом вероятного «экологического» банкротства инвестируемого объекта.

Экологический аудит как элемент экологического страхования. Экологическое аудирование является по существу единственным инструментом обследования предприятий – страхователей при:

- подготовке договоров экологического страхования;
- разработке планов превентивных мер по снижению экологических рисков;
- при оценке ущерба при наступлении страхового случая; при рассмотрении исков к предприятиям по поводу загрязнения окружающей природной среды.

Страховой экологический аудит позволяет осуществить независимую оценку информации о состоянии технологического и природоохранного оборудования на предприятии, организации, учреждении.

Информация имеет целью установить степень потенциальной техногенной и экологической опасности аудируемого предприятия, организации, учреждения и величину убытка, окружающей природной среде, населению, хозяйственным объектам, который может быть причинен гражданам и юридическим лицам в результате загрязнения вследствие аварии и техногенной катастрофы (а также других чрезвычайных событий).

Страховому экологическому аудиту должны подвергаться предприятия-загрязнители, внесенные в реестр особо опасных предприятий Министерства природных ресурсов, а также промышленные объекты, для которых в соответствии с Постановлением Правительства предусмотрено декларирование безопасности функционирования производственных объектов.

Экологический аудит и приватизация предприятий. При приватизации, купле продаже объектов важно уточнить величину экологического ущерба от прошлой деятельности, установить ответственность за совершенные ранее экологические правонарушения. Подобные задачи успешно решаются в рамках экологического аудита, по результатам которого уточняется стоимость объекта и акций компании-владельца, решаются вопросы по возмещению нанесенного ущерба. Учет экологического фактора при приватизации предприятий состоит в проведении экологического экспресс аудита (эколого-экономической экспертизы), в формировании фондов экологической санации предприятий.

Предотвращение возникновения острых экологических проблем. Приемы экологического аудита позволяют определить приоритетные экологические проблемы аудируемого объекта, оценить риск, вероятность их воз-

никновения и намечать пути их решения. Это особенно актуально для объектов, которые в соответствии с Федеральным Законом от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (Российская газета от 30 июля 1997 г) отнесены к категории опасных производственных объектов. Соблюдение экологических требований, предотвращение аварийных ситуаций требует от предприятия разработки и обоснования разумной экологической стратегии и политики. Именно экологический аудит в значительной степени способен обосновать для этого необходимые рекомендации и предложения.

Экологический аудит может быть использован для подтверждения данных Декларации безопасности предприятия. А, учитывая возможность возникновения на опасных производственных объектах нештатных ситуаций со значительным ущербом окружающей среде, предприятия этой категории целесообразно обязать проводить периодические экологические аудиты с привлечением независимых внешних аудиторов.

Экологический аудит при подготовке соглашений о разделе продукции. Экологический аудит продукции осуществляется в зависимости от действий предприятия в рамках маркетинговых исследований рынка сбыта продукции. Он может включать осмотр процессов поставки, производства, и сбыта, которые составляют «жизненный цикл» продукции, и оценку их воздействия на состояние окружающей среды и здоровья людей. В этом отношении аудиторское заключение в конечном итоге является оценкой экологической чистоты и конкурентоспособности продукции предприятия.

Применение экологического аудита в дополнение к государственному экологическому контролю. В обоснованных случаях экологический аудит может дополнять инспекционные проверки. Экоаудиторские заключения должны передаваться полномочным представителям службы государственного экологического контроля для принятия соответствующих санкций. Требование о проведении такого аудита может быть выставлено к нарушителям природоохранительного законодательства в качестве дополнительного наказания.

Экологический аудит может назначаться при решении вопрос по установлению (продлению срока действия) нормативов ПДВ, ПДС, лимитов размещения отходов, паспортов водного хозяйства, при проверке выполнения лицензионных условий в ходе осуществления лицензируемого вида деятельности в области охраны окружающей природной среды и в ряде других аналогичных случаев.

Принимая во внимание важность государственной статистической отчетности по формам 2тп (водхоз), 2 тп (токсичные отходы), 4-ос, можно назначать узкоцелевые экоаудиторские проверки, направленные на повышение достоверности отчетной информации.

Аудит системы управления окружающей среды. Изучает и дает рекомендации по организации структуры экологического менеджмента предприятия, а также управлению основными видами ресурсов, определяющих экологическую значимость хозяйственной деятельности. Данный тип аудита

рассматривает показатели, оценивающие состояние документации, руководящие принципы, структуру административного управления предприятием и т.д. В рамках аудита системы управления окружающей среды проводится построение экологических показателей, закладываемых в экологическую стратегию.

Экологический аудит может потребоваться, если причиной правонарушения (хотя бы отчасти) было отсутствие экологической программы на предприятии или ее неадекватность экологическим требованиям.

Обязательные программы экологического аудита применяются при урегулировании исков против повторно нарушивших природоохранное законодательство или постоянных нарушений.

Международный опыт развития экологического аудита.

Экологический аудит, изначально введенный в экономически развитых государствах в 70-е годы, как средство защиты интересов предпринимательских структур, был направлен на снижение уровня риска для окружающей среды и здоровья людей и содействие по регулированию мер в области охраны окружающей среды. С середины 80-х годов Международная торговая палата рассматривает экологический аудит в качестве метода внутреннего административного управления для усиления контроля за производственной практикой и оценкой соответствия стратегии деятельности компаний нормам экологического права. К началу 90-х годов многие коммерческие банки стали использовать процедуру экологического аудита в целях предупреждения риска неплатежей по ссудам своих заемщиков и банкротства в связи с их деятельностью в области окружающей среды. К примеру, Всемирный банк и Европейский банк реконструкции и развития используют экологический аудит для оценки деятельности финансируемых ими компаний; решение этих банков о выделении инвестиций принимается с учетом соблюдения требований экологического аудита. В ряде стран, начиная с 90-х годов, приняты национальные стандарты в этой области.

Необходимо учитывать, что в настоящее время существуют различные методические подходы к использованию процедуры экологического аудита. В мировой практике действуют следующие основные международные стандарты экологического менеджмента и экологического аудита: британский стандарт BS 7750 Института стандартов Великобритании; стандарт CSAZ 750-94 Канадской ассоциации стандартов; стандарты по экологическому аудиту и управлению в области охраны окружающей среды Международной организации стандартов – ISO серия 14000. Так, к примеру, международным стандартом ISO/DIS серия 14011 определены руководящие указания по экологическому аудиту.

Международные стандарты ИСО серии 14000 – это первая серия международных стандартов по управлению окружающей средой, разработанных в рамках Международной организации по стандартизации (ISO) Эта организация была создана в 1947 году для содействия разработке стандартов, способствующих развитию международных связей, торговли и производства. В

настоящее время в ИСО входят национальные комитеты 118 стран (в том числе и Россия).

Наиболее значительные успехи в решении экологических проблем связывают в последнее время с широким внедрением системного подхода к экологическому управлению (экологическому менеджменту), получившему широкое распространение в промышленно развитых странах Запада и странах Восточной Европы с переходной к рыночным отношениям экономики.

По данным INEM (международная информационная сеть, пропагандирующая экологический менеджмент) к концу 2000 года в мировом сообществе насчитывалось около шести тысяч фирм, сертифицированных по требованию стандартов ISO 14000, более 600 фирм по требованию английского стандарта BS 7750 и около трех тысяч фирм ЕС сертифицированно по требованию EMAS (Европейская система экологического менеджмента и аудита).

В 1993 году Совет ЕС ввел в действие «Правила добровольного участия компаний промышленного сектора в Схеме экологического управления и аудита Европейского Сообщества» (Схема EVAS). Данный документ предусмотрен для компаний (в том числе малых и средних предприятий), осуществляющих промышленную деятельность. Предполагается, что в будущем положения по экологическому аудиту, установленные для промышленного сектора, будут использоваться в других сферах деятельности, таких как торговля и оказание услуг населению.

Целью введения EMAS было содействие улучшению характеристик окружающей среды, связанной с промышленной деятельностью, за счет вовлечения компаний в процесс активного управления окружающей средой. Данные правила предусматривают снижение воздействий на окружающую среду до уровня, соответствующего применению экономически обоснованной и лучшей из доступных технологий. При этом указанная схема не должна противоречить существующим законам ЕС или техническим стандартам, относящимся к управлению окружающей средой и наносить ущерб деятельности других компаний.

Компания, решившая стать участником EMAS, должна выполнить ряд условий, а именно: официально принять Политику в области окружающей среды; произвести проверку своей деятельности и с учетом ее результатов разработать Программу в области окружающей среды; внедрить Систему управления окружающей средой; обеспечить проведение экологического аудита, а также подготовить Заявление по окружающей среде.

С этой целью создается Система (Регистр) для аккредитации указанных фирм и наблюдения за их деятельностью. Таким образом, если предприятие или фирма не отвечает декларированным требованиям в области экологической политики, оно исключается из Регистра.

Эффективное применение системы EMAS началось с конца 1995 г., когда европейские предприниматели присоединились к системе экологического аудита. Уже в марте 1996 г. в ЕС было зарегистрировано 142 фирмы, участвующих в реализации данной программы.

В 1984 г. Национальное Агентство по охране окружающей среды США (EPA) разработало концепцию аудита для федеральных агентств, большинство из которых уже к 1987 г. имело свои программы экологического аудита. Например, Министерство обороны США и Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) проводят экологические аудиты своих баз и предприятий подрядчиков. Министерство энергетики США создало в 1985 г. управление по экологическому аудиту и законодательству и проводит аудит своих основных объектов. За период развития экологического аудита в США число компаний, проводящих аудит, возросло от нескольких десятков в химической промышленности и тяжелом машиностроении до тысяч компаний, относящихся ко всем секторам промышленности. В настоящее время количество таких компаний составляет более 95%. Во многих штатах США введено обязательное экологическое аудирование в случае купли-продажи недвижимости, в том числе земельных участков. В зависимости от того, кто проводит аудирование – группа аудиторов из числа работников предприятия или независимая команда аудиторов – разделяют внутреннее и внешнее экологическое аудирование.

Опыт введения экологического аудита в Российской Федерации.

В России процедура экологического аудита все в большей мере находит свое применение (главным образом на уровне предприятия), хотя выполняется в основном зарубежными экологическими аудиторскими фирмами или их представительствами. Например, аудиторская консалтинговая фирма «A Dames & Moore Gompany» выполняет экологический аудит для Московского автомобильного завода имени Ленинского комсомола (АЗЛК) в целях совместного инвестиционного проекта с французской фирмой «РЕНО». Ранее этой фирмой были проведены экологические аудиторские проверки Кольского электрометаллургического комбината в Белгородской области, Таганрогского металлургического завода в Ростовской области, завода «Пермские моторы», Ярославского завода «Нефтьоргсинтез» («ЯНОС») и др.

Заметную активность на российском рынке экологических аудиторских фирм проявляют аудиторские фирмы «Артур Андерсен» (особенно на химических предприятиях), «КПМГ», «Делойт энд Туш», «Прайс Уотерхаус», «Эрнст энд Янг» и др.

Ряд российских предприятий, имеющих выход на международные рынки, вынуждены проводить международную согласованную процедуру экологического аудита и получать соответствующий сертификат по экологической безопасности производства и продукции. То есть, если предприятие соответствует требованиям EMAS и международным стандартам ISO 14000 – обеспечивается конкурентоспособность ее продукции на мировом рынке.

Среди таких предприятий можно назвать Московское авиационное производственное объединение «МАПО» и ряд других машиностроительных предприятий. Значительную активность по применению процедуры экологического аудита и внедрения отраслевой системы экологического менеджмента проявляет ОАО «ГАЗПРОМ», где создана отраслевая система экологического управления на базе международных стандартов ISO 14000, «ЛЮ-

КОЙЛ» и другие компании, осуществляющие деятельность в сфере добычи и переработки нефти и газа.

Так, одним из условий соглашения Российской Федерации с Международным банком реконструкции и развития о предоставлении второго угольного займа является проведение экологического аудита ряда закрывающихся шахт (подземная шахта «Промышленная», Воркута уголь в Республике Коми, подземная шахта «Донецкая», Гуков уголь, а также одного из разрезов на Дальнем Востоке – разрез «Реттиховский», Приморскуголь). Решение этих банков о выделении инвестиций принимается с учетом соблюдения требований экологического аудита и мероприятий в области охраны окружающей среды.

Отдельные попытки введения экологического аудита в Российской Федерации предпринимались в начале 90-х годов, но активное развитие он получил с 1998 года после введения системы подготовки и аттестации экологов.

Подготовка экологов осуществляется по утвержденной Госкомэкологией России программе, включающей лекционный курс и практические занятия на действующих промышленных предприятиях.

В настоящее время в Российской Федерации насчитывается около 450 экологов, аттестованных Госкомэкологией России за период с 1998 года по 2000 год. Информация об экологах внесена в Реестр.

Несмотря на достаточно большое количество подготовленных специалистов – экологов, их услуги нередко остаются невостребованными. Причина подобной ситуации кроется в недостаточности правового регулирования экологической деятельности.

В 1997 году принята Программа развития экологического аудита в России, которая включает создание соответствующих правовых, нормативных и методических документов, переход на международные стандарты в сфере экологического аудита, создание системы обучения и подготовки экологов, проведение научно-исследовательских работ и др.

Экологический аудит является одним из направлений деятельности в области охраны окружающей среды. Развитие законодательной базы в этой области предусмотрено в «Классификаторе правовых актов» под кодовым номером 110.010.100. Классификатор введен в действие указом Президента Российской Федерации от 15 марта 2000 года № 511 (Российская газета от 21, 22, 23 марта 2000 г)

Указом Президента Российской Федерации от 24 декабря 1993 № 2284 (Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации, 1994 г., № 1, ст. 2) процедуры экологического аудита предусмотрены в рамках «Государственной программы приватизации государственных и муниципальных предприятий в Российской Федерации» (п.6.33 Программы).

Федеральным законом «Об охране атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 года № 96-ФЗ (Российская газета от 13 мая 1999 г) государственным инспекторам по охране природы, осуществляющим контроль за охраной атмосферного воздуха, предоставляется право вносить предложения о проведении

экологического аудита объектов хозяйственной и иной деятельности (статья 27, ч.2).

В 1998 году Госстандартом России приняты следующие документы по формированию системы экологического аудита:

ГОСТ Р ИСО 14001-98 «Системы управления окружающей средой».

Требования и руководство по применению;

ГОСТ Р ИСО 14004-98 «Системы управления окружающей средой».

Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования;

ГОСТ Р ИСО 14010-98 «Руководящие указания по экологическому аудиту» Основные принципы;

ГОСТ Р ИСО 14011-98 «Руководящие указания по экологическому аудиту». Процедура аудита систем управления окружающей средой;

ГОСТ Р ИСО 14012-98 «Руководящие указания по экологическому аудиту». Квалификационные критерии для аудиторов в области экологии;

Федеральным законом «Об охране окружающей среды от 10 января 2002г №7 ФЗ закреплено понятие экологического аудита

Экологический аудит – независимая комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовки рекомендаций по улучшению такой деятельности.

В России уже многие учебные заведения проводят обучение специалистов по теме «Экологическое аудирование» в рамках внедрения систем управления окружающей средой на основе вышеуказанных ГОСТ Р ИСО 14000. В общей сложности обучено около тысячи аудиторов-экологов. В некоторых субъектах Российской Федерации принимаются законодательные акты, регулирующие деятельность по экологическому аудиту и другие нормативные правовые акты, содержащие отдельные нормы по экологическому аудиту (Томская область, Пермская область, Удмуртская Республика, Республика Хакасия, Республика Татарстан и др.)

Вместе с тем, внедрение экологического менеджмента в соответствии с их требованиями на предприятиях и в организациях осуществляется крайне мало. Причиной тому является множество объективных и субъективных факторов, главными из которых является отсутствие на федеральном уровне правовой основы экоаудиторской деятельности.

Принятие федерального закона «Об экологическом аудите в Российской Федерации» позволит определить правовые основы деятельности по экологическому аудиту и статус аудиторов-экологов.

11.3. Экологический аудит промышленного предприятия

Особенностью задачи по минимизации воздействия на окружающую среду (ОС) является высокая сложность и неопределенность, связанные с рассматриваемой системой «промышленное производство – ОС», а именно:

- Не известны закономерности, вызывающие многие виды воздействия, слабо изучено большинство связей в экосистемах и биосфере в целом; при анализе воздействия (в особенности, крупных) промышленных предприятий невозможно строго ограничить рассматриваемые системы.

- Хозяйственная деятельность может вызывать ряд воздействий на ОС, дать количественную оценку которых практически невозможно.

- В результате возможного наложения (взаимодействия) факторов воздействия может изменяться масштаб воздействий, проявляться новые виды воздействия; указанные эффекты во многих случаях также не поддаются количественной оценке.

- Отсутствуют показатели опасности или хотя бы уровни и критерии допустимости для многих известных видов воздействия.

- Отсутствуют подходы для одновременной агрегации масштаба, риска и социально-экономической значимости воздействия.

Разработка процедуры экологического аудита

Процедура оценки воздействия на окружающую среду с точки зрения системного анализа

Таблица 11.1

Уменьшение воздействия хозяйственной деятельности на ОС – этапы решения задачи при проведении ОВОС

Этап	Общая формулировка	Содержание этапа
1	Уточнение цели и условий решения задачи	<ul style="list-style-type: none"> • Анализ необходимости проведения ОВОС, выбор варианта процедуры • Постановка условий на выполнение проектных работ и ОВОС • Описание объектов и характеристик ОС
2	Выявление и ранжирование проблем по приоритетам	<p><i>Оценка воздействий (в отношении воздействия на ОС при создании, функционировании, ликвидации объекта, аварийных и внештатных ситуациях):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Выявление воздействий • Анализ/предсказание воздействий • Оценка значимости воздействий
3	Выделение причин, вызывающих проблемы	<p><i>При проведении ОВОС данный этап обычно не рассматривается, поскольку воздействия определяются исходя из заданных технологических решений. Однако и в этом случае для разработки альтернатив требуется более точное определение причин и источников воздействия.</i></p>
4	Поиск решений	<ul style="list-style-type: none"> • Разработка и анализ альтернатив • Разработка мер по уменьшению/компенсации воздействий

5	Отбор наилучших решений	<ul style="list-style-type: none"> • Выбор альтернатив • Выбор наиболее эффективных мер по уменьшению/компенсации воздействий
6	Разработка программы внедрения и контроля выполнения решений	<ul style="list-style-type: none"> • Разработка технико-экономического обоснования проекта; <i>после принятия решения о возможности реализации проекта</i> – разработка рабочего проекта • Разработка схемы производственного экологического мониторинга и контроля
7	Утверждение решений	<ul style="list-style-type: none"> • Решение инициатора хозяйственной деятельности о реализации проекта • Проверка полноты и качества ОВОС, решение органов административного управления о возможности реализации проекта. (<i>В российской практике</i> – решение Государственной экологической экспертизы)
8	Управление применением решений	<ul style="list-style-type: none"> • Реализация проекта
9	Проверка эффективности решений	<p><i>Послепроектный анализ:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Производственный экологический контроль • Экологический аудит в рамках экологического менеджмента на предприятии • Государственный экологический контроль, общественный экологический контроль

Процедура экологического аудита с точки зрения системного анализа

Процедура ЭА имеет ту же цель, что и ОВОС – минимизацию воздействия на ОС – и общий предмет рассмотрения (систему “хозяйственная деятельность – окружающая ее природная и антропогенная среды»). Принципиальное различие между ними определяется условиями проведения обеих процедур и не сказывается значительно на последовательности этапов.

Особенности ЭА, в основном, определяются тем, что в случае ЭА хозяйственная деятельность уже осуществляется или осуществлялась в прошлом, и воздействие на ОС уже проявляется в ее изменениях. Вследствие этого, при ЭА (по сравнению с ОВОС) снижается необходимость в прогнозе воздействий осуществлявшейся деятельности, меньше альтернатив по размещению объектов, ограничен выбор принципиальных технологических решений. В то же время, при ЭА информация о воздействии на ОС может быть получена при натурном исследовании объектов, и существует возможность идентификации и сокращения тех воздействий, которые трудно или невозможно предсказать априорно. Анализ перечисленных особенностей условий

проведения ЭА показывает, что они так же, как и в случае ОВОС, не должны оказывать принципиального влияния на соответствующую процедуру.

Применение при проведении экологического аудита процедуры, основанной на подходах системного анализа

В качестве представительного примера рассмотрим пример предварительной экологической оценки (аудита, проводящегося для разработки системы экологического менеджмента) электротехнической компании, выпускающей токопроводящие кабели в полимерной и резиновой изоляции.

На первом этапе поставлены цели работы, объем и ожидаемые результаты, а также ресурсы, предоставляемые предприятием. В перечень объектов ЭА вошли основные и вспомогательные производства, расположенные на двух промплощадках, и прилегающая территория. Исходя из полученной от предприятия предварительной информации о составе и характере производства, выпускаемой продукции были определены требования и составлены обзоры, отражающие особенности воздействия кабельного производства на ОС и возможности его минимизации. В качестве критериев аудита, отвечавших целям работы, были выбраны:

1. соответствие законодательными и нормативным требованиям в области охраны ОС, риск привлечения к ответственности за произведенное загрязнение;
2. значимость воздействия на ОС и здоровье человека при производстве и в ходе жизненного цикла продукции;
3. влияние аспектов, связанных с воздействием на ОС, на эффективность производства и качество продукции.

Для проведения аудитов таких видов необходимо разработать анкету предварительной экологической оценки. Анкета ориентирована на получение информации о тех сторонах деятельности предприятия, которые остаются не освещенными в разрешительной и отчетной экологической и санитарно-гигиенической документации.

Анализ результатов анкетирования и данных подготовленных обзоров позволяет составить перечень приоритетных объектов аудита. Среди таких выделим цеха, где изготавливается медная проволока, накладывается изоляция из поливинилхлорида и полиэтилена, изготавливается и накладывается резиновая изоляция; энергетический цех и склад мазута; овраги и участок несанкционированного размещения отходов за границами промплощадки.

В процессе сбора и анализа сведений на предприятии экспертами-аудиторами могут активно использоваться методы экологического картирования, формализованного интервьюирования сотрудников, фотодокументирования текущего состояния источников воздействия и др.

При анализе анкеты необходимо выявить виды прошлой деятельности (несанкционированное размещение отходов), которые могли привести к негативному воздействию на состояние прилегающей территории. В ходе натурных исследований устанавливается воздействие на гидродинамический режим двух оврагов, явившиеся следствием размещения отходов. На пред-

приятии идентифицируются количество упущенных возможностей сокращения воздействия на ОС и здоровье персонала.

Выбор мер по снижению воздействия на ОС подчинялся следующим критериям:

- возможность решения проблем организационными методами, с малыми затратами и в краткие сроки;
- взаимосвязанность мероприятий (направленность на совместное решение нескольких проблем);
- соответствие экономическим и производственным целям предприятия, возможность взаимодействия с системой менеджмента качества предприятия.

Таблица 11.2

Критерии ранжирования и выявленные значимые проблемы и упущенные возможности в области охраны ОС на предприятии электротехнической промышленности

Критерии	Значимые проблемы
Значительное воздействие на ОС или здоровье человека (в т.ч. в течение всего жизненного цикла продукции)	<ul style="list-style-type: none"> • Воздействие в результате размещения отходов галогенсодержащих изоляционных материалов • Воздействие на гидродинамический режим оврагов
Значительные финансовые потери, связанные с нерациональным использованием природных ресурсов и сырьевых материалов	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие адекватного анализа водопотребления • Возможность вторичного использования образующихся отходов ПВХ изоляции
Значительный образовательный эффект на сотрудников предприятия, который может быть достигнут за счет решения проблемы	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие оборудованных мест сбора и временного накопления промышленных и бытовых отходов • Наличие неконтролируемых источников воздействия на промплощадке

По результатам ЭА составляется отчет с подробными рекомендациями по развитию экологической деятельности предприятия, созданию системы экологического менеджмента на предприятии, внедрению мероприятий по охране ОС и рациональному использованию природных ресурсов. Разрабатываются методики, которые могут использоваться предприятием в дальнейшей работе. На основе сформулированных в отчете выводов предприятием определяются цели инициативной экологической деятельности, разработан план их достижения с использованием рекомендаций экспертов.

Обобщенная процедура проведения экологического аудита

При проведении аудита системы предотвращения аварийных ситуаций ограничены возможности обнаружения имеющего место воздействия на ОС, и приоритет отдается анализу системы предотвращения аварий; при этом выявление потенциально опасных производственных объектов требует применения всего инструментария аудитора. Задачи аудитов, проводимых с целью сокращения расходования энергии, воды, сырья как для снижения затрат на них, так и для уменьшения воздействия на ОС также предусматривают приоритетное внимание к соответствующим объектам, при этом ЭА следует проводить в соответствии с общей процедурой ЭА.

Существенные особенности присущи аудиту, проводящемуся в рамках функционирования системы экологического менеджмента или для ее разработки. В дополнение к анализу всех экологических аспектов осуществляемой деятельности и разработке рекомендаций по снижению и контролю воздействия на ОС анализируется эффективность осуществляемой природоохранной деятельности, разрабатываются рекомендации по ее развитию. Особое внимание уделяется эффективности работы системы экологического менеджмента, что требует глубокого анализа организационной структуры, внутренней документации предприятия при соблюдении процедуры в целом.

Аудит соответствия требованиям законодательства очевидным образом ограничивает деятельность экспертов; однако, в ряде случаев в задачи аудита может входить разработка рекомендаций по достижению соответствия указанным требованиям, для чего необходимы более глубокий анализ производства и выполнение всей процедуры ЭА.

При проведении аудита загрязненной (производственной) площадки и аудита потенциальной ответственности методология ЭА применяется для идентификации проявившихся изменений в состоянии ОС и природных ресурсов. Особую значимость приобретают инструментальные методы исследования; хотя в целом для идентификации таких изменений, определения их характера и причин возникновения следует использовать обычную методологию ЭА.

Использование методик поддержки принятия экспертных решений в ходе экологического аудита

Значимым следствием выявленной аналогии между целями и процедурами ОВОС и ЭА является возможность (с определенными изменениями) использовать при проведении ЭА методики поддержки экспертных решений и накопленный в отношении ОВОС опыт. Применение этих методик в ходе ЭА позволяет обеспечить более высокую достоверность и результативность анализа, повысить эффективность деятельности аудиторов.

При уточнении целей, условий и объектов (этап 1) в ходе ОВОС или ЭА простые списки и картирование помогают определить, в отношении каких объектов и видов деятельности будет проводиться исследование; идентифицировать те виды деятельности и объекты ОС, взаимодействие которых возможно. Для выявления взаимодействия, определения его характера и масштабов (этап 2) при проведении ОВОС используются методики, содер-

жащие информацию о взаимодействии антропогенных факторов и объектов ОС (обычно, матрицы и сети), дополняемые методами математического (или, редко, физического) моделирования, использующимися для определения мощности и вероятности действия антропогенных факторов. При этом для ранжирования проблем могут использоваться специальные списки или матрицы. При проведении ЭА на этом этапе характеристики воздействия на ОС устанавливаются обычно путем наблюдений, интервьюирования или анализа документации (с применением методик картирования, простых списков – анкет, опросников, а также метода материального баланса), влияние же обнаруженных факторов или причины появления установленных изменений в ОС (этап 3) можно эффективно выявлять с использованием методик, применяющихся на втором этапе процедуры ОВОС.

Для поиска эффективных подходов к решению выявленных проблем (этап 4) на основе опыта проведения ОВОС разработаны подробные рекомендации по решению наиболее часто возникающих проблем взаимодействия антропогенных факторов и объектов ОС, представляющие собой описательные списки. Установлено, что эти рекомендации могут применяться и при ЭА. Кроме того, методики наложения слоев позволяют облегчить поиск решений, связанных с выбором и изменением взаиморасположения объектов. В ходе ЭА следует использовать технологические схемы и составление ориентировочных материальных балансов по исследуемым веществам и материалам. Для выбора наилучших вариантов разработанных решений (этап 5) целесообразно применять матрицы или списки с ранжированием. Выбор между ними делается в зависимости от числа критериев, по которым проводится ранжирование (при одновременном использовании нескольких критериев применяются матрицы). При разработке программы внедрения разработанных рекомендаций (этап 6) обычно нет необходимости в специальных методиках, однако материалы, подготовленные экспертами на этой стадии, рекомендуется представлять с использованием различных методик, которые облегчат применение рекомендаций на предприятии. В частности, таким образом задается основа для эффективного осуществления последующих стадий даже без участия экспертов-аудиторов. Многие наглядные методики находят свое применение также при подготовке итоговых документов, при взаимодействии с заинтересованными сторонами, предшествующем принятию решения (этап 7).

На стадии применения решений (этап 8) используются материалы, подготовленные экспертами ранее. При последующей проверке эффективности предложенных решений (этап 9), с одной стороны, требуется удостовериться, что решены проблемы, в связи с которыми они разрабатывались, для чего можно использовать различные списки. С другой стороны, при этом необходимо определить, не проявились ли какие-либо негативные побочные эффекты предложенных мероприятий, для чего эффективны методики, использующие многоуровневые матрицы и сети.

Методики выбираются на основе следующих характеристик:

- целесообразности применения метода;

- практической применимости;
- стоимости использования метода;
- получаемым результатам;
- достоверности и воспроизводимости метода;
- возможности учета влияния изменения условий на получаемый результат;
- сбалансированности всех применяемых методов.

Методики поддержки экспертных решений, разработанные для использования при проведении ОВОС, обычно необходимо адаптировать для использования при ЭА. Например, матрица Леопольда, разработанная для идентификации воздействий при проведении ОВОС, применялась нами при проведении ЭА со следующими модификациями: перечень компонентов ОС (строк матрицы) не потребовал значительных изменений, но, поскольку категории деятельности (столбцы матрицы) в варианте, используемом для ОВОС, вынужденно являются слишком широкими, в ходе ЭА в качестве категорий деятельности выделялись экологические аспекты, связанные не только с основной производственной деятельностью, но и со вспомогательными и побочными процессами. Это, в частности, облегчает выявление воздействий на ОС, проявляющихся за пределами промышленной площадки.

К методикам поддержки экспертных решений относятся также перечни и руководства по применению рекомендаций в отношении разработки мероприятий по предупреждению и снижению воздействия, а также компенсаторных мер при проведении ОВОС. Не реализованные при осуществлении хозяйственной деятельности меры могут использоваться при развитии работ по минимизации воздействия и учитываться при подготовке рекомендаций ЭА.

Анализ возможности использования и практическая апробация методик ОВОС при определении значимых экологических аспектов в ходе ЭА составили значительную часть настоящего исследования. Определение значимых аспектов при выполнении процедур ОВОС и ЭА представляет собой не только наиболее трудоемкие, но и крайне сложные с методологической точки зрения этапы.

Для идентификации воздействий при проведении ЭА использовалась матрица, разработанная на основе матрицы Леопольда, при этом список ключевых компонентов ОС заполнялся на основе применения разработанной предварительной анкеты.

При проведении ЭА предприятия стекольной промышленности применение адаптированной матрицы Леопольда позволило уже на стадии анализа исходных данных выявить потенциальную возможность загрязнения водоема, используемого в рекреационных и рыбохозяйственных целях, компонентами трансформаторного масла, применяющимися в качестве замазливателей при производстве стекловолокна. В этом случае для идентификации источников загрязнения нами также использовался метод экологического картирования цехов и производственных площадок, что позволило, с использованием разработанной сети (фрагмент сети представлен на рис. 5) оценить масштабы и значимости выявленного воздействия, разработать схемы кон-

троля источников воздействия, рекомендации в отношении развития процедур и требований предприятия в отношении обращения с трансформаторными маслами и замасливателями. В число первоочередных рекомендаций для руководства предприятия вошли:

- пересмотр приоритетов в ряду источников и факторов воздействия производства на ОС;
- разработка более жестких процедур обращения с компонентами замасливателей;
- идентификация источников потерь органических веществ, в том числе полихлорированных бифенилов;
- оценка последствий воздействия органических загрязняющих веществ на грунты, поверхностные и подземные воды и т.п.

При проведении ЭА предприятия электротехнической промышленности использование списков для идентификации компонентов ОС, на которые может оказываться воздействие, позволило установить изменения в гидродинамическом режиме оврагов, возникшие как результат несанкционированного размещения отходов, и способное привести к значительным селеподобным явлениям в центре крупного города.

В рамках данной работы была исследована возможность применения программы Calyx EIS при проведении ЭА. Программа разработана для помощи экспертам при проведении ОВОС проектов объектов теплоэнергетики, использующих в качестве основного угольное топливо. Нами была выполнена адаптация программы для использования российскими специалистами. Программа представляет собой комплексный инструмент поддержки принятия экспертных решений в ходе ОВОС и использует варианты реализации методик, обеспечивающие большую, по сравнению с традиционными формами их представления, достоверность анализа.

Программа апробировалась в ходе ЭА двух ТЭЦ г. Новокузнецка, использующих угольное топливо. Одна из них является крупной с электрической мощностью 600 МВт, тепловой – 5476 ГДж/ч (1520 МВт); другая – средней – с полной мощностью 120 МВт (электрической – 50 МВт, тепловой – 251 ГДж/ч (70 МВт)). Показано, что программа с успехом может быть использована для создания перечня вероятных (особенно – вторичных) воздействий, источником которых является функционирование теплоэлектростанций. Часть идентифицированных с использованием программы Calyx EIS воздействий трудно обнаружить путем визуального обследования объектов аудита.

В программе Calyx EIS заложены списки мероприятий по компенсации и предупреждению негативного воздействия, а также мер по мониторингу воздействий, которые могут быть использованы для их контроля. База знаний программы содержит более 170 компенсаторных мероприятий и около 150 рекомендаций по мониторингу, предназначенных для объектов теплоэнергетики. В ходе исследования нами изучена адекватность рекомендаций, предлагаемых для учета в ходе ОВОС, в отношении снижения воздействия на ОС функционирующих ТЭЦ. Установлено, что большинство мероприятий может

быть без затруднений реализовано на стадии функционирования ТЭЦ. Те меры, которые предлагаются для снижения выявленного воздействия, или уже были внедрены в той или иной степени на обследованных электростанциях за время их существования, или полностью адекватны масштабу и характеру проблем и могут быть применены в будущем. Таким образом, рекомендации по снижению воздействия на ОС, предназначенные для использования при планировании и проектировании будущих хозяйственных объектов, могут с успехом применяться и в отношении уже существующих объектов.

В рамках проверки применимости подходов и результатов ЭА при выполнении ОВОС проекта перепрофилирования и реконструкции промышленных предприятий были проведены экологические аудиты машиностроительного завода и текстильной фабрики.

Исследование характера и масштабов изменений, возникших в ОС под воздействием длительное время осуществлявшейся хозяйственной деятельности, может быть выполнено в рамках проведения аудита загрязненной промышленной площадки. Задача оценки уровня загрязнения промышленной площадки, и воздействия объекта на прилегающие территории, чрезвычайно трудна и редко может быть решена исключительно инструментальными методами. В первую очередь это определяется значительной неоднородностью уровня загрязнения промплощадки и импактной зоны, в особенности веществами, не являющимися приоритетными для исследуемых производств, не специфицированными в отчетной документации и т.п. Причиной поступления в ОС таких веществ является продолжительное или часто возникающее нештатное, а в части случаев и аварийное, функционирование как производственных, так и вспомогательных и побочных процессов, несанкционированное накопление и размещение отходов. В случае расположения исследуемого участка в промзоне существенное влияние на уровни и состав загрязнений могут оказывать также близлежащие предприятия.

Наиболее эффективным для оценки уровня загрязнения промплощадки является использование подходов ЭА, позволяющих на основе доступных данных собрать информацию, необходимую для разработки программы изысканий, как в отношении перечня параметров (химических веществ, физических факторов), так и с позиций расположения постов (точек пробоотбора). Такие исследования позволяют не только установить уровни загрязнения, но и определить источники, характер происходящих в ОС изменений (направление и скорость миграции загрязняющих веществ). Рационализация схемы изысканий дает возможность сократить непроизводительные работы по бурению скважин для исследования загрязнения грунтов и подземных вод, оптимизировать число проб и список загрязняющих веществ, подлежащих анализу. Кроме того, информация о характере воздействия существовавшего производства на ОС, полученная в результате проведения ЭА, облегчает разработку мер по предупреждению воздействия создающегося производства.

12. МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИЙ С ВЫСОКОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

12.1. Общие сведения о мониторинге

Интенсивное воздействие человека на природу, негативные, часто необратимые последствия этого воздействия обуславливают необходимость глубокого и всестороннего анализа проблемы взаимодействия общества и природы. Такой анализ в настоящее время осуществляется в рамках природопользования. Главная задача природопользования как научного направления – поиск и разработка путей оптимизации взаимодействия общества с окружающей природной средой.

Рациональное природопользование предполагает управление природными процессами, т.е. запрограммированное воздействие на природные объекты с целью получения определенного хозяйственного эффекта.

Чтобы управление было достаточно эффективным, необходимо иметь данные о динамических свойствах этих объектов, их изменении в результате антропогенного воздействия, предвидеть последствия вмешательства человека в ход естественных процессов.

Управление природными процессами должно опираться на надежную и достоверную информацию о прошлых, настоящих и будущих состояниях природных и природно-антропогенных систем.

За последнее десятилетие накоплен большой материал по изменению природы. Однако он не содержит данных о динамике развития процессов. В связи с этим встал вопрос об организации специальных наблюдений за состоянием окружающей природной среды и ее антропогенными изменениями с целью их оценки, прогнозирования и своевременного предупреждения о возможных неблагоприятных последствиях, т.е. о введении постоянной действующей службы наблюдения мониторинга.

Проблема экологического мониторинга состояния окружающей среды в настоящее время становится все более актуальной. Переход предприятий в частную собственность не всегда содействует развитию мероприятий по охране окружающей среды. Однако, имеется положительный опыт построения систем мониторинга на различных предприятиях и территориях Российской Федерации.

Современное развитие науки и техники в области экологического мониторинга открывает возможность посмотреть на эту проблему по новому. Современная электроника позволяет создавать компактные автономные уст-

ройства сбора экологической информации. Эти устройства продолжительное время могут работать без вмешательства человека, фиксируя целый ряд параметров, характеризующих состояние окружающей среды. Современные каналы передачи информации позволяют связать устройства сбора информации в единую сеть. При этом каналы передачи могут быть различными: проводная линия связи, телефонная линия, радиоканал, сеть Internet.

Создание системы мониторинга достоверного контроля за загрязнением атмосферы является одной из важнейших экологических проблем, направленных на устранение негативных последствий воздействия антропогенных загрязняющих веществ на окружающую природную среду, и атмосферу в частности.

Современный этап развития общегосударственной службы наблюдений и контроля за уровнем загрязнения среды характеризуется тенденцией перехода к автоматизированным методам и средствам контроля и обработки данных с целью сократить долю ручного труда при выполнении работ и повысить достоверность информации.

К настоящему времени в стране сложилась структура службы наблюдения, в частности контроля загрязнения атмосферы. Основная проблема состоит в ее совершенствовании, т.е. повышении эффективности измерений путём введения новых методов и средств контроля, усовершенствования методов обработки данных, оценки и прогнозирования загрязнения, создание автоматизированных систем контроля и регулирования качества атмосферного воздуха в крупных городах и промышленных центрах. Решение указанной проблемы требует улучшения координации работ и использования новейших научно – технических достижений.

Система мониторинга атмосферного воздуха позволит оперативно принимать управленческие решения от исполнения которых напрямую зависит здоровье и экологическое благополучие населения.

Для выявления изменений состояния биосферы под влиянием деятельности человека необходима система наблюдений. Такую систему в настоящее время общепринято называть мониторингом. Мониторинг включает следующие основные направления деятельности:

- наблюдения за факторами, воздействующими на окружающую природную среду и за ее состоянием;
- оценку фактического состояния природной среды;
- прогноз развития состояния природной среды и оценку этого развития.

Таким образом, мониторинг – это система наблюдений, оценки и прогноза состояния природной среды, не включающая управление качеством окружающей среды, но дающая необходимую информацию для такого управления и выработки инженерных методов защиты окружающей среды.

Мониторинг может охватывать как локальные районы, так и земной шар в целом (глобальный мониторинг).

Чтобы обеспечить эффективную оценку и прогноз, мониторинг должен включать наблюдения за источниками загрязнения, загрязнением природной среды и следствиями от этого загрязнения.

Наиболее универсальным подходом к определению структуры системы мониторинга антропогенных изменений является его разделение на блоки: «Наблюдения», «Оценка фактического состояния», «Прогноз состояния», «Оценка прогнозируемого состояния» (существующие геофизические службы строились по такой же схеме).

Блоки «Наблюдения» и «Прогноз состояния» тесно связаны между собой, так как прогноз состояния окружающей среды возможен лишь при наличии достаточно репрезентативной информации о фактическом состоянии (прямая связь). Построение прогноза, с одной стороны, подразумевает знание закономерностей изменений состояния природной среды, наличие схемы и возможностей численного расчета этого состояния, с другой – направленность прогноза в значительной степени должна определять структуру и состав наблюдательной сети (обратная связь).

Данные, характеризующие состояние природной среды, полученные в результате наблюдений или прогноза, должны оцениваться в зависимости от того, в какой области человеческой деятельности они используются (с помощью специально выбранных или выработанных критериев). Оценка подразумевает, с одной стороны, определение ущерба от воздействия, с другой – выбор оптимальных условий для человеческой деятельности, определение существующих экологических резервов. При такого рода оценках рассчитываются возможные значения допустимых нагрузок на окружающую природную среду.

Информационные геофизические системы, так же как и информационная система мониторинга антропогенных изменений, являются составной частью системы управления, взаимодействия человека с окружающей средой (системы управления состоянием окружающей среды), поскольку информация о существующем состоянии природной среды и тенденциях ее изменения должна быть положена в основу разработки мер по охране природы и учитываться при планировании развития экономики. Результаты оценки существующего и прогнозируемого состояния биосферы в свою очередь дают возможность уточнить требования к подсистеме наблюдений (это и составляет научное обоснование мониторинга, обоснование состава, структуры сети и методов наблюдений).

На рис. 12.1. показано место мониторинга в системе управления (регулирования) состоянием окружающей природной среды. На схеме условно помещены энергетические и информационные потоки.

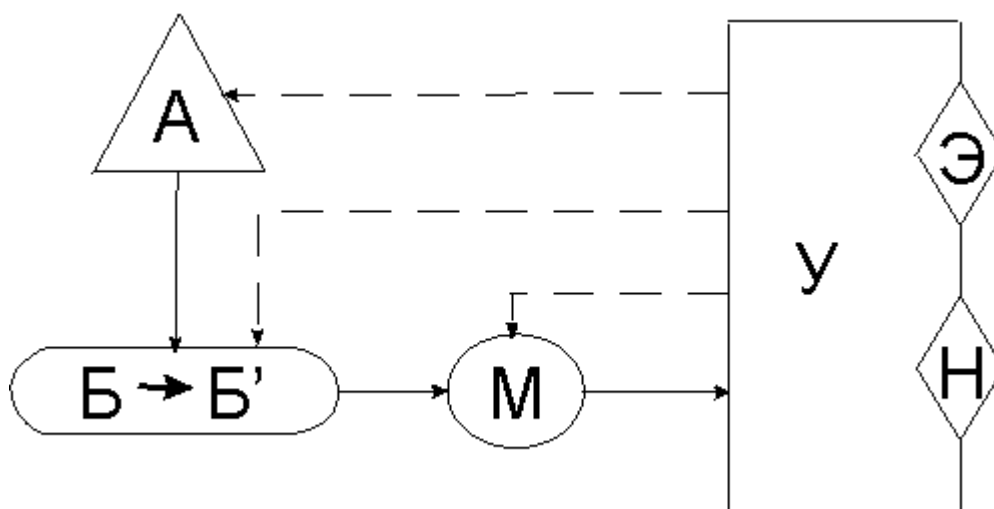


Рис. 12.1. Место мониторинга в системе управления состоянием природной среды

Элемент биосферы с уровнем состояния Б, подвергаясь воздействию (А), меняет свое состояние (Б → Б').

С помощью системы мониторинга (М) получается «фотография» этого измененного, а по возможности и первоначального состояния, производится обобщение данных, анализ и оценка фактического и прогнозируемого состояния. Эта информация передается в блок управления (У) принятия решения (рис. 12.1). На основании этой информации в зависимости от уровня научно-технических разработок (Н) и экономических возможностей (Э), с учетом эколого-экономических оценок; принимаются меры по ограничению или прекращению антропогенных воздействий, по профилактическому укреплению или последующему «лечению» элемента биосферы. Также возможна комбинация перечисленных подходов. Совершенствуется и система мониторинга (указанные действия показаны на схеме штриховыми линиями).

Следует отметить, что, поскольку оценка фактического и прогнозируемого состояния природной среды является составной частью мониторинга, то некоторые авторы идентифицируют эту часть мониторинга с элементом управления состоянием природной среды.

Наблюдения за состоянием окружающей природной среды должны включать наблюдения за источниками и факторами воздействия (в том числе источниками загрязнений, излучений и т.п.). За состоянием элементов биосферы (в том числе за откликами живых организмов на воздействие (рис. 12.2), за изменением их структурных и функциональных показателей). На рисунке также показана классификация мониторинга.

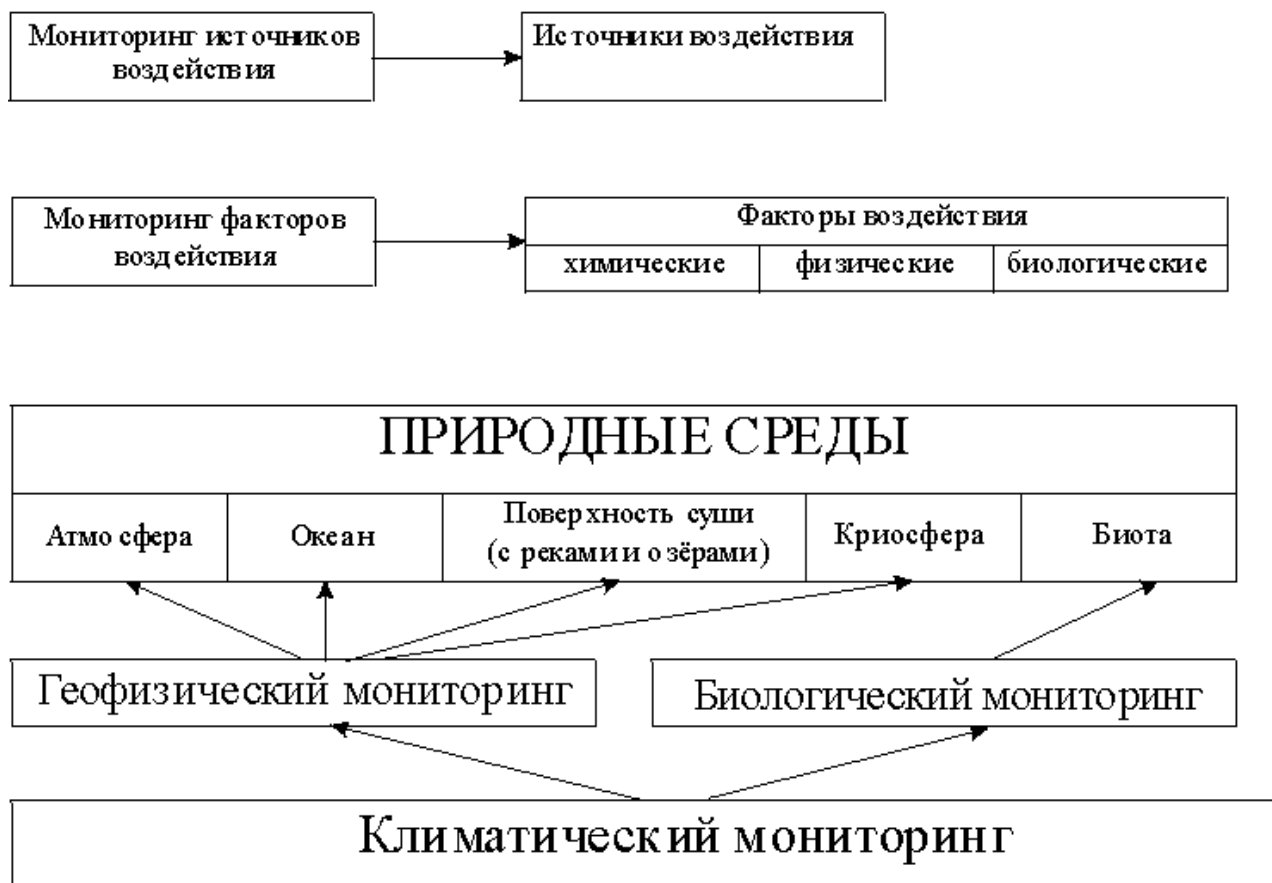


Рис. 12.2. Схема и классификация мониторинга

12.2. Организация мониторинга атмосферы

Источники загрязнения атмосферного воздуха

Сброс загрязняющих веществ может осуществляться в различные среды: атмосферу, воду, почву. Выбросы в атмосферу являются основными источниками последующего загрязнения вод и почв в региональном масштабе, а в ряде случаев и в глобальном.

Промышленные источники загрязнения атмосферного воздуха подразделяются на источники выделения и источники выбросов. К первым относятся технологические устройства (аппараты установки и т.п.), в процессе эксплуатации которых выделяются примеси. Ко вторым – трубы, вентиляционные шахты, аэрационные фонари и другие устройства, с помощью которых примесь поступает в атмосферу.

Промышленные выбросы подразделяются на организованные и неорганизованные. Организованный промышленный выброс поступает в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы и трубы, что позволяет применять для очистки от загрязняющих веществ соответствующие установки. Неорганизованный промышленный выброс поступает в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушений герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы обо-

рудования по отсосу газа в местах загрузки, выгрузки или хранения продукта. Неорганизованные выбросы характерны для очистных сооружений, хвостохранилищ, золоотвалов, участков погрузочно-разгрузочных работ, сливно-наливных эстакад, резервуаров и других объектов.

К основным источникам промышленного загрязнения атмосферного воздуха относятся предприятия энергетики, металлургии, стройматериалов, химической и нефтеперерабатывающей промышленности, производства удобрений.

Критерии санитарно-гигиенической оценки состояния воздуха

Вещества, находящиеся в атмосферном воздухе, попадают в организм человека главным образом через органы дыхания. Вдыхаемый загрязненный воздух через трахею и бронхи попадает в альвеолы легких, откуда примеси поступают в кровь и лимфу.

В нашей стране проводятся работы по гигиенической регламентации (нормированию) допустимого уровня содержания примесей в атмосферном воздухе. Обоснованию гигиенических нормативов предшествуют многоплановые комплексные исследования на лабораторных животных, а в случае оценки ольфакторных реакций организма на действия загрязняющих веществ и на добровольцах. При таких исследованиях используются самые современные методы, разработанные в биологии и медицине.

В настоящее время определены предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе более чем 500 веществ.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – это максимальная концентрация примеси в атмосферном воздухе, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает и не окажет на него вредного влияния (включая отдаленные последствия) и на окружающую среду в целом.

Гигиенические нормативы должны обеспечивать физиологический оптимум для жизни человека, и, в связи с этим, к качеству атмосферного воздуха у нас в стране предъявляются высокие требования. В связи с тем, что кратковременные воздействия не обнаруживаемых по запаху вредных веществ могут вызвать функциональные изменения в коре головного мозга и в зрительном анализаторе, были введены значения максимальных разовых предельно допустимых концентраций (ПДК_{мр}) С учетом вероятности длительного воздействия вредных веществ на организм человека были введены значения среднесуточных предельно допустимых концентраций (ПДК_{сс}).

Таким образом, для каждого вещества установлено два норматива: Максимально разовая предельно допустимая концентрация (ПДК_{мр}) (осредненная за 20-30 мин) с целью предупреждения рефлекторных реакций у человека и среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК_{сс}) с целью предупреждения общетоксического, мутагенного, канцерогенного и другого действия при неограниченно длительном дыхании.

Значения ПДК_{мр} и ПДК_{сс} для наиболее часто встречающихся в атмосферном воздухе примесей приведены в табл. 2.1. В правой крайней графе таблицы приведены классы опасности веществ: 1-чрезвычайноопасные, 2-

высокоопасные, 3- умеренноопасные и 4 – малоопасные. Эти классы разработаны для условий непрерывного вдыхания веществ без изменения их концентрации во времени. В реальных условиях возможны значительные увеличения концентраций примесей, которые могут привести в короткий интервал времени к резкому ухудшению состояния человека.

В местах, где расположены курорты, на территориях санаториев, домов отдыха и в зонах отдыха городов с населением более 200 тыс. человек. концентрации примесей, загрязняющих атмосферный воздух, не должны превышать 0,8 ПДК.

Может создаваться ситуация, когда в воздухе одновременно находятся вещества, обладающие суммированным (аддитивным) действием. В таком случае сумма их концентраций (С), нормированная на ПДК, не должна превышать единицы согласно следующему выражению:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_3}{ПДК_3} \leq 1$$

К вредным веществам, обладающим суммацией действия, относятся, как правило, близкие по химическому строению и характеру влияния на организм человека, например:

- диоксид серы и аэрозоль серной кислоты;
- диоксид серы и сероводород;
- диоксид серы и диоксид азота;
- диоксид серы и фенол;
- диоксид серы и фтористый водород;
- диоксид и триоксид серы, аммиак, оксиды азота;
- диоксид серы, оксид углерода, фенол и пыль конверторного производства.

Таблица 12.1

Предельно допустимые концентрации (ПДК) в атмосферном воздухе населенных мест			
Вещество	ПДК, мг/м³		Класс опасности вещества
	максимальная разовая	средняя суточная	
Азота диоксид	0,085	0,04	2
Серы диоксид	0,5	0,05	3
Углерода оксид	5,0	3,0	4
Пыль (взвешенные вещества)	0,5	0,15	3
Аммиак	0,2	0,04	4
Кислота серная	0,3	0,1	2
Фенол	0,01	0,003	2
Ртуть металлическая	-	0,0003	1

Вместе с тем многие вещества при одновременном присутствии в атмосферном воздухе не обладают суммацией действия, т.е. предельно допустимые значения концентраций сохраняются для каждого вещества в отдельности, например:

- оксид углерода и диоксид серы;
- оксид углерода, диоксид азота и диоксид серы;
- сероводород и сероуглерод.

В том случае, когда отсутствуют значения ПДК, для оценки гигиенической опасности вещества можно пользоваться показателем ориентировочно-безопасного максимального разового уровня загрязнения воздуха (ОБУВ).

Разработаны также значения предельно допустимых концентраций веществ в воздухе рабочей зоны (ПДКрз).

Значение ПДКрз должно быть таким, чтобы не вызывать у рабочих при ежедневном вдыхании в течение 8 часов заболеваний или не приводить к ухудшению состояния здоровья в отдаленные сроки. Рабочей зоной считается пространство до 2 м высотой, где размещается место постоянного или временного пребывания работающих. Так ПДКрз диоксида серы составляет 10, диоксида азота – 5, а ртути – 0,01 мг/м³, что значительно выше, чем ПДКмр и ПДКсс соответствующих веществ (см. табл. 12.1).

Организация наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха.

В крупных промышленных центрах степень загрязнения атмосферного воздуха может в ряде случаев превысить санитарно-гигиенические нормы. Характер временной и пространственной изменчивости концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе определяется большим числом разнообразных факторов. Знание закономерностей формирования уровней загрязнения атмосферного воздуха, тенденций их изменений является крайне необходимым для обеспечения требуемой чистоты воздушного бассейна. Основой для выявления закономерностей служат наблюдения за состоянием загрязнения воздушного бассейна.

От возможностей и качества проводимых наблюдений зависит эффективность всех воздухо-охранных мероприятий.

Служба наблюдений и контроля за состоянием атмосферного воздуха, как следует из названия, состоит из двух частей, или систем: наблюдений (мониторинга) и контроля. Первая система обеспечивает наблюдение за качеством атмосферного воздуха в городах, населенных пунктах и территориях, расположенных вне зоны влияния конкретных источников загрязнения. Вторая система обеспечивает контроль источников загрязнения и регулирование выбросов вредных веществ в атмосферу.

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся в районах интенсивного антропогенного воздействия (в городах, промышленных и агропромышленных центрах и т.д.) и в районах, удаленных от источников загрязнения (в фоновых районах).

Наблюдения в районах, значительно удаленных от источников загрязнения, позволяют выявить особенности отклика биоты на воздействие фоновых концентраций загрязняющих веществ.

Как правило, фоновые наблюдения по специальной программе фонового экологического мониторинга проводятся в биосферных заповедниках и заповедных территориях. Ранее биосферные заповедники были расположены по всей территории СССР. В биосферных заповедниках осуществляется оценка и прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха путем анализа содержания в нем взвешенных частиц, свинца, кадмия, мышьяка, ртути, бенз(а)пирена, сульфатов, диоксида серы, оксида азота, диоксида углерода, озона, ДДТ и других хлорорганических соединений. Программа фонового экологического мониторинга включает также определение фонового уровня загрязняющих веществ антропогенного происхождения во всех средах, включая биоты. Кроме измерения состояния загрязнения атмосферного воздуха, на фоновых станциях производятся также метеорологические измерения.

Сеть фоновых станций, расположенная на территории нашей страны, включена в Глобальную систему мониторинга окружающей среды (ГСМОС), функционирующую в соответствии с программой ООН по проблемам окружающей среды (ЮНЕП) под эгидой ЮНЕП. Информация, получаемая с фоновых станций, позволяет оценивать состояние и тенденции глобальных изменений загрязнения атмосферного воздуха. Фоновые наблюдения проводятся также с помощью научно-исследовательских судов в морях и океанах.

При наблюдении за фоновыми уровнями загрязнения атмосферного воздуха разрабатываются модели переноса примесей, и определяется роль в процессах переноса гидрометеорологических и техногенных факторов. На фоновых станциях исследуются и уточняются: критерии создания сети наблюдений, перечни контролируемых примесей, методики контроля и обработки данных измерений, способы обмена информацией и приборами, методы международного сотрудничества. Так, например, по международным соглашениям станция базисного и регионального мониторинга должна размещаться на расстоянии 40-60 км от крупных источников загрязнения с подветренной стороны. На территориях, примыкающих к станции, в радиусе 40-400 км не должен изменяться характер деятельности человека. Было также установлено, что пробы воздуха должны отбираться на высоте не менее 10 м над поверхностью растительности.

На станциях фонового мониторинга наблюдение за качеством атмосферного воздуха осуществляется по физическим, химическим и биологическим показателям.

Необходимость организации контроля загрязнения атмосферного воздуха в зоне интенсивного антропогенного воздействия определяется предварительными экспериментальными (в течение 1-2 лет) и теоретическими исследованиями с использованием методов математического и физического моделирования. Такой подход позволяет оценить степень загрязнения той или иной примесью атмосферного воздуха в городе или любом другом насе-

ленном пункте, где имеются стационарные и передвижные источники выбросов вредных веществ.

Обычно расположение источников выбросов и их параметры известны или их можно определить. Зная метеорологические параметры, в том числе «розу ветров» можно с использованием математических и физических моделей рассчитать поля концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для любой ситуации. Но адекватность принятых моделей реальным ситуациям все равно должна проверяться экспериментально.

Для получения репрезентативной информации о пространственной и временной изменчивости загрязнения воздуха, нужно предварительно провести обследование метеорологических условий и характера пространственной и временной изменчивости загрязнения воздуха с помощью передвижных средств. Для этого чаще всего используется передвижная лаборатория, производящая отбор, а иногда и анализ проб воздуха во время остановок. Такой метод обследования называется рекогносцировочным. Он находит достаточно широкое применение за рубежом.

На карту-схему города (населенного пункта, района) наносится регулярная сетка с шагом 0,1; 0,5 или 1,0 км. На местности по специально разработанной программе случайного отбора проб отбираются и анализируются пробы в точках, совпадающих с узлами сетки, наложенной на карту-схему. Для получения статистически достоверных средних значений измеренных концентраций проводится анализ комбинаций точек на сетке, объединенных в квадраты, например, площадью (2-4) км², с учетом направлений ветра по направлениям. Такой метод позволяет выявить как границы промышленных комплексов и узлов, так и зоны их влияния. При этом обеспечивается возможность сравнения полученных результатов с расчетными данными математических моделей. Использование методов моделирования в этих работах является обязательным.

Если обнаруживается, что существует вероятность роста концентрации примеси выше установленных нормативов, то за содержанием такой примеси в выявленной зоне следует установить наблюдение. Если же такой вероятности нет и отсутствуют перспективы развития промышленности, энергетики и автотранспорта, установление стационарных постов наблюдений за состоянием атмосферного воздуха нецелесообразно. Такой вывод не распространяется на организацию наблюдений за фоновым уровнем загрязнения воздуха вне населенных пунктов.

Установив степень загрязнения атмосферного воздуха всеми примесями выбрасываемыми существующими и намечаемыми к строительству и пуску источниками, а также характер изменения полей концентрации примесей по территории и во времени с учетом карт загрязнения воздуха, построенных по результатам математического и физического моделирования, можно приступить к разработке схемы размещения стационарных постов наблюдений на территории города и программы их работ. Программа разрабатывается исходя из задач каждого измерительного пункта и особенностей изменчивости концентрации каждой примеси в атмосферном воздухе. Пост наблю-

дений может давать информацию об общем состоянии воздушного бассейна, если пост находится вне зоны влияния отдельных источников выбросов и осуществлять контроль за источниками выбросов, если пост находится в зоне влияния источников выбросов.

При размещении постов наблюдений предпочтение отдается районам жилой застройки с наибольшей плотностью населения, где возможны случаи превышения установленных пороговых значений гигиенических показателей ПДК. Наблюдения должны проводиться за всеми примесями, уровни которых превышают ПДК.

В обязательном порядке измеряются основные, наиболее часто встречающиеся загрязняющие воздух вещества: пыль, диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота. Выбор других веществ, требующих контроля, определяется спецификой производства и выбросов в данной местности, частотой превышения ПДК.

Контроль за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха осуществляется как на фоновом уровне, так и в зонах влияния атомных электростанций и других источников возможных выделений или выбросов радиоактивных веществ. При контроле радиоактивного загрязнения на фоновом уровне используются существующие фоновые станции или специальные станции, установленные на расстоянии 50-100 км от возможного источника радиоактивного загрязнения. При контроле в радиусе до 25 км от возможных источников выбросов радиоактивных веществ используется как существующая сеть контроля, так и специальные посты наблюдений, где устанавливаются датчики гамма-излучения и приборы для отбора проб и анализа воздуха. Рекомендуется в зоне до 25 км иметь 10-15 специализированных пунктов контроля, оснащенных дистанционными системами и высокопроизводительными фильтрующими воздух установками, а также около 30 дополнительных стационарных пунктов контроля радиационной обстановки, оснащенных интегрирующими термолюминесцентными дозиметрами. При этом в пределах санитарно-защитной зоны создаются посты дистанционного контроля радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха. Подсистемы дистанционного контроля оборудуются каналами связи. Для повышения достоверности информации в каждом пункте устанавливается несколько датчиков.

В 80-е годы на базе сетевых снегомерных съемок была создана новая сеть контроля переноса загрязняющих веществ воздушными массами. Мониторинг загрязнения территории на основе снегомерной съемки позволяет контролировать уровни загрязнения атмосферного воздуха как в незагрязненных (фоновых) районах, так и в городах, и других населенных пунктах.

Важными методами контроля так называемого трансграничного переноса глобальных потоков примесей, переносимых на большие расстояния от места выброса, является система наземных и самолетных станций, сопряженных с математическими моделями распространения примесей. Сеть станций трансграничного переноса оборудуется системами отбора газа и аэрозолей, сбора сухих и мокрых выпадений анализа содержания примесей в ото-

бранных пробах. Информация поступает в метеорологические синтезирующие центры, которые осуществляют:

- сбор, анализ и хранение информации о трансграничном переносе примесей в атмосфере;
- прогнозирование переноса примесей на основе метеорологических данных;
- идентификацию районов выбросов и источников;
- регистрацию и расчет выпадений примесей из атмосферного воздуха на подстилающую поверхность и другие работы.

В целях сопоставимости результатов наблюдений, полученных в разных географических и временных условиях, используются единые унифицированные методы отбора и анализа проб, обработки и передачи информации. Информация, получаемая на сети наблюдений, по степени срочности подразделяется на три категории: экстренная, оперативная и режимная. Экстренная информация содержит сведения о резких изменениях уровней загрязнения атмосферного воздуха и передается в соответствующие (контролирующие, хозяйственные) организации незамедлительно. Оперативная информация содержит обобщенные результаты наблюдений за месяц, а режимная – за год. Информация по последним двум категориям передается заинтересованным и контролирующим организациям в сроки их накопления: ежемесячно и ежегодно. Режимная информация, содержащая данные о среднем и наибольшем уровнях загрязнения воздуха за длительный период, используется при планировании мероприятий по охране атмосферы, установлении нормативов выбросов, оценках ущерба, наносимого народному хозяйству загрязнением атмосферного воздуха.

Для того чтобы воздухо-охранные мероприятия были эффективными, информация должна быть полной и достоверной. Полнота информации определяется числом контролируемых ингредиентов, сроками наблюдений, размещением сети наблюдений. Достоверность информации достигается строгим соблюдением нормативных требований, обеспечивающих получение репрезентативных данных, однородность информации, полноту наблюдений, правильность статистической обработки и санитарно-гигиенической оценки по данным наблюдений загрязнения атмосферного воздуха, корректность объяснения причин повышенных уровней загрязнения и тенденций (или их отсутствие) изменения уровней загрязнения атмосферного воздуха во времени и по территории, учет метеорологических условий переноса и рассеяния примесей режима выбросов в данном районе.

Достоверность информации в значительной степени зависит от ее однородности. Необходимо иметь однородный ряд наблюдений за период, для которого средние характеристики оказываются достаточно устойчивыми и слабо зависящими от новых результатов измерений. В городах в результате застройки и реконструкции происходят изменения микроклиматических и метеорологических условий, поэтому получение среднего значения концентрации примеси для периода, в который меняется характер воздействия источников выбросов на атмосферу, является проблемной задачей. Средние го-

довые концентрации из-за погрешностей измерений, неоднородности рядов наблюдений, изменения метеоусловий и структуры городской застройки, могут значительно варьировать. В связи с этим для повышения качества воздухо-охранных рекомендаций необходимо использовать данные наблюдений за более длительные сроки (5 лет).

Существующая в нашей стране сеть наблюдений загрязнения атмосферного воздуха включает посты ручного отбора проб воздуха и автоматизированные системы наблюдений и контроля окружающей среды (АНКОС). Посты наблюдений загрязнения (ПНЗ) могут быть стационарными, маршрутными и передвижными (подфакельными). С постов ручного отбора пробы для анализа доставляются в химические лаборатории. Системы АНКОС являются стационарными, они оснащены устройствами непрерывного отбора и анализа проб воздуха и передачи информации по каналам связи в центр управления и регулирования состоянием атмосферного воздуха в заданном режиме.

12.3. Посты наблюдений загрязнения атмосферного воздуха

Стационарный пост наблюдений – это специально оборудованный павильон, в котором размещена аппаратура, необходимая для регистрации концентраций загрязняющих веществ и метеорологических параметров по установленной программе. Из числа стационарных постов выделяются опорные стационарные посты, которые предназначены для выявления долговременных изменений содержания основных или наиболее распространенных загрязняющих веществ. Место для установки стационарного поста выбирается, как правило, с учетом метеорологических условий формирования уровней загрязнения атмосферного воздуха. При этом заранее определяется круг задач: оценка средней месячной, сезонной, годовой и максимальной разовой концентраций, вероятности возникновения концентраций, превышающих ПДК и др.

Перед установкой поста следует проанализировать: расчетные поля концентраций по всем ингредиентам от совокупности выбросов всех стационарных и передвижных источников; особенности застройки и рельефа местности: перспективы развития жилой застройки и расширения предприятий промышленности, энергетики, коммунального хозяйства; транспорта и других отраслей городского хозяйства, функциональные особенности выбранной зоны; плотность населения; метеорологические условия данной местности и др. Пост должен находиться вне аэродинамической тени зданий и зоны зеленых насаждений, его территория должна хорошо проветриваться, не подвергаться влиянию близкорасположенных низких источников (стоянок автомашин, мелких предприятий с низкими выбросами т.п.). Количество стационарных постов в каком-либо городе (населенном пункте) определяется численностью населения, рельефом местности, особенностями промышленности, функциональной структурой (жилая, промышленная, зеленая зона и т.д.), пространственной и временной изменчивостью полей концентраций вредных

веществ. Так, например, исходя из численности населения, количество постов определяется следующим образом (см. табл. 2.2).

Для населенных пунктов со сложным рельефом и большим числом источников рекомендуется устанавливать один пост на каждые (5-10) км². Чтобы информация о загрязнении воздуха учитывала особенности города, рекомендуется ставить посты наблюдений в различных функциональных зонах – жилой, промышленной и зоны отдыха. В городах с большой интенсивностью движения автотранспорта посты устанавливаются также и вблизи автомагистралей.

Таблица 12.2

Зависимость количества стационарных постов от численности населения	
Численность населения, тыс. чел.	Количество постов
<50	1
50-100	2
100-200	3
200-500	3-5
500-1000	5-10
1000-2000	10-15
>2000	15-20

Для обеспечения оптимальных условий проведения стационарных наблюдений отечественной промышленностью выпускаются стандартные павильоны-посты наблюдений или комплектные лаборатории типа ПОСТ. Лаборатория ПОСТ – это утепленный, обитый дюралевыми ячейками павильон, в котором установлены комплекты приборов и оборудования для отбора проб воздуха, проведения метеорологических измерений: скорости и направления ветра, температуры, влажности. Практически все стационарные пункты контроля загрязнения оборудованы комплектными лабораториями ПОСТ-1. Выпускаются и устанавливаются более новые модификации лаборатории – ПОСТ-2 и ПОСТ-2а, которые отличаются более высокой производительностью отбора проб и степенью автоматизации.

На стационарных постах наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха и метеорологическими параметрами должны проводиться круглогодично, во все сезоны, независимо от погодных условий. Для постов наблюдений, как правило, устанавливаются три программы наблюдения: полная, неполная и сокращенная. По полной программе наблюдения проводятся ежедневно (выходные-воскресенья, субботы – чередуются) в 1, 7, 13 и 19 часов местного декретного времени, либо по скользящему графику: вторник, четверг, суббота – 7, 10 и 13 ч; понедельник, среда, пятница – 15, 18 и 21 ч. Наблюдения по первой программе предусматривают измерения содержания в воздухе как основных, так и специфических загрязняющих веществ. По не-

полной программе наблюдения проводятся ежедневно (воскресенья и субботы чередуются), но только в 7, 13 и 19 ч местного декретного времени.

В районах, где температура воздуха ниже 45°С, наблюдения проводятся по сокращенной программе ежедневно, кроме воскресенья, в 7 и 13 ч по местному декретному времени. Наблюдения по сокращенной программе допускается проводить также в местах, где средние месячные концентрации меньше 1/20 ПДК_{мр} или меньше нижнего предела диапазона измерений примеси используемым методом.

При неблагоприятных метеорологических условиях (туман, продолжительная инверсия температур и др.) отбор проб воздуха на всех постах наблюдений должен производиться через каждые 3 ч. Одновременно следует отбирать пробы под факелами основных источников загрязнения на территории наибольшей плотности населения. Подфакельные наблюдения осуществляются за характерными для данного предприятия примесями.

Стационарный пункт контроля радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха представляет собой либо стационарный павильон типа ПОСТ, либо домик размером 3х3х3 м. Он устанавливается, как правило, на специально оборудованных гидрометеорологических станциях (ГМС), огороженных металлической сеткой с размером ячеек 10х10 см. Площадь огороженной площадки составляет 5х10 м, а высота сетки – 1,2-1,5 м. Площадка должна располагаться на расстоянии не менее десяти высот до ближайшего здания и не менее 30 м от дорог. Площадка должна иметь травяной покров. Не допускается высаживание других растений, тем более кустарников и деревьев.

На территории ГМС не ближе 4 м от домика и ограды устанавливается марлевый планшет для сбора радиоактивных выпадений и термомлюминесцентный дозиметр. Установку для отбора проб воздуха лучше размещать в специальной будке с жалюзи, приподнятой над поверхностью земли на 80 – 100 см. Выброс воздуха, прошедшего через фильтры установки типа «Тайфун», должен производиться обязательно в противоположную от планшета сторону. Если стационарный пункт не обеспечен электропитанием (трехфазное (5-10) кВт), то вместо фильтрующей установки допускается использование марлевого конуса.

Наблюдение за радиоактивностью атмосферного воздуха осуществляется систематически круглый год. Смена марли на планшетах и вертикальных экранах, а также фильтров в установках производится ежедневно в 7 ч 30 мин утра по местному декретному времени. С фильтрующих установок фильтры могут сниматься как через 24 ч – в 7 ч 30 мин, – так и через 12 ч, т.е. два раза в сутки. При двухразовом отборе установлено время работы установок: с 7 ч 30 мин до 13 ч 30 мин и с 19 ч 30 мин до 1 ч 30 мин. Скорость воздуха в установке определяется с помощью расходомеров УС-125 или УС-175-12 три раза в сутки: в 7ч 30 мин, 13 ч 30 мин и 1 ч 30 мин.

Средняя скорость воздуха, проходящего через фильтры, помещенные в кассетный фильтродержатель, определяется по формуле:

$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} \quad (2.1)$$

где V_1 , V_2 и V_3 – значения скорости соответственно в 7 ч 30 мин, 13 ч 30 мин и 1 ч 30 мин следующих суток (км/ч). Объем прошедшего через фильтры воздуха (Q , м³/ч) находится из соотношения:

$$Q = S \cdot \bar{V} \cdot t = 70 \cdot \bar{V} \cdot T \quad (2.2)$$

где S – площадь сечения сопла измерительной насадки ($S = 70 \text{ см}^2$), t – время работы установки, ч.

Для определения количества воздуха, прошедшего через экран, ручной анемометр помещают над центром экрана, и скорость ветра измеряют четыре раза в сутки: в 7 ч 30 мин, 13 ч 30 мин, 19 ч 30 мин и 1 ч 30 мин. Среднюю скорость ветра определяют как среднее арифметическое, а объем воздуха, прошедшего через экран, находят по уравнению:

$$Q = S_1 \cdot \bar{V} \cdot f \cdot t \cdot 3600 \quad (2.3)$$

здесь S_1 – площадь экрана, м²; t – время экспозиции экрана, с; f – продуваемость экрана, равная примерно 45 %.

Маршрутный пост наблюдений – место на определенном маршруте в городе. Он предназначен для регулярного отбора проб воздуха в фиксированной точке местности при наблюдениях, которые проводятся с помощью передвижной аппаратуры. Маршрутные наблюдения осуществляются на маршрутных постах с помощью автолабораторий. Такая передвижная лаборатория имеет производительность около 5000 отборов проб в год, в день на такой машине можно произвести отбор 8 – 10 проб воздуха. Порядок объезда маршрутных постов ежемесячно меняется таким образом, чтобы отбор проб воздуха на каждом пункте проводился в разное время суток. Например, в первый месяц машина объезжает посты в порядке возрастания номеров, во втором – в порядке их убывания, а в третий – с середины маршрута к концу и от начала к середине и т.д.

Передвижной (подфакельный) пост предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника. Подфакельные наблюдения осуществляются по специально разрабатываемым программам и маршрутам за специфическими загрязняющими веществами, характерными для выбросов данного предприятия. Места отбора проб при подфакельных наблюдениях выбирают на разных расстояниях от источника загрязнения с учетом закономерностей распространения загрязняющих веществ в атмосфере. Отбор проб воздуха производится последовательно по направлению ветра на расстояниях (0,2 – 0,5); 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 15 и 20 км от стационарного источника выброса, а также с наветренной стороны источника. Наблюдения под факелом проводятся за типичными для данного предприятия ингредиентами с учетом объема выбросов и их токсичности. В зоне максимального загрязнения (по данным расчетов и экспериментальных замеров) отбирается не менее 60 проб воздуха, а в других зонах минимум должен быть не меньше 25. Отбор проб воздуха при проведении подфакель-

ных наблюдений производится на высоте 1,5 м от поверхности земли в течение 20 – 30, мин не менее чем в трех точках одновременно. В течение рабочего дня под факелом можно отобрать пробы последовательно в 5 – 8 точках.

12.4. Автоматизированная система наблюдений и контроля окружающей среды

Автоматизированная система наблюдений и контроля окружающей среды (АНКОС-АГ) предназначена для автоматизированного сбора, обработки и передачи информации об уровне загрязнения атмосферного воздуха. Система позволяет непрерывно получать информацию о концентрации примесей и метеорологических параметрах в населенных пунктах или около крупных промышленных предприятий. Технические возможности регистрации, передачи, хранения и обработки данных о загрязнении атмосферного воздуха позволили разработать основные принципы функционирования автоматизированных систем наблюдения за состоянием атмосферного воздуха.

В состав разработанной отечественной промышленностью АНКОС-АГ входят следующие технические средства:

- павильон, конструктивно представляющий собой металлический каркас прямоугольной формы размером 2300x4700x7600 мм;
- мачтовое устройство с комплектом метеодатчиков, установленных на крыше павильона, для измерения скорости и направления ветра, температуры, влажности;
- устройства отопления, вентиляции, освещения, кондиционирования и пожаротушения;
- газоанализаторы оксида углерода, диоксида серы, оксида, диоксида и суммы оксидов азота, озона, суммы углеводородов без метана;
- устройство сбора и обработки информации на базе микроЭВМ.

Обмен информацией между системой АНКОС и Центром обработки информации осуществляется по коммутируемым телефонным каналам общего пользования при помощи аппаратов передачи данных (АПД) и мультиплексора передачи данных (МПД). АПД, устанавливаемые на станциях АНКОС, совместно с АПД и МПД Центра обработки информации образуют автоматическую централизованную подсистему сбора информации от систем АНКОС, размещенных по городу или региону. Состав технических средств центра обработки информации:

- специализированный вычислительный комплекс на базе ЭВМ;
- мультиплексор передачи данных на базе микроЭВМ;
- пульт диспетчера;
- мнемосхема;
- вспомогательное и сервисное оборудование;
- программное обеспечение (пакета программ первичной и вторичной обработки данных измерений, банки данных, диспетчерские программы и др.).

Системы АНКОС-АГ и Центра обеспечивают:

- систематическое измерение заданных параметров атмосферного воздуха;
- автоматический сбор информации со станций АНКОС;
- сбор информации от неавтоматизированных звеньев наблюдений (например, от стационарных и передвижных постов);
- оперативную оценку ситуации по известным значениям ПДК;
- краткосрочный прогноз уровней загрязнения контролируемых примесей;
- обработку и выдачу информации.

Средства математического обеспечения включают следующие основные алгоритмы обработки данных:

- алгоритм первичной обработки (проверка достоверности служебной информации о загрязнении, приведение информации к виду, удобному для обработки и др.);
- алгоритм статистической обработки (определение числовых, вероятностных характеристик параметров загрязнения, метеорологических параметров и др.);
- алгоритм экспресс-информации о состоянии загрязнения во всех районах города в заданный момент времени;
- алгоритм краткосрочного и долгосрочного прогнозирования загрязнения воздуха;
- алгоритм управления, определяющий временной режим работы системы, последовательность этапов функционирования, контроль работоспособности системы, приоритет программ обработки данных и др.

Время усреднения данных о концентрациях примесей составляет не менее 20 – 30 мин, что соответствует времени отбора проб в поглотительные приборы. Частота выдачи информации автоматизированной системы может составлять от нескольких минут до нескольких часов.

12.5. Отбор проб атмосферного воздуха для анализа

Одним из основных элементов анализа качества атмосферного воздуха является отбор проб. Если отбор проб выполнен неправильно, то результаты самого тщательного анализа теряют всякий смысл. Отбор проб атмосферного воздуха осуществляется через поглотительный прибор аспирационным способом путем пропускания воздуха с определенной скоростью или заполнения сосудов ограниченной емкости. Для исследования газообразных примесей пригодны оба метода, а для исследования примесей в виде аэрозолей (пыли) – только первый.

В результате пропускания воздуха через поглотительный прибор осуществляется концентрирование анализируемого вещества в поглотительной среде. Для достоверного определения концентрации вещества расход воздуха должен составлять десятки и сотни литров в минуту. Пробы подразделяются на разовые (период отбора 20 – 30 мин) и средние суточные (определяются путем осреднения не менее четырех разовых проб атмосферного воздуха,

отобранных через равные промежутки времени в течение суток). Обычно для получения средних суточных значений концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе пробы воздуха отбирают в 7, 13, 19 и 01 ч по местному декретному времени. Средняя суточная концентрация может быть получена и при более частых отборах проб воздуха в течение суток, но обязательно через равные промежутки времени. Наилучшим способом получения средних суточных значений является непрерывный отбор проб воздуха в течение 24 ч.

Для отбора проб воздуха используются электроаспираторы, пылесосы и другие приборы и устройства, пропускающие воздух, а также устройства, регистрирующие объем пропускаемого воздуха (реометры, ротаметры и другие расходомеры).

Учитывая, что метеорологические факторы определяют перенос и рассеяние вредных веществ в атмосферном воздухе, отбор проб воздуха должен сопровождаться наблюдениями за дымовыми факелами источников выбросов и основными метеорологическими параметрами, к числу которых относятся: скорость и направление ветра, температура и влажность воздуха, атмосферные явления, состояние погоды и подстилающей поверхности. Результаты наблюдений записываются в рабочий журнал гидромет наблюдателя, а обработанные результаты – в книжку записи наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха и метеорологическими элементами (КЗА-1).

Методы дискретного отбора проб воздуха для последующего анализа в химической лаборатории несомненно важны и необходимы в общей системе наблюдений загрязнения атмосферного воздуха. Однако при получении информации о загрязнении атмосферного воздуха только в сроки 7, 13 и 19 ч нельзя быть уверенным в объективности информации о средней суточной концентрации. Не исключено, что в промежуточные сроки наблюдались значительно более высокие или более низкие концентрации. По данным таких дискретных наблюдений нельзя установить суточный ход концентрации примеси и его зависимость от метеорологических условий. Поэтому на пунктах наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха (ПНЗ) используются газоанализаторы позволяющие восполнить пробел в ручных методах дискретного отбора проб и представляющие информацию о суточном ходе концентрации по записи на диаграммной ленте. Наиболее широко используются на ПНЗ следующие газоанализаторы: для диоксида серы – кулонометрический газоанализатор (ГПК-1) и флюоресцентный газоанализатор (667ФФ), оксида углерода – оптико-акустический (ГМК-3), оксида, диоксида и суммы оксидов азота – хемилюминесцентный (645ХЛ), углеводородо-ионизационный (623ИН), озона – хемилюминесцентный (652ХЛ).

12.6. Сбор и обработка данных о загрязнении атмосферного воздуха

Данные о результатах наблюдений загрязнения атмосферного воздуха и метеорологических параметров, о результатах подфакельных и других наблюдений поступают со стационарных и маршрутных постов в одно из под-

разделений местных органов Госкомгидромета, чаще всего в отделы обеспечения информацией народно-хозяйственных организаций управлений по гидрометеорологии, где они проходят контроль и сводятся в специальные таблицы, так называемые таблицы наблюдений за загрязнением атмосферы (ТЗА), таблицы подразделяются на четыре вида: ТЗА-1, ТЗА-2, ТЗА-3 и ТЗА-4:

- ТЗА-1 – результаты разовых наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха сети постоянно действующих стационарных и маршрутных постов в одном городе или промышленном центре, а также данные метеорологических и аэрологических наблюдений;
- ТЗА-2 – результаты подфакельных наблюдений;
- ТЗА-3 – данные средних суточных наблюдений за выпадением и концентрацией пыли и газообразных примесей;
- ТЗА-4 – данные суточных наблюдений с помощью газоанализаторов или других приборов и устройств непрерывного действия.

12.7. Математическое моделирование процессов рассеяния вредных веществ в атмосферном воздухе

Чтобы получить информацию о пространственной изменчивости концентраций вредных веществ в воздухе и по экспериментальным данным составить карту загрязнения воздуха, необходимо систематически проводить отборы проб воздуха в узлах регулярной сетки с шагом не более 2 км. Такая задача практически невыполнима. Поэтому для построения полей концентрации используются методы математического моделирования процессов рассеяния примесей в атмосферном воздухе, реализуемые на ЭВМ. Математическое моделирование предполагает наличие достоверных данных о метеорологических особенностях и параметрах выбросов. Применимость моделей к реальным условиям проверяется по данным сетевых или специально организованных наблюдений. Расчетные концентрации должны совпадать с наблюдаемыми в точках отбора проб.

Моделью может служить любая алгоритмическая или аналоговая система, позволяющая имитировать процессы рассеяния примесей в атмосферном воздухе.

В нашей стране наибольшее распространение получила модель профессора М.Е. Берлянда. В соответствии с этой моделью степень загрязнения атмосферного воздуха выбросами вредных веществ из непрерывно действующих источников определяется по наибольшему рассчитанному значению разовой приземной концентрации вредных веществ (C_m), которая устанавливается на некотором расстоянии (x_m) от места выброса при неблагоприятных метеорологических условиях, когда скорость ветра достигает опасного значения (V_m), и в приземном слое происходит интенсивный турбулентный обмен. Модель позволяет рассчитывать поле разовых максимальных концентраций примеси на уровне земли при выбросе из одиночного источника и группы источников, при нагретых и холодных выбросах, а также дает воз-

возможность одновременно учесть действие разнородных источников и рассчитать суммарное загрязнение атмосферы от совокупности выбросов стационарных и передвижных источников.

Алгоритм и порядок проведения расчетов полей максимальных концентраций изложены в «Методике расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД – 86» и в соответствующих инструкциях к программам расчетов.

В результате проведенных расчетов на ЭВМ получаются:

- максимальные концентрации примесей в узлах расчетной сетки, мг/м³;
- максимальные приземные концентрации (C_m) и расстояния, на которых они достигаются (X_m), для источников выбросов вредных веществ;
- доля вклада основных источников выбросов в узлах расчетной сетки;
- карты загрязнения атмосферного воздуха (в долях ПДК_{мр});
- распечатка входных данных об источниках загрязнения, метеорологических параметрах, физико-географических особенностях местности;
- перечень источников, дающих наибольший вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха;
- другие данные.

12.8. Прогноз загрязнения атмосферы

В связи с высокой насыщенностью городов источниками загрязнения, уровень загрязнения атмосферного воздуха в них, как правило, существенно выше, чем в пригородах и тем более в сельской местности. В отдельные периоды, неблагоприятные для рассеяния выбросов, концентрации вредных веществ могут сильно возрасти относительно среднего и фоновое городское загрязнение. Частота и продолжительность периодов высокого загрязнения атмосферного воздуха будут зависеть от режима выбросов вредных веществ (разовых, аварийных и др.), а также от характера и продолжительности метеоусловий, способствующих повышению концентрации примесей в приземном слое воздуха.

Во избежание повышения уровней загрязнения атмосферного воздуха при неблагоприятных для рассеяния вредных веществ метеорологических условиях необходимо прогнозировать и учитывать эти условия. В настоящее время установлены факторы, определяющие изменение концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе при изменении метеорологических условий.

Прогнозы неблагоприятных метеорологических условий могут составляться как для города в целом, так и для групп источников или отдельных источников. Обычно выделяются три основных типа источников: высокие с горячими (теплыми) выбросами, высокие с холодными выбросами и низкие. Для указанных источников выбросов аномально неблагоприятные условия рассеяния примесей приведены в табл. 12.3.

В дополнение к комплексам неблагоприятных метеоусловий, приведенным в табл. 12.3. можно добавить следующее:

для высоких источников с горячими (теплыми) выбросами:

- высота слоя перемешивания меньше 500 м, но больше эффективной высоты источника;
- скорость ветра на высоте источника близка к опасной скорости ветра;
- наличие тумана и скорость ветра больше 2 м/с.

Таблица 12.3

Комплексы неблагоприятных метеорологических условий для источников разных типов				
Источники	Термическая стратификация нижнего слоя атмосферы	Скорость ветра (м/с)		Вид инверсии, высота над источником выброса, м
		на уровне флюгера	на уровне выброса	
Высокие с горячими выбросами	Неустойчивая	3-7	7-12	Приподнятая, 100-200
Высокие с холодными выбросами	Неустойчивая	Штиль	3-5	Приподнятая, 10-200
Низкие	Устойчивая	Штиль	Штиль	Приземная, 2-50

Для высоких источников с холодными выбросами: наличие тумана и штиль.

Для низких источников выбросов: сочетание штиля и приземной инверсии.

Следует также иметь в виду, что при переносе примесей в районы плотной застройки или в условиях сложного рельефа, концентрации могут повышаться в несколько раз.

Для характеристики загрязнения атмосферного воздуха по городу в целом, т.е. для фоновой характеристики, в качестве обобщенного показателя используется параметр P :

$$P = \frac{M}{N}$$

где N -число наблюдений за концентрацией примеси в городе в течение одного дня на всех стационарных постах: M – количество наблюдений в течение того же дня с повышенной концентрацией примеси (q), превышающей среднее сезонное значение (\bar{q}_{cc}), более чем в 1,5 раза ($q > 1,5 \bar{q}_{cc}$).

Параметр P рассчитывается для каждого дня, как по отдельным примесям, так и по всем вместе. Этот параметр является относительной характеристикой, и его значение определяется главным образом метеорологическими

факторами, оказывающими влияние на состояние атмосферного воздуха по всей территории города.

Использование при прогнозе параметра P в качестве характеристики загрязнения воздуха по городу в целом (предиктанта) предусматривает выделение трех групп загрязнения воздуха, определяемых характеристиками, приведенными в табл. 12.4.

Таблица 12.4

Группа загрязнения	Градация параметра P	Уровень загрязнения атмосферного воздуха	Повторяемость, %
1	$>0,35$	Относительно высокий	10
2	$0,21-0,35$	Повышенный	40
3	$=<20$	Пониженный	50

ПРИМЕЧАНИЕ: Если повторяемость градации $P>0,35$ меньше 5%, то к первой группе загрязнения следует относить градации параметра $P>0,30$, ко второй – P от 0,21 до 0,30.

В целях предотвращения чрезвычайно высоких уровней загрязнения, из первой группы выделяется подгруппа градаций с $P > 0,5$, повторяемость которой составляет 1 – 2%.

Методика предсказания вероятного роста концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе города предусматривает использование прогностической схемы загрязнения воздуха, которая разрабатывается для каждого города на основании опыта многолетних наблюдений за состоянием его атмосферы. Рассмотрим общие принципы построения прогностических схем.

Прогностические схемы загрязнения воздуха в городе должны разрабатываться для каждого сезона года и каждой половины дня отдельно. При скользящем графике отбора проб воздуха к первой половине дня относятся сроки отбора проб в 7, 10 и 13 ч. а ко второй – в 15, 18 и 21 ч. При трехразовом отборе проб к первой половине дня относят сроки отбора проб в 7 и 13 ч, а ко второй – в 13 и 19 ч.

Метеорологические предикторы для первой половины дня берутся за срок 6 ч. а данные радиозондирования – за срок 3 ч. Для второй половины дня в качестве предикторов принимаются метеоэлементы за срок 15 ч. Характеристики метеорологических условий и предикторов, а также их порядок использования в прогнозах детально изложены в «Методических указаниях по прогнозу загрязнения воздуха в городах».

Оперативное прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха проводится с целью кратковременного сокращения выбросов вредных веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий.

Обычно составляются два вида прогноза загрязнения атмосферного воздуха по городу: предварительный (на сутки вперед) и уточненный (на 6 – 8 ч вперед, в том числе утром на текущий день, днем на вечер и на ночь).

12.9. Оптимизация сети наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха

Сеть наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха является в настоящем и будущем единственным экспериментальным средством оценки состояния загрязнения атмосферного воздуха и применимости математических моделей рассеяния примесей в атмосфере. Общими задачами сети являются:

1. повышение эффективности, качества, надежности и достоверности данных наблюдений;
2. внедрение новых методов многокомпонентного анализа примесей в атмосферном воздухе и в отходящих газах:
 - достижение оптимального соотношения используемых в различных городах и населенных пунктах методов ручного отбора и анализа проб воздуха и полуавтоматических методов, повышение автоматизации средств измерений;
 - повышение оперативности сбора, обработки, передачи и использования данных наблюдений в задачах контроля и регулирования уровней загрязнения атмосферного воздуха;
 - установление тенденций и причин изменения уровней загрязнения атмосферного воздуха.

Оптимальным может быть вариант совмещения задач исследования характера и причин изменения уровней загрязнения атмосферного воздуха. Однако существующая сеть наблюдений в силу различных причин не способна выполнить эти условия. Поэтому для совершенствования организации наблюдений состояния атмосферного воздуха и контроля выбросов должны использоваться методы математического моделирования, оценки загрязнения снежного покрова, аэрокосмические и лазерные дистанционные методы.

Наземные посты наблюдений должны оборудоваться современными высокочувствительными и селективными приборами и системами оценки качества атмосферного воздуха в реальном масштабе времени. С учетом данных комплексного обследования состояния загрязнения атмосферного воздуха на территории города или населенного пункта должна разрабатываться программа оптимизации сети наблюдений. Немаловажными являются выборка и статистическая обработка данных экспериментальных наблюдений.

13. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ

13.1. Опасности и угрозы экологического характера

Технологическая мощь человека в сочетании с неумением решать экономические и социальные проблемы обернулась в настоящее время жестоким глобальным экологическим кризисом, реальность которого подтверждается множеством наблюдаемых изменений окружающей среды. Дальнейшее развитие кризиса, если оно не будет остановлено скоординированными действиями всех стран мира, может иметь только один результат – глобальную экологическую катастрофу.

Имеющий место экологический кризис отнюдь не сводится к проблемам загрязнения воздуха, воды, почвы, пищи, как представляется большинству политиков и даже ученых, не говоря уже о населении. Сегодняшний экологический кризис – это нарушение биогеохимического круговорота в результате разрушения и угнетения человеком естественных экосистем и, как следствие, нарушение устойчивости окружающей среды. При этом возникает положительная (т.е. по схеме усилителя) обратная связь: проявления экологического кризиса ослабляют устойчивость системы жизни многих экосистем, сообществ и видов организмов (в том числе человека), что, в свою очередь, усиливает нарушение биогеохимического круговорота и т.д. Это важнейшая особенность функционирования биосферы в условиях экологического кризиса и сам механизм его возникновения и развития выявлен и строго обоснован теорией биотической регуляции окружающей среды.

Для человека экологический кризис сказывается не только в ухудшении качества окружающей среды, во всем многообразии непосредственно связанных с этим крайне опасных текущих и потенциальных угроз, но и в «ухудшении качества» самого человека – через распад его генома. В том, что это явление имеет место, не приходится сомневаться: непрерывный и ускоряющийся рост количества наследственных заболеваний во всех странах мира однозначно свидетельствует именно о распаде генома.

Экологическая ситуация в России складывается под воздействием общих для всего мирового сообщества факторов. Ей присущи все основные черты и проявления глобального экологического кризиса, вызванного природопокорительным отношением общества к окружающей среде и неспособностью биосферы поддерживать на необходимом уровне биогеохимические процессы самовосстановления.

В России, прежде всего, имеет место антропогенное загрязнение окружающей среды, уровни которого превышают научно обоснованные допустимые значения. В стране, как и во многих других государствах, подверглись деградации значительные земельные площади, наблюдается снижение биоразнообразия, проявляются наметившиеся тенденции глобального потепления, над отдельными регионами России возникают аномалии с озоновым слоем.

Причем, на формирование экологической ситуации в России оказали влияние некоторые особенности техносферных процессов, имевших место в прежние годы в тех или иных регионах страны.

В частности, в 30-е годы значительно увеличилась антропогенная нагрузка на окружающую среду в тех регионах России, где проходила индустриализация и интенсивный рост промышленного потенциала.

На формирование экологической обстановки в регионах Урала и Сибири оказал влияние перевод многих промышленных предприятий в эти регионы в годы Великой Отечественной войны 1941-1945 гг., которые размещались и функционировали без учета каких-либо экологических требований.

Восстановление разрушенных производств в послевоенный период и ускоренное развитие страны в последующие годы потребовали привлечения значительного объема природных ресурсов. При отсутствии в то время соответствующих экологических норм и требований, а также ресурсосберегающих малоотходных технологий это привело к резкому увеличению антропогенной нагрузки на окружающую среду.

В формировании напряженной, а порой и опасной экологической обстановки в некоторых регионах страны, существенный вклад внесли предприятия и объекты оборонно-промышленного комплекса, где создавалось ядерное оружие и ракетно-космические системы.

Создавшаяся на сегодня экологическая обстановка в России на фоне глобального экологического кризиса является чрезвычайной и опасной. Она вызывает определенную тревогу не только в нашей стране, но и за рубежом.

Анализ данных, публикуемых в ежегодных Государственных докладах «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации», свидетельствует о том, что в настоящее время более 65 млн. человек, проживающих в 187 городах России, подвержены воздействию загрязняющих веществ, средние годовые концентрации которых превышают предельно-допустимые. Каждый десятый город России имеет высокий уровень загрязнения природных сред.

Институтом географии РАН на территории России выделено 56 районов, характеризующихся различным уровнем экологической напряженности.

Очень низкую экологическую напряженность имеют географические районы: Горно-Саянский, Таймырский, Джунгарский, Колымо-Корякский. В этих районах преобладают территории, где нет экологических проблем.

Низкая экологическая напряженность имеет место в Восточно-Кольском, Среднесибирском, Верхояно-Колымском, Курило-Камчатском

географических районах. Здесь также преобладают территории, где нет экологических проблем.

Относительно низкой экологической напряженностью характеризуются районы: Полярно-Уральский, Бинежский, Северо-Уральский, Ямало-Тазовский, Западно-Сибирский, Сихотоалинский, Чукотский, Анадырский.

Районами средней экологической напряженности, где преобладают территории с умеренно острыми экологическими ситуациями, являются: Онего-Валдайский, Мезеньско-Печерский, Унженский, Окско-Донский, Тувинский, Северо-Байкальский, Яно-Индибирский, Приамурский, Сахалинский.

В число географических районов относительно высокой экологической напряженности, где существенно велика доля территорий с острой экологической ситуацией, входят: Карельский, Северо-Двинский, Вычеготский, Прииртышский, Приалтайский, Норильский, Ангарский, Центрально-Якутский, Забайкальский, Магаданский, Калининградский.

Ряд географических районов России характеризуются высокой и очень высокой экологической напряженностью. Это связано с интенсивной хозяйственной деятельностью, воздействием на окружающую природную среду мощных промышленных узлов, имеющих в этих районах.

К районам высокой экологической напряженности, где имеют место территории с острыми и очень острыми экологическими ситуациями при значительной доле территорий с умеренно острыми экологическими ситуациями, относятся: Западно-Кольский, Приладожский, Южно-Русский, Северо-Кавказский, Южно-Уральский, Южно-Байкальский, Амуро-Уссурийский.

Очень высокая экологическая напряженность, где абсолютно преобладают территории с острыми и очень острыми экологическими ситуациями, характерна для районов: Средне-Русского, Поволжского, Прикаспийского, Нижне-Донского, Приуральского, Средне-Уральского, Предаянского.

Важно отметить, что в районах с очень высокой экологической напряженностью на значительной части территории антропогенное воздействие выходит за пределы экологической емкости окружающей среды, а в районах с высокой экологической напряженностью экологическая емкость исчерпана.

Приведенные данные неопровержимо свидетельствуют об экологическом неблагополучии в России и, прежде всего, за счет загрязнения окружающей среды.

По данным, публикуемым в ежегодных докладах Министерства природных ресурсов Российской Федерации и других изданиях, загрязненность окружающей среды в России вызывает особую обеспокоенность. Прежде всего, в стране отмечается высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, особенно в крупных городах. Все города с населением более 1 млн. человек, в том числе Москва и Санкт-Петербург, а также более половины городов с населением от 500 тыс. до 1 млн. жителей относятся к городам экологического неблагополучия.

В целом по России выбросы загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями промышленности, как отмечалось выше, составляют в год около

25 млн.т. При этом основной вклад вносят предприятия энергетики (26,6%), черной и цветной металлургии (21,7 %).

Черная металлургия является одним из наиболее экологически «грязных» производств. Наибольший уровень загрязнений в России дают Череповецкий, Магнитогорский и Новолипецкий металлургические комбинаты. Достаточно большой вклад в загрязнение атмосферы городов вносят предприятия цветной металлургии, в частности, Среднеуральский и Красноуральский медеплавильные заводы (Свердловская обл), Красноярский алюминиевый завод, Ачинский глиноземный комбинат (Красноярский край) и др.

Высокий уровень загрязнения окружающей среды наблюдается в городах с преимущественным развитием химической промышленности (гг.Дзержинск, Волжский, Новокуйбышевск, Салават, Ангарск, Новомосковск, Ярославль и др.).

Крупнейшим источником загрязнения атмосферы является транспортный комплекс. В крупных городах только на долю автотранспорта приходится более половины выбросов вредных веществ в атмосферу. Большое количество автотранспортных средств создает экологически опасную ситуацию в городах Москва, Волгоград, Тольятти, Казань, Уфа, Пермь.

Особо следует отметить, что в настоящее время в России, как и во многих других развитых странах, возникла проблема, связанная с загрязнением окружающей среды диоксинами и диоксиноподобными токсикантами, зачастую называемыми супертоксиантами.

Опасность диоксинов состоит в том, что они оказывают на человека сильное канцерогенное действие, а также разрушают эндокринные гормональные системы, нарушают развитие иммунных систем. Следует отметить, что действие диоксинов на животных значительно меньше, чем на человека.

Диоксины относятся к микрозагрязнителям природной среды, образующимся при использовании в производстве многочисленных технологий, в которых участвует хлор, его соединения, органические вещества. Основным источником загрязнения окружающей среды диоксином и его производными считаются предприятия хлорорганического синтеза и их продукции. Вторым по опасности источником диоксинов является целлюлозно-бумажная промышленность, где для отбеливания целлюлозно-бумажной пульпы применяется хлор.

Значительное количество диоксинов образуется при сжигании моторных топлив в присутствии галогенсодержащих антидетонационных добавок, а также полимерных материалов, содержащих галоген-производные, изделий из полихлорвинила.

Диоксины способны к самовоспроизводству, к приспособлению в любой среде. Они отличаются удивительным стремлением к живому существу и губительному на него воздействию.

Источниками загрязнения окружающей среды диоксинами на территории России являются самые различные промышленные предприятия. В число основных диоксиноопасных объектов входят: целлюлозно-бумажные заводы и комбинаты (гг.Светогорск, Новодвинск, Исакогорка, Калининград, Со-

ветск, Байкальск, Амурск и др.); заводы химического профиля (гг.Москва, Санкт-Петербург, Владимир, Ярославль, Уфа, Томск и др.), а также многие другие предприятия, в том числе радиопромышленности, деревообрабатывающие, лакокрасочные и т.п. Всего по России насчитывается порядка 150 объектов, которые можно отнести к диоксиноопасным.

Значительную угрозу загрязнения окружающей среды диоксинами представляют выбросы автотранспорта при работе двигателей на этилированном бензине. За счет автотранспорта, например, в районе Московской кольцевой дороги на ее пересечении с Варшавским шоссе загрязнение воздуха диоксином превышает допустимые нормы в 3, 5 раза, а содержание диоксинов и диоксиноподобных токсикантов в почве до 18 раз.

Таким образом, проблема диоксинов и их производных приобретает важное значение в обеспечении экологической безопасности в России. Сейчас уже стало очевидным, что дальнейшее их накопление в природной среде недопустимо. В связи с этим необходимо исключить из практики технологии и продукцию, поставляющие диоксины в окружающую среду.

Россия относится к одной из стран, наиболее обеспеченных водой. Однако состояние ее водоемов нельзя назвать удовлетворительным. Ежегодно в водоемы сбрасывается около 28 куб.км загрязненных сточных вод, в том числе 8,4 куб.км без очистки. Около трети населения страны использует для питья воду, которая далеко не всегда отвечает гигиеническим требованиям. Отмечается, что примерно в 30% случаев не соблюдаются требования по химическим и бактериологическим показателям качества воды, употребляемой для питья из децентрализованных источников.

Основные реки России: Волга, Дон, Кубань, Обь, Енисей, Лена, Печора оцениваются как загрязненные, а их крупные притоки: Ока, Кама, Томь, Иртыш, Тобол, Миасс, Исеть, Тура – как сильно загрязненные.

По оценкам специалистов прибрежные районы Черного моря следует считать как умеренно загрязненными, Каспийского – загрязненными, Баренцева (Кольский залив) – грязными.

Наиболее сложная обстановка по загрязненности морей сложилась на Дальнем Востоке. В худшую сторону выделяются Авачинская губа, западная часть Камчатского шельфа, Охотское море (район Магадана), Сахалинский залив, Японское море.

Важным составным элементом экологической ситуации в России является радиационная обстановка.

На территории России формирование радиационной обстановки, главным образом, определяется:

- естественным радиационным фоном;
- глобальным радиационным фоном, обусловленным проводившимися ранее испытаниями ядерного оружия;
- радиоактивным загрязнением территорий вследствие деятельности ПО «Маяк» и аварии в 1986 году на Чернобыльской АЭС;

- воздействием на окружающую среду предприятий ядерного топливного цикла, региональных и территориальных хранилищ радиоактивных отходов.

Естественный радиационный фон обусловлен источниками внеземного происхождения (космическим излучением) и земного происхождения: радионуклидами, присутствующими в земной коре, строительных материалах и в воздухе (калий-40, рубидий-87, радий-224, 226, радон-220,222, торий-230,232 и другие).

Глобальный радиационный фон обусловлен проведенными ядерными взрывами. По данным ООН, с 1945 по 1991 гг. в мире было произведено 1946 испытательных ядерных взрывов, в том числе 958 в США, 599 – в Советском Союзе, более 150 – во Франции. В Советском Союзе взрывы проводились: 467 взрывов на Семипалатинском полигоне (Казахстан), 132 взрыва на Северном полигоне (о.Новая Земля). Кроме того, значительное количество ядерных взрывов в мирных целях было проведено в Западной Сибири, Нижнем Поволжье, Якутии, Донбассе, Красноярском крае и других местах.

В течение более чем 40 лет ядерных испытаний, в биосферу было выброшено 12,5 тонн продуктов деления ядерного горючего. В результате взрывов на 2,6% увеличилось содержание в атмосфере радионуклида углерода – 14, в 100 раз – радиоактивного изотопа трития, на 2% повысилось фоновое радиоактивное излучение на поверхности Земли.

Определенный, а в ряде случаев значительный вклад в формирование радиационной обстановки на территории России вносит деятельность предприятий ядерного топливного цикла и других объектов, опасных в радиационном отношении.

В качестве примеров можно привести: радиоактивное загрязнение поймы р.Енисей в зоне до 900 км, обусловленное деятельностью в Красноярске-26 предприятия по производству оружейного плутония; загрязнение подземной среды в районе Красноярска-26 и Томска-7, вызванное закачкой жидких радиоактивных отходов в глубины Земли; сбросы в 1949-1956 годах высокорadioактивных отходов с ПО «Маяк» в открытую гидрологическую сеть речной системы Теча-Исеть-Тобол-Обь, результатом которого явилось загрязнение большой территории (около 30 тыс.кв.км).

В результате деятельности предприятий атомной энергетики на них в настоящее время скопились радиоактивные отходы с общей активностью 1,7 млрд.Ки.

К числу радиационно опасных объектов на территории России безусловно относятся 16 специальных комбинатов «Родон», предназначенных для транспортирования и захоронения радиоактивных отходов малой и средней активности.

В настоящее время функционируют Московское научно-производственное объединение «Родон», Ленинградский, Волгоградский, Нижегородский, Иркутский, Новосибирский, Челябинский и другие спецкомбинаты. Временно, ввиду повышенной радиоэкологической опасности, не функционирует Мурманский спецкомбинат.

По известной причине прекратил прием отходов и фактически не функционирует Грозненский спецкомбинат. Это обстоятельство создает определенные проблемы по защите населения и природной среды от радиационных воздействий в регионах Северного Кавказа.

В деятельности предприятий «Родон», к сожалению, существуют определенные проблемы. Из 14 действующих спецкомбинатов только 6 имеют разрешения Госатомнадзора России на заявленную деятельность. К настоящему времени основные производственные объекты спецкомбинатов, сооруженные в 60-е годы, требуют реконструкции ввиду морального и физического устарения. Не в полной мере налажена система контроля перемещения по стране радиационно опасных грузов. На ряде спецкомбинатов, в частности, на Ленинградском, Мурманском, Казанском, Свердловском, Уфимском и Челябинском имеющиеся хранилища практически полностью заполнены.

Все это создает угрозу возникновения аварийных ситуаций и радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Следует отметить, что опустынивание территорий, деградация земель, экологическая дестабилизация и разрушение природных ландшафтов, охватившие сегодня многие регионы планеты, в немалой степени коснулись и России.

Более половины площади сельскохозяйственных земель, занятых под пашни, сады, виноградники и пастбища, в настоящее время подтопляется, поражено ветровой эрозией, засолением, перенасыщением азотными соединениями, тяжелыми металлами, болезнетворной микрофлорой. Площади пораженных земель превышают 300 млн.га.

По свидетельству ученых площадь опустыненных земель в России составляет около 50 млн.га. Это явилось результатом многолетнего экспериментирования в аграрном секторе экономики: расширение орошаемой зоны Поволжья, создание условий для овцеводства в Калмыкии. Рукотворная пустыня в Калмыкии имеет площадь около 1 млн.га. Схема опустынивания здесь состояла, в основном, в деградации растительного покрова.

Значительная доля опустыненных земель в России возникла вследствие нерационально-технологического освоения и использования орошаемых земель. Возрастает также масштабность техногенного опустынивания и вывода земель из сферы сельского хозяйства, связанного с интенсификацией освоения природных ресурсов и созданием инфраструктуры, железных и шоссейных дорог, трубопроводов, аэропортов и т.д.

Вывод земель из сельскохозяйственного обращения в России происходит не только в связи с антропогенной деятельностью человека, но и из-за глобальных изменений (эволюций) земной коры и климата.

Примером является изменение уровня Каспийского моря, затопление и выведение из землепользования ценных пахотных земель по причине тектонических движений на дне моря и изменения объема его чаши, а также увеличения водности речной системы, пополняющей воды Каспия. Причем увеличение водности речной системы объясняется процессами загрязнения атмосферы и климатическими изменениями.

Последнее резкое повышение уровня Каспия началось в 1978 году. Его средняя интенсивность составляет 13 см в год. В настоящее время подъем уровня моря составил почти 250 см, тенденция подъема пока сохраняется.

Подъем уровня моря привел к затоплению 320 тыс. га пахотных земель, абразии берегов, повышению уровня грунтовых вод, возрастанию сейсмичности прибрежной территории с 7 до 9 баллов.

К сожалению, в настоящее время ощущается недостаточное внимание к проблеме деградации земель и опустынивания, хотя совершенно очевидной является необходимость проведения серьезных исследований для понимания динамики процессов опустынивания и развития засух, принятия с учетом этого необходимых решений по содержанию и поддержанию продуктивности земель.

На экологическую ситуацию в России определенное влияние оказывает озоновый дефицит в атмосфере. Истощение озонового слоя, являясь глобальной экологической проблемой, имеет проявление и на национальном уровне.

В 1994 году произошло аномальное снижение концентрации озона в средних северных широтах, которое отразилось на России. В особенности это коснулось Сибири. Над Сибирью количество озона сократилось на 25%, в то время как над Европой сокращение озонового слоя составило 10-12%.

В 1995 году имела место беспрецедентная аномалия озона, как по уровню дефицита, так и по размерам затронутой территории России. По данным Росгидромета, в феврале над всем северным полушарием, а особенно над рядом районов Восточной Сибири, вплоть до Урала, зарегистрировано рекордное уменьшение концентрации озона – до 40%. Такое состояние озонового слоя сохранялось в течение 25 суток. В середине марта в отдельных районах снижение количества озона достигало 50%. В апреле и декабре 1995 года отклонение от нормы составляло 15%. По сравнению с началом 90-х годов произошло смещение районов наибольшего дефицита озона из западных регионов в Сибирь и Якутию. Учеными отмечается, что над территорией бывшего СССР темпы уменьшения общего содержания озона в 80-е годы составили 4-6% за 10 лет в зимнее время и 3% – в летнее время. С большей скоростью уменьшение озона происходило в нижних слоях стратосферы (на высотах 15-20 км) и достигало 10% за 10 лет.

Следует подчеркнуть, что в России, как и во многих других странах мира, существует также проблема снижения биологического разнообразия.

По состоянию на 1 ноября 1997 года в Красную книгу Российской Федерации занесено 415 видов (подвидов, популяций) животных и 533 вида растений. Перечень животных за последние годы увеличился в 1,6 раза, что подчеркивает остроту проблемы сохранения редких и исчезающих видов.

Изложенные вопросы, касающиеся опасностей и угроз экологического характера, позволяют констатировать следующее:

- экономическая стабильность невозможна при экологической нестабильности, т.к. экономика и экология давно стали сторонами одной медали: негативное воздействие хозяйства обуславливает экологический ущерб, который трансформируется в экономические издержки;

- напряженная экологическая обстановка, неблагоприятные изменения окружающей среды преопределяют ограничения на политику в экономической, социальной, демографической и политической сферах, следовательно, снижают ее результативность;

- разрушение жизнеобеспечивающих систем, являющихся фундаментом существования человека, вследствие деградации окружающей среды представляет собой не меньшую угрозу, чем военная опасность, в результате чего экологические издержки трансформируются в социальные.

Сегодня на территории любого субъекта Российской Федерации, муниципального образования (район, город, поселок и т.п.) имеют место опасности и угрозы различного характера, которые обуславливают необходимость принятия мер по защите от них населения и территорий. Планирование и реализация этих мер по защите населения и территорий требуют, прежде всего, выявления этих опасностей и угроз, их характера, степени риска для конкретных территорий, что позволит сконцентрировать усилия на наиболее опасных направлениях.

13.2. Место экологических чрезвычайных ситуаций в классификации чрезвычайных ситуаций

Классификация чрезвычайных ситуаций экологического характера имеет свою специфику (рис. 13.1).

Экологическую обстановку по возрастанию степени ее неблагополучия подразделяют на пять видов, представленных в табл.13.1.

При оценке экологической обстановки и последствий в регионе, зоне или на определенной территории во всех случаях, в том числе и тогда, когда ее формирование обусловлено техногенными факторами, в качестве «фона» принимается относительно удовлетворительное (благополучное) состояние окружающей среды.

Экологическое неблагополучие оценивают с двух позиций: состояние природной среды; состояние среды обитания и здоровья населения.

Состояние природной среды характеризуется критериями загрязнения воздушной среды, воды, почв, истощения природных ресурсов, деградации экосистем и обычно оценивается исходя из общеэкологических и санитарно-гигиенических требований.

При оценке состояния среды обитания человека принимаются во внимание в первую очередь санитарно-гигиенические нормы. Кроме того, учитываются все нормы и требования по чистоте источников водоснабжения, рыбохозяйственных водоемов, лесных угодий и т.п. Степень ухудшения здоровья населения характеризуется по медико-демографическим критериям.

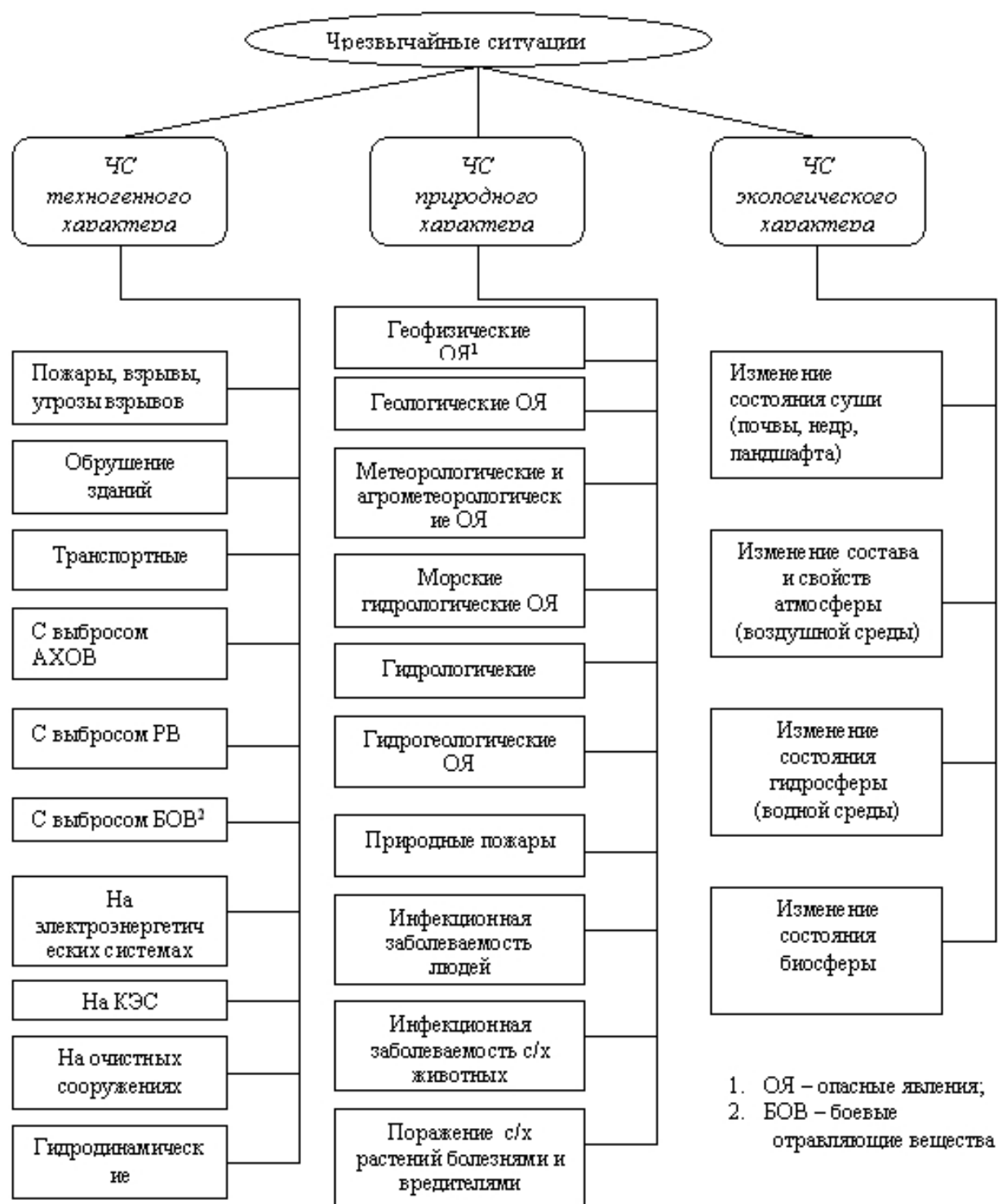


Рис. 13.1. Типы и виды чрезвычайных событий, обуславливающих возникновение чрезвычайных ситуаций

Таким образом, существует достаточно большое количество критериев степени неблагополучия экологической обстановки. Однако до сих пор не выработан интегральный критерий, который бы в полной мере удовлетворял все требования. Считается, что в качестве такого критерия можно пользоваться величиной индекса концентрации. Под индексом концентрации понимается осредненная концентрация вредных веществ с учетом весовых коэф-

фициентов, отражающих степень их токсичности. В табл.13.1 приведены значения этих индексов, характерных для экологической обстановки различной степени неблагоприятия.

Таблица 13.1

1	Относительно удовлетворительная	Индекс концентрации вредных веществ не превышает индекса ПДК
2	Напряженная	Индекс концентрации вредных веществ в пределах 10 индексов ПДК
3	Критическая	Индекс концентрации вредных веществ составляет 20-30 индексов ПДК
4	Кризисная (чрезвычайная экологическая ситуация)	Индекс концентрации вредных веществ превышает индекс ПДК в 50 раз и более. Устойчивые отрицательные изменения в окружающей природной среде. Исчезновение отдельных видов растений и животных, нарушение генофонда. Угроза здоровью людей. Необходимо обязательное принятие экстренных мер для устранения ЧС
5	Катастрофическая (экологическое бедствие)	Глубокие необратимые изменения в окружающей природной среде. Нарушение природного равновесия, деградация флоры и фауны, потеря генофонда. Существенное ухудшение здоровья людей.

Наибольшую экологическую опасность представляет кризисная и катастрофическая экологическая обстановка.

При этом кризисная экологическая обстановка связывается с зонами чрезвычайной экологической ситуации, катастрофическая – с зонами экологического бедствия.

В соответствии с Законом Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» к зонам чрезвычайной экологической ситуации следует относить участки территории, где в результате хозяйственной и иной деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения в природной среде, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экологических систем, генетических фондов растений и животных.

В зонах чрезвычайной экологической ситуации может наблюдаться уменьшение видового разнообразия, исчезновение отдельных видов растений и животных. По этому же закону зонами экологического бедствия объявляются участки территории, где в результате хозяйственной и иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения природной среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, нарушение природного равновесия, разрушение естественных экологических систем, деградацию флоры и фауны, потерю генофонда.

Таким образом, возникновение зон чрезвычайной экологической ситуации характеризуется определенными изменениями окружающей среды, состояния здоровья человека, а также деградацией естественных экосистем.

В целом классификации чрезвычайных ситуаций различного характера на практике позволяют оценивать масштабы возникающих чрезвычайных ситуаций, определять силы и средства, необходимые для их ликвидации, а также органы управления, ответственные за организацию работ.

13.3. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Сущность и назначение мониторинга и прогнозирования – в наблюдении, контроле и предвидении опасных процессов и явлений природы, техносферы, внешних дестабилизирующих факторов (вооруженных конфликтов, террористических актов и т.п.), являющихся источниками чрезвычайных ситуаций, а также динамики развития чрезвычайных ситуаций, определения их масштабов в целях решения задач предупреждения и организации ликвидации бедствий.

Деятельность по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, ввиду их большого разнообразия, весьма многоплановая. Она осуществляется многими организациями (учреждениями), при этом используются различные методы и средства. Так, например, мониторинг и прогноз событий гидрометеорологического характера осуществляется учреждениями и организациями Росгидромета, который, кроме того, организует и ведет мониторинг состояния и загрязнения атмосферы, воды и почвы.

Сейсмические наблюдения и прогноз землетрясений в стране осуществляются федеральной системой сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений, в которую входят учреждения и наблюдательные сети Российской академии наук, МЧС России, Минобороны России, Госстроя России и др.

Важную роль в деле мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций выполняет Минприроды России, которое осуществляет общее руководство государственной системой экологического мониторинга, а также координацию деятельности в области наблюдений за состоянием окружающей природной среды. Это министерство и его учреждения организуют и ведут:

- мониторинг источников антропогенного воздействия на природную среду;
- мониторинг животного и растительного мира, мониторинг наземной флоры и фауны, включая леса;
- мониторинг водной среды водохозяйственных систем в местах водозабора и сброса сточных вод;
- мониторинг и прогнозирование опасных геологических процессов, включающий три подсистемы контроля: экзогенных и эндогенных геологических процессов и подземных вод.

Минздрав России через территориальные органы санитарно-эпидемиологического надзора организует и осуществляет социально-гигиенический мониторинг и прогнозирование обстановки в этой области.

Мониторинг состояния техногенных объектов и прогноз аварийности организуют и осуществляют федеральные надзоры – Госгортехнадзор России и Госатомнадзор России, а также надзорные органы в составе федеральных органов исполнительной власти. Следует отметить, что надзорные органы имеют также в составе органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, а на предприятиях и в организациях – подразделения по промышленной безопасности предприятий и организаций.

Существуют и другие виды мониторинга и прогноза, осуществляемые в ведомственных и иных интересах по разным видам объектов, явлений и процессов, контролируемым ингредиентам и параметрам по различным видам опасностей.

Необходимо подчеркнуть, что качество мониторинга и прогноза чрезвычайных ситуаций определяющим образом влияет на эффективность деятельности в области снижения рисков их возникновения и масштабов.

Важность этого направления в деле защиты населения и территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций нашла свое отражение в распоряжении Президента Российской Федерации от 23 марта 2000г. № 86-рп, определившем необходимость и порядок создания в стране системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций является функциональной информационно-аналитической подсистемой РСЧС. Она объединяет усилия функциональных и территориальных подсистем РСЧС в части вопросов мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций и их социально-экономических последствий.

В основе структурного построения системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций лежат принципы структурной организации министерств и ведомств, входящих в РСЧС, в соответствии с которыми вертикаль управления имеет три уровня: федеральный, региональный и территориальный.

Методическое руководство и координация деятельности системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (СМП ЧС) на федеральном уровне осуществляется Всероссийским центром мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России (Центр «Антистихия»), в федеральном округе и субъекте Российской Федерации – региональными и территориальными центрами мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (далее – региональными и территориальными центрами мониторинга).

Основными задачами региональных и территориальных центров мониторинга являются:

- сбор, анализ и представление в соответствующие органы государственной власти информации о потенциальных источниках чрезвычайных ситуаций и причинах их возникновения в регионе, на территории;
- прогнозирование чрезвычайных ситуаций и их масштабов;

- организационно-методическое руководство, координация деятельности и контроль функционирования соответствующих звеньев (элементов) регионального и территориального уровня системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций;

- организация проведения и проведение контрольных лабораторных анализов химико-радиологического и микробиологического состояния объектов окружающей среды, продуктов питания, пищевого, фуражного сырья и воды, представляющих потенциальную опасность возникновения чрезвычайных ситуаций;

- создание и развитие банка данных о чрезвычайных ситуациях, геоинформационной системы;

- организация информационного обмена, координация деятельности и контроль функционирования территориальных центров мониторинга.

В целом система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций представляет собой целый ряд в определенной мере самостоятельных (автономных) и одновременно взаимосвязанных организационно и функционально межведомственных, ведомственных и территориальных систем (подсистем, звеньев, учреждений и т.п.), к которым можно отнести:

- Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России;

- региональные и территориальные центры мониторинга чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в составе соответствующих органов управления ГОЧС;

- Сеть наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны Российской Федерации;

- Единую государственную автоматизированную систему радиационного контроля;

- Единую государственную систему экологического мониторинга;

- специальные центры и учреждения, подведомственные исполнительным органам субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления.

Все отношения и взаимосвязи приведенных выше систем (подсистем) в рамках РСЧС определены соответствующими нормативно-правовыми актами.

Техническую основу мониторинга составляют наземные и авиационно-космические средства соответствующих министерств, ведомств, территориальных органов власти и организаций (предприятий) в соответствии со сферами их ответственности.

При этом главной составляющей являются наземные средства Сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны Российской Федерации, ее основных звеньев, подведомственных Росгидромету, Минсельхозу России, Минздраву России и МПР России, а также средства контроля и диагностики состояния потенциально опасных объектов экономики, являющихся основными источниками чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Космические средства мониторинга предназначены, в основном, для выявления и уточнения обстановки, связанной с лесными пожарами, наводнениями и другими крупномасштабными опасными природными явлениями и процессами с незначительной динамикой.

Авиационные средства используются для тех же целей, что и космические, а также для получения данных о состоянии радиационной обстановки, обстановки в зонах широкомасштабных разрушений, о состоянии магистральных трубопроводов и ряда других видов обстановки (дорожной, снежной, ледовой и т.п.). Они имеют более широкие возможности по сравнению с космическими средствами как по составу объектов наблюдения, так и по оперативности, и поэтому находятся на оснащении целого ряда соответствующих мониторинговых подразделений с учетом сфер ответственности последних.

Общий порядок функционирования системы мониторинга и прогнозирования определяется Положением о системе мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, утвержденным приказом МЧС России от 12 ноября 2001 г. № 483, а ее отдельных звеньев и элементов – положениями, утвержденными соответствующими федеральными министерствами, ведомствами, региональными и территориальными органами управления ГОЧС.

В зависимости от складывающейся обстановки, масштаба прогнозируемой или возникшей чрезвычайной ситуации система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций функционирует в режиме повседневной деятельности, режиме повышенной готовности или режиме чрезвычайной ситуации.

Следует отметить, что прогнозирование чрезвычайных ситуаций, как понятие, включает в себя достаточно широкий круг задач (объектов или предметов), состав которых обусловлен целями и задачами управленческого характера.

Наиболее значимыми и остро необходимыми задачами (объектами или предметами) прогнозирования являются:

- вероятности возникновения каждого из источников чрезвычайных ситуаций (опасных природных явлений, техногенных аварий, экологических бедствий, эпидемий, эпизоотий и т.п.) и, соответственно, масштабов чрезвычайных ситуаций, размеров их зон;
- возможные длительные последствия при возникновении чрезвычайных ситуаций определенных типов, масштабов, временных интервалов или их определенных совокупностей;
- потребности сил и средств для ликвидации прогнозируемых чрезвычайных ситуаций.

Методической базой решения задач прогнозирования являются соответствующие методики.

В целом результаты мониторинга и прогнозирования являются исходной основой для разработки долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных

целевых программ, планов, а также для принятия соответствующих решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В последние годы активно внедряются методы планирования мероприятий по данной проблеме на основе прогнозирования и анализа рисков чрезвычайных ситуаций.

Основными задачами анализа и прогнозирования рисков чрезвычайных ситуаций являются:

- выявление и идентификация возможных источников чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на соответствующей территории;

- оценка вероятности (частоты) возникновения стихийных бедствий, аварий, природных и техногенных катастроф (источников чрезвычайных ситуаций);

- прогнозирование возможных последствий воздействия поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций на население и территорию.

На первом этапе анализу подвергаются источники чрезвычайных ситуаций, в результате возникновения и развития которых:

- существенно нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей на соответствующей территории;

- возможны человеческие жертвы или ущерб здоровью большого количества людей;

- возможны значительные материальные потери;

- возможен ущерб окружающей среде.

При выявлении источников чрезвычайных ситуаций наибольшее внимание уделяется потенциально опасным объектам, оценке их технического состояния и опасности для населения, проживающего вблизи от них, а также объектам, находящимся в зонах возможных неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов.

На следующем этапе проводится оценка вероятности возникновения стихийных бедствий, аварий, природных и техногенных катастроф и величины возможного ущерба от них, которые и характеризуют риск соответствующих чрезвычайных ситуаций.

Прогноз вероятности возникновения аварий на объектах экономики и их возможных последствий организуется и осуществляется руководителями и специалистами этих объектов.

Прогноз рисков чрезвычайных ситуаций, вызываемых стихийными бедствиями, авариями, природными и техногенными катастрофами, возможными на территориях субъектов Российской Федерации, муниципальных образований, проводится соответствующими территориальными звеньями (центрами) СМП ЧС.

Прогноз рисков чрезвычайных ситуаций на территории страны в целом осуществляется МЧС России во взаимодействии с другими федеральными органами исполнительной власти.

Следует подчеркнуть, как подсказывает многолетний опыт, что без учета данных мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций нель-

зя планировать развитие территорий, принимать решения на строительство промышленных и социальных объектов, разрабатывать программы и планы по предупреждению и ликвидации возможных чрезвычайных ситуаций.

От эффективности и качества проведения мониторинга и прогнозирования во многом зависит эффективность и качество разрабатываемых программ, планов и принятия решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В свете изложенного основными задачами федеральных и территориальных органов исполнительной власти, органов местного самоуправления и организаций различных организационно-правовых форм и форм собственности, участвующих в организации мониторинга окружающей среды, неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов и прогнозировании чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, являются:

- создание, постоянное совершенствование и развитие на всех уровнях соответствующих систем (подсистем, комплексов) мониторинга окружающей среды, прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

- оснащение организаций и учреждений, осуществляющих мониторинг окружающей среды и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, современными техническими средствами для решения возложенных на них задач;

- координация работ учреждений и организаций на местном, территориальном и федеральном уровнях по сбору и обмену информацией о результатах наблюдения и контроля за состоянием окружающей природной среды;

- координация работ отраслевых и территориальных органов надзора по сбору и обмену информацией о результатах наблюдения и контроля за обстановкой на потенциально опасных объектах;

- создание информационно-коммуникационных систем для решения задач мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера;

- создание информационной базы об источниках чрезвычайных ситуаций, масштабах чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

- совершенствование нормативной правовой базы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

- определение органов, уполномоченных координировать работу учреждений и организаций, решающих задачи мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

- обеспечение с установленной периодичностью (в экстренных случаях немедленно) представления данных мониторинга окружающей среды и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, соответствующих анализов роста опасностей и угроз и предложений по их снижению;

- своевременное рассмотрение представляемых данных мониторинга окружающей среды и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного

и техногенного характера, принятие необходимых мер по снижению опасностей и угроз, предотвращению чрезвычайных ситуаций, уменьшению их возможных масштабов, защите населения и территорий в случае их возникновения.

Вопросы, связанные с содержанием информации, порядком ее получения и оплаты на федеральном и территориальном уровнях, определяются соответствующими нормативными правовыми актами в рамках РСЧС и ее территориальных подсистем.

13.4. Предупреждение чрезвычайных ситуаций

Предупреждение чрезвычайных ситуаций – это комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба природной среде и материальных потерь в случае их возникновения [1]. Это понятие характеризуется также как совокупность мероприятий, проводимых федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организационными структурами РСЧС, направленных на предотвращение чрезвычайных ситуаций и уменьшение их масштабов в случае возникновения (ГОСТ Р22.0.02-94).

Деятельность по предупреждению чрезвычайных ситуаций имеет приоритет по сравнению с другими видами работ по противодействию этим ситуациям. Это обусловлено тем, что социально-экономические результаты превентивных действий предотвращающих чрезвычайные ситуации и урон от них в большинстве случаев гораздо более важны и эффективны для граждан, общества и государства, чем их ликвидация.

Организация работы по предупреждению чрезвычайных ситуаций в масштабах страны осуществляется в рамках Федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2005 года» (постановление Правительства Российской Федерации от 29 сентября 1999 г. № 1098).

Комплекс мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера включает меры организационного, организационно-экономического, инженерно-технического и специального характера.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций как в части их предотвращения (снижения рисков их возникновения), так и в плане уменьшения потерь и ущерба от них (смягчения последствий) проводится по следующим направлениям:

- * мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций;
- * рациональное размещение производительных сил по территории страны с учетом природной и техногенной безопасности;

* предотвращение в возможных пределах некоторых неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов путем систематического снижения их накапливающегося разрушительного потенциала;

* предотвращение аварий и техногенных катастроф путем повышения технологической безопасности производственных процессов и эксплуатационной надежности оборудования;

* разработка и осуществление инженерно-технических мероприятий, направленных на предотвращение источников чрезвычайных ситуаций, смягчение их последствий, защиту населения и материальных средств;

* подготовка объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях чрезвычайных ситуаций;

* декларирование промышленной безопасности;

* лицензирование деятельности опасных производственных объектов;

* страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта;

* проведение государственной экспертизы в области предупреждения чрезвычайных ситуаций;

* государственный надзор и контроль по вопросам природной и техногенной безопасности;

* информирование населения о потенциальных природных и техногенных угрозах на территории проживания;

* подготовка населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций.

Реализация перечисленных направлений осуществляется путем планирования и выполнения соответствующих мероприятий. Описанию содержания этих мероприятий и организации их выполнения и посвящена эта глава.

13.5. Ликвидация чрезвычайных ситуаций

Ликвидация чрезвычайных ситуаций – это аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизней и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

Аварийно-спасательные работы проводятся в целях поиска и деблокирования пострадавших, оказания им медицинской помощи и эвакуации в лечебные учреждения.

Аварийно-спасательные работы в очагах поражения включают:

- разведку маршрутов движения и участков работ;

- локализацию и тушение пожаров на маршрутах движения и участках работ;

- подавление или доведение до минимально возможного уровня возникших в результате чрезвычайной ситуации вредных и опасных факторов, препятствующих ведению спасательных работ;

- поиск и извлечение пораженных из поврежденных и горящих зданий, загазованных, затопленных и задымленных помещений, из завалов и блокированных помещений;

- оказание первой медицинской и врачебной помощи пострадавшим и эвакуацию их в лечебные учреждения;

- вывоз (вывод) населения из опасных зон;

- санитарную обработку людей, ветеринарную обработку животных, дезактивацию, дезинфекцию и дегазацию техники, средств защиты и одежды, обеззараживание территории и сооружений, продовольствия, воды, продовольственного сырья и фуража.

Аварийно-спасательные работы проводятся в максимально сжатые сроки. Это вызвано необходимостью оказания своевременной медицинской помощи пораженным, а также тем, что объемы разрушений и потерь могут возрастать вследствие воздействия вторичных поражающих факторов (пожары, взрывы, затопления и т.п.).

Неотложные работы проводятся в целях создания условий для проведения аварийно-спасательных работ, предотвращения дальнейших разрушений и потерь, вызванных вторичными поражающими факторами, а также обеспечения жизнедеятельности объектов экономики и пострадавшего населения.

Неотложные работы включают:

- прокладывание колонных путей и устройство проходов в завалах и зонах заражения (загрязнения);

- локализацию аварий на газовых, энергетических, водопроводных, канализационных, тепловых и технологических сетях в целях создания безопасных условий для проведения спасательных работ;

- укрепление или обрушение конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом или препятствующих безопасному проведению спасательных работ;

- ремонт и восстановление поврежденных и разрушенных линий связи и коммунально-энергетических сетей в целях обеспечения спасательных работ;

- обнаружение, обезвреживание и уничтожение невзорвавшихся боеприпасов в обычном снаряжении и других взрывоопасных предметов;

- ремонт и восстановление поврежденных защитных сооружений, для укрытия от возможных повторных ядерных ударов противника;

- санитарную очистку территории в зоне чрезвычайной ситуации;

- первоочередное жизнеобеспечение пострадавшего населения.

Успех аварийно-спасательных и других неотложных работ в зонах чрезвычайных ситуаций достигается:

- заблаговременной подготовкой органов управления, сил и средств РСЧС к действиям при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций, в т.ч. заблаговременным всесторонним изучением особенностей вероятных действий (участков и объектов работ), а также маршрутов ввода сил;

- экстренным реагированием на возникновение чрезвычайной ситуации (организацией эффективной разведки, приведением в готовность и созданием в короткие сроки необходимой группировки сил и средств, своевременным вводом ее в зоны ЧС);

- непрерывным, твердым и устойчивым управлением работами, принятием оптимального решения и последовательным претворением его в жизнь, поддержанием устойчивого взаимодействия сил ликвидации чрезвычайной ситуации;

- непрерывным ведением работ до полного их завершения, с применением современных технологий, обеспечивающих наиболее полное использование возможностей сил и средств; неуклонным выполнением установленных режимов работ и мер безопасности;

- организацией бесперебойного обеспечения работ и жизнеобеспечения пострадавшего населения и спасателей.

13.6. Организация управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций

Управление при ликвидации чрезвычайных ситуаций заключается в руководстве силами РСЧС при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ. Главной целью управления является обеспечение эффективного использования сил и средств различного предназначения, в результате чего работы в зонах чрезвычайных ситуаций должны быть выполнены в полном объеме, в кратчайшие сроки, с минимальными потерями населения и материальных средств.

Управление работами начинается с момента возникновения чрезвычайной ситуации и завершается после ее ликвидации. Оно осуществляется, как правило, по суточным циклам, каждый из которых включает [2]:

- сбор данных об обстановке;
- анализ и оценку обстановки;
- подготовку выводов и предложений для решения на проведение работ;
- принятие (уточнение) решения и доведение задач до исполнителей;
- организацию взаимодействия;
- обеспечения действий сил и средств.

Содержание функций управления и их цикличность характерны для планомерного проведения аварийно-спасательных работ; в случаях резких изменений обстановки они могут быть изменены и органы управления будут действовать в соответствии с конкретной обстановкой.

Данные об обстановке поступают в органы управления в виде срочных и внесрочных донесений. Срочные донесения представляются в определенное время, как правило, в формализованном виде; внесрочные – по мере необходимости в произвольной форме. Основными источниками получения наиболее полных и обобщенных данных об обстановке являются подчиненные разведывательные формирования (подразделения) и органы управления;

значительная часть информации может поступать от вышестоящих органов управления и их средств наблюдения и контроля.

В зависимости от последовательности развития чрезвычайной ситуации подчиненные органы управления представляют донесения: о вероятности возникновения чрезвычайной ситуации, о факте ее возникновения, об обстановке в районе бедствия, о ходе аварийно-спасательных и других неотложных работ, о резком изменении обстановки, о результатах работ (по периодам).

Донесения о вероятности и факте возникновения чрезвычайной ситуации представляются немедленно; в них допустимо ограниченное количество данных для принятия экстренных мер и постановки задач силам постоянной готовности, а также для принятия предварительного решения на приведение в готовность сил и средств, выдвижение их в район чрезвычайной ситуации и ведение аварийно-спасательных работ. Более детальные донесения об обстановке представляются после проведения разведки, рекогносцировки и на начальном этапе работ. Они содержат данные, обеспечивающие уточнение предварительного или принятие нового решения на проведение работ основными силами.

Донесения о ходе работ включают сведения о количестве спасенных (извлеченных из-под завалов) людей, об изменениях обстановки, выполненных аварийных работах, потерях, состоянии и обеспеченности формирований. Эти данные необходимы для уточнения ранее поставленных задач, а также для принятия решений в случаях резкого изменения обстановки. Формы, содержание и сроки представления донесений определяются нормативными документами; при необходимости они могут быть изменены в ходе организации и проведения работ.

Обстановку в полном объеме анализирует руководитель органа управления (руководитель ликвидации чрезвычайной ситуации), его заместители (помощники), а также другие должностные лица – каждый в пределах своей компетенции и ответственности.

Обстановка анализируется по элементам, основными из которых являются:

- характер и масштаб развития чрезвычайной ситуации, степень опасности для производственного персонала и населения, границы опасных зон (пожаров, радиоактивного загрязнения, химического, бактериологического заражения и др.) и прогноз их распространения;
- виды, объемы и условия неотложных работ;
- потребность в силах и средствах для проведения работ в возможно короткие сроки;
- количество, укомплектованность, обеспеченность и готовность к действиям сил и средств, последовательность их ввода в зону чрезвычайной ситуации для развертывания работ.

В процессе анализа данных обстановки специалисты сопоставляют потребности в силах и средствах для проведения работ с конкретными их наличием и возможностями, производят расчеты, анализируют варианты их ис-

пользования и выбирают наилучший (реальный). Выводы из оценки обстановки и предложения по использованию сил и средств докладываются руководителю органа управления (руководителю ликвидации чрезвычайной ситуации); предложения специалистов обобщаются и используются в процессе принятия решений.

Решение на проведение спасательных и других неотложных работ в зоне чрезвычайной ситуации является основой управления; его принимает и организует выполнение руководитель органа управления (руководитель ликвидации чрезвычайной ситуации).

Решение включает следующие основные элементы:

- краткие выводы из оценки обстановки;
- замысел действий;
- задачи подчиненным формированиям, частям и подразделениям;
- меры безопасности;
- организацию взаимодействия;
- обеспечение действий формирований.

Краткие выводы из оценки обстановки содержат основные сведения о характере и масштабах чрезвычайной ситуации, объемах предстоящих работ и условиях их проведения, имеющихся силах и средствах и их возможностях.

В замысле действий отражаются цели, стоящие перед данным органом управления и его силами, главные задачи и последовательность проведения работ, объекты (районы, участки) сосредоточения основных усилий, порядок создания группировки сил и средств.

Задачи руководителям подчиненных органов управления и их формированиям определяют старшие начальники в зависимости от их возможностей и развития обстановки. При постановке задачи указываются район работ, силы и средства, последовательность и сроки проведения работ, объекты сосредоточения основных усилий, порядок использования технических средств, меры безопасности и обеспечения непрерывности работ.

Взаимодействие между подчиненными подразделениями (формированиями), между ними и специальными подразделениями других ведомств, а также между подчиненными силами и соседями (силами других районов, городов) организуется при принятии решения и осуществляется в ходе работ в первую очередь при спасении людей, локализации и тушении пожаров, ликвидации аварий на коммунально-энергетических системах, подготовке объездных путей (дорог) для ввода сил и эвакуации пострадавших (пораженных).

При организации взаимодействия:

- уточняются границы объектов работ каждого формирования;
- устанавливается порядок действий на смежных объектах, особенно при выполнении работ, которые могут представлять опасность для соседей или повлиять на их работу;
- согласовывается по времени и месту сосредоточения усилий при совместном выполнении особо важных и сложных работ;

- определяется система обмена данными об изменении обстановки и о результатах работ на смежных участках;

- устанавливается порядок оказания экстренной взаимной помощи.

Взаимодействие подчиненных органов управления и подразделений (формирований) с другими силами, выполняющими специальные задачи по обеспечению спасательных работ, организуется в процессе постановки задач с участием представителей взаимодействующих сил; при этом руководитель органа управления информирует подчиненных о работах, выполняемых на их объектах, сроках их начала и (ориентировочно) завершения. Одновременно руководители подчиненных органов управления (командиры подразделений и формирований) и представители взаимодействующих сил уточняют места и порядок проведения работ, обмениваются данными об обстановке, местах расположения пунктов управления, способах связи и порядке информирования о ходе выполнения задач.

Обеспечение действий сил и средств в районах ведения работ организуется с целью создания им необходимых условий для успешного выполнения поставленных задач. Основными видами обеспечения являются: разведка, транспортное, инженерное, дорожное, гидрометеорологическое, техническое, материальное и медицинское. Непосредственное руководство обеспечением действий сил и использованием специальных средств осуществляют начальники служб и должностные лица органов управления в соответствии с их обязанностями.

Организация обеспечения включает уяснение задачи, оценку обстановки в рамках своей ответственности, подготовку специальных сил и средств и их своевременный ввод в зону чрезвычайной ситуации, постановку задач подчиненным и их уточнение в ходе работ, контроль выполнения поставленных задач.

При организации разведки указываются цели, районы (участки, объекты) и время ведения разведки, порядок наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды и изменениями обстановки в местах ведения работ, система подачи сигналов и представления донесений.

Транспортное обеспечение включает определение характера и объема перевозок, учет всех видов транспорта, время и места погрузки, маршруты следования, контрольные рубежи и сроки их прохождения, районы (пункты) и сроки разгрузки, создание резерва транспортных средств и порядок его использования.

Инженерное обеспечение решает задачи по выполнению специальных инженерных работ, использованию средств механизации работ, оборудованию пунктов водоснабжения, доставке воды в места ведения работ.

Дорожное обеспечение предусматривает создание дорожно-мостовых отрядов (отрядов обеспечения движения), каждому из которых определяется маршрут и сроки его подготовки к пропуску транспорта и техники, поддержание маршрутов в проезжем состоянии, оборудование объездов на случай невозможности использования отдельных участков или дорожных сооружений на обслуживаемом маршруте.

Гидрометеорологическое обеспечение включает установление объема и порядка передачи органам управления и командирам формирований данных об элементах погоды в районах ведения работ, а также срочной информации об опасных метеорологических и гидрологических явлениях и возможном характере их развития.

Техническое обеспечение предусматривает организацию работы ремонтно-эвакуационных предприятий и специальных подразделений (формирований) по своевременному проведению технического обслуживания машин и механизмов, ремонту на месте и доставку неисправной техники на ремонтные предприятия и ее использование после ремонта, а также порядок снабжения ремонтных предприятий и подразделений (формирований) запасными частями и агрегатами.

При организации материального обеспечения устанавливается порядок снабжения подразделений (формирований), ведущих работы, продовольствием и питьевой водой, техническими средствами, имуществом противорадиационной и противохимической защиты, медицинским имуществом, обменной и специальной одеждой, строительными материалами, топливом и смазочными материалами для транспортных и инженерных средств; в задачу материального обеспечения входит также оборудование мест (пунктов) приема пищи, отдыха и специальной обработки.

Медицинское обеспечение предусматривает проведение конкретных мер по сохранению здоровья и работоспособности личного состава, участвующего в ликвидации чрезвычайной ситуации, своевременному оказанию помощи пострадавшим (пораженным) и больным, их эвакуации в лечебные учреждения, а также по предупреждению инфекционных заболеваний.

При подготовке решения начинается планирование аварийно-спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ; оно завершается после принятия решения и постановки задач подчиненным. План проведения работ оформляется текстуально с приложением карт, схем, графиков и расчетов. Он подписывается руководителем органа управления (руководителем ликвидации чрезвычайной ситуации) и утверждается старшим начальником. Выписки из плана работ доводятся до подчиненных в части их касающейся. В план могут вноситься коррективы в течение всего периода работ в зоне чрезвычайной ситуации.

Основой системы управления в районе чрезвычайной ситуации являются органы управления территориальных и функциональных подсистем РСЧС. Для руководства действиями формирований непосредственно в районе чрезвычайной ситуации создаются оперативные группы, используются стационарные и развертываются подвижные пункты управления (ПУ), а также организуется система связи, главным элементом которой является подвижный узел связи (ПУС); для обеспечения эффективной работы системы управления создается автоматизированная подсистема управления на базе мобильного информационно-управляющего центра (МИУЦ).

Состав и структура системы управления определяются масштабом чрезвычайной ситуации и решением органов управления РСЧС, которые организуют ликвидацию чрезвычайной ситуации.

Ликвидацией чрезвычайной ситуации на объектах руководят объектовые комиссии по чрезвычайным ситуациям (КЧС) с участием, при необходимости, оперативных групп районных (городских) и функциональных КЧС.

Обобщенная структура управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций представлена на рис. 13.2.

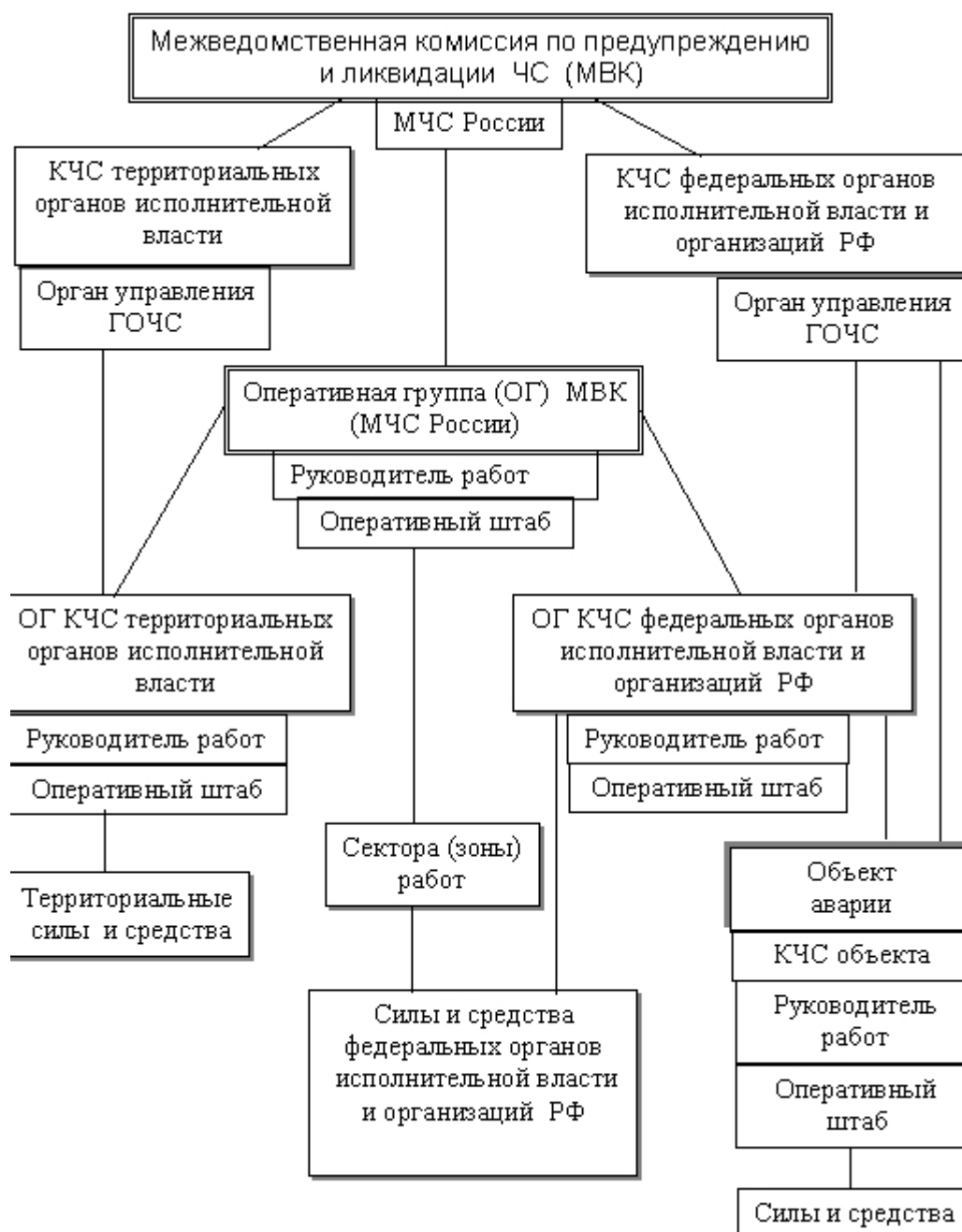


Рис. 13.2. Система управления при объектовой чрезвычайной ситуации

Ликвидацией местных чрезвычайных ситуаций руководят КЧС соответствующих территорий. В систему управления административного района (города) при возникновении чрезвычайной ситуации на его территории мо-

жет входить оперативная группа регионального центра по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, а в особых случаях – оперативные группы министерств, ведомств и МЧС России.

Для управления ликвидацией региональной или глобальной чрезвычайной ситуацией создается система управления, в состав которой входят оперативные группы (ОГ) МЧС России, министерств и ведомств.

Варианты структуры системы управления в районах чрезвычайной ситуации показаны на рис. 13.3, 13.4.

Руководство всеми силами и средствами, привлекаемыми к ликвидации чрезвычайных ситуаций, и организацию их взаимодействия осуществляют назначенные для этого руководители ликвидации чрезвычайной ситуации (руководители ОГ) и органы управления РСЧС.

Решения руководителей ликвидации чрезвычайных ситуаций являются обязательными для всех граждан и организаций, находящихся в зонах действия, если иное не предусмотрено законодательством Российской Федерации.

Руководители аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, прибывшие в зоны действия первыми, принимают на себя полномочия руководителей ликвидации чрезвычайной ситуации и исполняют их до прибытия руководителей, определенных законодательством Российской Федерации или назначенных органами государственной власти, органами местного самоуправления, руководителями организаций.

Полномочия руководителя ликвидации чрезвычайных ситуаций определяются Правительством Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, руководством организаций в соответствии с законодательством (рис.13.3).

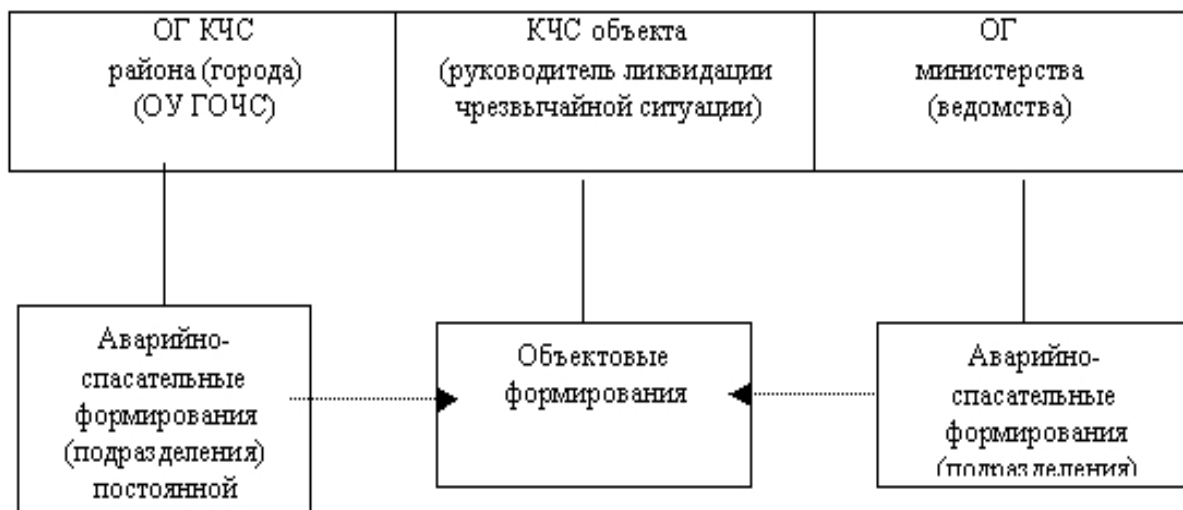


Рис. 13.3. Система управления при местной чрезвычайной ситуации

В случае крайней необходимости руководители ликвидации чрезвычайных ситуаций вправе самостоятельно принимать решения:

- о проведении эвакуационных мероприятий их опасных зон;
- об остановке деятельности организаций, находящихся в зонах чрезвычайных ситуаций;
- о проведении аварийно-спасательных работ на объектах и территориях организаций, находящихся в зонах чрезвычайных ситуаций;
 - об ограничении доступа людей в опасные зоны;
- о разбронировании резервов материальных ресурсов организаций, находящихся в зонах бедствия, в целях ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- об использовании в порядке, установленном законодательством, средств связи, транспортных средств и иного имущества организаций, находящихся в зонах чрезвычайных ситуаций;
- о привлечении к проведению аварийно-спасательных работ нештатных и общественных аварийно-спасательных формирований, а также спасателей, не входящих в состав указанных формирований, при наличии у них документов, подтверждающих их аттестацию на проведение аварийно-спасательных работ;
- о привлечении на добровольной основе населения к проведению неотложных работ, а также отдельных граждан, не являющихся спасателями, с их согласия, к проведению аварийно-спасательных работ;
- о принятии других необходимых мер, обусловленных развитием чрезвычайных ситуаций и ходом работ по их ликвидации.

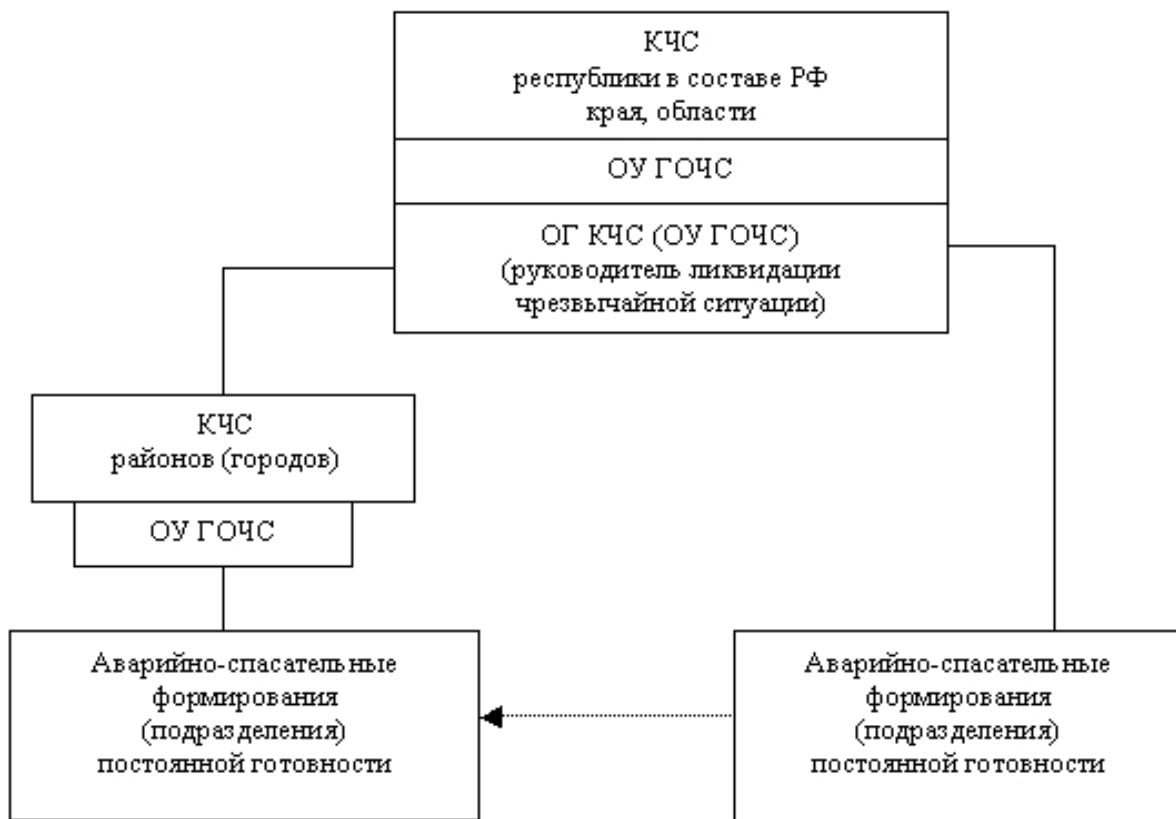


Рис. 13.4. Руководители ликвидации чрезвычайных ситуаций обязаны незамедлительно информировать соответствующие органы государственной власти, органы местного самоуправления

В последующем руководители ликвидации чрезвычайных ситуаций обязаны незамедлительно информировать соответствующие органы государственной власти, органы местного самоуправления, руководство организаций о принятых ими решениях.

Оперативные группы (ОГ) укомплектовываются специалистами и обеспечивают:

- получение информации о чрезвычайных ситуациях и передачу ее руководителю ОГ;
- прогнозирование масштабов возможного развития чрезвычайной ситуации;
- аналитическую обработку информации о чрезвычайной ситуации и подготовку вариантов решения по привлечению и использованию сил и средств;
- доведение принятого решения до подчиненных органов управления и формирований (подразделений);
- контроль за развертыванием и ведением работ в соответствии с принятым решением;
- представление донесений об изменении обстановки и ходе работ.

Руководство работами осуществляется с оборудованных пунктов управления (ПУ), которые представляют собой помещения, оснащенные средствами связи, автоматизации и другими необходимыми техническими средствами. Стационарные ПУ размещаются, как правило, в административных или общественных зданиях и сооружениях и укомплектовываются личным составом (в дежурном варианте) и необходимыми средствами связи. Подвижные пункты управления (ППУ) обеспечивают более эффективную работу оперативных групп; они размещаются на машинах, самолетах (вертолетах), плавсредствах, а также на железнодорожном транспорте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В книге рассмотрены вопросы воздействия человека и его деятельности на биосферу, минимизации воздействия промышленно-хозяйственной деятельности на биосферу и организации ее устойчивого функционирования, создания материально- и энергосберегающих и экологически безопасных технологий, моделирования и управления экологическими системами. Рассмотрены методы, способы и средства защиты атмосферы, водных ресурсов, литосферы от техногенных воздействий. Рассматривается проблема утилизации и переработки отходов производства и потребления. Рассмотрены вопросы эколого-экономической экспертизы и лицензирования промышленных предприятий, экологического аудирования, мониторинга территорий с высокой антропогенной нагрузкой, прогнозирования и ликвидации последствий чрезвычайных экологических ситуаций. Описываются информационные технологии в защите окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Науки о Земле. Учебник для вузов / Э.М. Соколов, Е.И. Захаров, А.В. Волков, И.В. Панферова, А.И. Сычев. – М.-Тула: ИПП «Гриф и К», 2001. – 514 с.
2. Соколов Э.М. Оценка обстановки при авариях с выбросом опасных химических веществ / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуйкова/ «Экология и промышленность России». Февраль 2008 . – с. 40-42.
3. Соколов Э.М. Автоматизированная система экологического мониторинга атмосферы при выбросах вредных веществ / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуйкова, А.В. Бизикин // «Информационные технологии». №4, 2008. – с. 58-62.
4. Соколов Э.М. Анализ и управление чрезвычайными ситуациями на химически опасных производственных объектах / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуйкова. – Издательство ТулГУ. – Тула, 2005. – 158 с.: илл.
5. Соколов Э.М. Информационно-моделирующая система поддержки принятия управленческих решений при возникновении аварийных ситуаций с выбросом химически опасных веществ / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуйкова. -»Безопасность жизнедеятельности». №7, 2007 г. Изд-во «Новые технологии». С.24-26.
6. Соколов Э.М. Компьютерное моделирование аварий с выбросом химически опасных веществ / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуйкова. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. – 78 с.
7. Соколов Э.М. Математические модели распространения выбросов вредных веществ при разрушении трубопроводов/ Э.М. Соколов, А.А. Зуйкова, Л.В. Котлеревская, И.В. Семин// Докл. IV Междун. конф. «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики». – Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. – с. 464-476.
8. Соколов Э.М. Модели оценки и прогноза загрязнения атмосферы промышленными выбросами / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуйкова, В.С. Павлова – Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. – 155 с.
9. Соколов Э.М. Повышение эффективности принятия управленческих решений при оценке и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций/ Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.Г. Рыжикова, Л.В. Котлеревская, А.А. Зуйкова // Вестник ТулГУ. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». Выпуск 1. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. – с.179-183
10. Соколов Э.М. Повышение эффективности управленческих решений при чрезвычайных ситуациях с выбросом аварийно химически опасных ве-

ществ / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Р.В. Соколовский, А.А. Зуйкова- Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. – 161 с.

11. Соколов Э.М. Создание автоматизированного рабочего места для поддержки принятия управленческих решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуйкова. – «Вестник компьютерных и информационных технологий». №9, 2007. – с.37-41.

12. Панарин В.М. Автоматизированные системы экологического мониторинга атмосферы промышленно развитых территорий / В.М. Панарин, А.М. Зякун, А.В. Бизикин, А.А. Зуйкова – Тула: Изд-во ТулГУ, 2006. – 218 с.

13. Панарин В.М. Компьютерное моделирование распространение загрязняющих веществ в атмосфере / В.М. Панарин, В.С. Павлова, А.А. Зуйкова // Вестник компьютерных и информационных технологий. № 6 (48), 2008. – с.15-18.

14. Рощупкин Э.В. Информационная система сбора и отображения экологической информации в AutoCAD Map 2000i//Э.В. Рощупкин, А.В. Бизикин / Известия ТулГУ Серия «Экология и рациональное природопользование». Выпуск 2. – Тула: Изд-во ТулГУ. – 2006. – С. 191-197.

15. Рощупкин Э.В. Применение GSM связи для организации системы передачи информации при автоматизированном мониторинге состава воздуха/ Вестник ТулГУ. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». Вып.1. – Тула: Изд-во ТулГУ, – 2008. – С. 221 – 224.

16. Рощупкин Э.В. Применение GSM связи для организации системы передачи информации при автоматизированном мониторинге состава воздуха// В.М. Панарин, Э.В. Рощупкин / Тульский экологический бюллетень – 2008. Выпуск 2. – Тула: Гриф и К, 2008. – С. 70 – 73.

17. Рощупкин Э.В. Применение современной микропроцессорной техники для контроля концентрации взрывоопасных газов// Э.М. Соколов, Э.В. Рощупкин, М.В. Ларина, Е.К. Шипьянов/ Вестник ТулГУ. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». Вып.1. – Тула: Изд-во ТулГУ, – 2008. – С. 219 – 220.

18. Рощупкин Э.В. Стационарный блок газового анализа системы экологического мониторинга Тульского государственного университета/ Вестник ТулГУ. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». Вып.1. – Тула: Изд-во ТулГУ, – 2008. – С. 210 – 215.

19. Современные системы контроля загрязнения атмосферного воздуха промышленными предприятиями / В.М. Панарин, В.Г. Павпертов, Г.В. Павпертов, А.А. Зуйкова – Москва – Тула. – 2004. – 128 с.

20. Зуйкова А.А. Внедрение в работу органов управления МЧС современных информационных технологий/А.А. Зуйкова// Известия ТулГУ. Технические науки. Вып.3. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. – с. 240-246.

21. Зуйкова А.А. Информационная система поддержки принятия управленческих решений в условиях аварии на химически опасном объекте / В.М. Панарин, Н.Г. Рыжикова, А.А. Зуйкова, Л.В. Котлеревская // Известия Тул-

ГУ. Серия. Экология и рациональное природопользование. Вып.2. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2006. – С. 197-202.

22. Небел Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир: в 2-х т. Т.1. Т.2. Пер. с англ. – М.: Мир, 1993.

23. Агаджанян Н.А., Торшин В.И. Экология человека. Избранные лекции. – М.: «Крук», 1994. – 256 с.

24. Природопользование. Учебное пособие для вузов / Э.М. Соколов, Е.И. Захаров, А.В. Волков, И.В. Панферова, Н.Н. Чаплыгин. – М. – Тула: ИПП «Гриф и К», 2002. – 522 с.

25. Криксунов Е.А., Пасечник В.В., Сидорин А.П., Экология, М., Издательский дом «Дрофа», 1995;

26. Общая биология. Справочные материалы, Составитель В.В.Захаров, М., Издательский дом «Дрофа», 1995.

27. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984.

28. Беккер А.А., Агаев Т. Б. Охрана и контроль загрязнения природной среды. -Л.: Гидрометеоиздат, 1990.

29. Примак А.В., Кафаров В.В., Системный анализ контроля и управления качества воздуха и воды.- Киев.: Наука, 1991.

30. Израэль Ю.А. Концепция мониторинга состояния биосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987.

31. Лозановская И.Н., Орлова Д.С., Садовникова Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. – М.: Гидрометеоиздат, 1998.

32. Акимова Т.А., Хаскин В.В.. Экология. М.: Издательское объединение ЮНИТИ, 1998.

33. Кормилицын В.И., Цицкишвили М.С., Яламов Ю.И. Основы экологии. – М.: Издательство Интерстиль, 1997.

34. Горелик Д.О., Конопелько Л.А. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. Аэроаналитические измерения. – М.: Издательство стандартов, 1992.

35. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы. Земля и её окружения. – М., 1991.

36. ГОСТ 17.0.04.90 Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения. – М.: 1991.

37. Гуриков Д.Е. Экология – наука для всех.. -Алма-Ата: Кайнер, 1990.

38. Кормилицын В.И., Цицкишвили М.С., Яламов Ю.И. Основы экологии. М.: Интерсталь, 1997.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Э.М. Соколов

В.М. Панарин

А.А. Зуйкова

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ ОК-
РУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Учебное пособие

Авторское редактирование

Изд. Лиц. № 020300 от 12.02.97. Подписано в печать

Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 14,4. Усл.-изд. л. 12,4.

Тираж 100 экз. Заказ

Тульский государственный университет
300600, г. Тула, пр. Ленина, 92

Отпечатано в Издательстве ТулГУ
300600, г. Тула, ул. Болдина, 151