МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОСФЕРЫ:
проблемы и управление

Рекомендовано Учёным советом Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева в качестве учебного пособия для студентов технических вузов всех направлений подготовки и форм обучения

Нижний Новгород 2021

УДК 502.17 (075.8)
ББК 20.1 я 73
Э 40

АВТОРЫ:

В.М. Смирнова, И.С. Макеев, А.Б. Елькин, Е.Г. Ивашкин

Рецензент

доктор технических наук, профессор *Е.А. Федорова*

Э 40 Экологическая безопасность техносферы: проблемы и управление: учеб. пособие / В.М. Смирнова [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2021. – 223 с.

ISBN 978-5-502-01473-1

В учебном пособии рассмотрены правовые основы экологической безопасности и управления техносферной безопасностью. Приведены современные представления о методах анализа и оценки техногенных и экологических рисков; изложены нормативно-правовые, инженерно-технические и технологические аспекты обеспечения экологической безопасности на предприятиях; представлены концепции экологически устойчивого развития и восстановления техногенно нарушенных земель и вод. Большое внимание уделено механизмам экологического контроля, менеджмента и аудита на производственных предприятиях. Представлен практический тренинг по решению ситуационных экологических задач и снижения негативного воздействия предприятий.

Адресовано бакалаврам, магистрам и аспирантам в рамках соответствующих курсов «Экология», «Экологическая безопасность промышленных предприятий», «Управление проектами в техносферной безопасности», «Экологическая оценка инновационных проектов» по направлениям подготовки 20.03.01 и 20.04.01 «Техносферная безопасность», 18.03.01 «Химическая технология», 19.03.01 «Биотехнология», 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», 22.04.02 «Металлургия». Материал может быть использован бакалаврами и магистрами для выполнения разделов ВКР «Безопасность жизнедеятельности», «Безопасность и экологичность производства».

Рис. 27. Табл. 16. Библиогр.: 78 назв.

УДК 502.17 (075.8)
ББК 20.1 я 73

ISBN 978-5-502-01473-1

© Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 6
1. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 8
1.1. Международные цели обеспечения устойчивого развития 8
1.2. Стратегия РФ и направления федеральной программы обеспечения экологической безопасности до 2025 г. 11
2. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ 20
2.1. Основные понятия и определения 20
2.2. Управление техносферной безопасностью 25
2.2.1.Понятие и классификация риска 25
2.2.2. Анализ и оценка риска 27
2.2.3. Анализ «деревьев-событий» 32
3. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 38
3.1. Стратегические цели и принципы государственной экологической политики 39
3.2.Направления и задачи государственной экологической политики .41
3.2.1. Обеспечение устойчивого природопользования 41
3.2.2. Снижение загрязнения окружающей среды и ресурсосбережение 42
3.2.3. Сохранение и восстановление природной среды 43
3.3. Приоритетные направления деятельности по обеспечению экологической безопасности Российской Федерации 43
3.3.1. Обеспечение безопасности при осуществлении потенциально опасных видов деятельности и в чрезвычайных ситуациях 43
3.3.2. Экологические приоритеты в здравоохранении 44
3.3.3. Предотвращение и снижение экологических последствий чрезвычайных ситуаций 45
3.3.4. Предотвращение терроризма, создающего опасность 46
для окружающей среды 46
3.3.5. Контроль за использованием и распространением чужеродных видов и генетически измененных организмов 46
3.4. Пути и средства реализации государственной политики в области экологии 47
3.4.1. Развитие системы государственного управления охраной окружающей среды и природопользованием 47
3.4.2. Нормативное правовое обеспечение и правоприменение 48
3.4.3. Экономические и финансовые механизмы 49

3.4.4. Экологический мониторинг и информационное обеспечение……...50
3.4.5. Научное обеспечение..... 51
3.4.6. Экологическое образование и просвещение..... 53
3.4.7. Развитие гражданского общества как условие реализации государственной политики в области экологии 54
3.4.8. Региональная политика в области экологии 54
3.4.9. Международное сотрудничество 55
3.5. Экологические право и природоохранное законодательство..... 56
3.6. Нормативно-техническая база и нормативы качества природной среды 59
3.7. Ответственность за экологические правонарушения 70
4. ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ 77
4.1. Основные понятия и определения 77
4.2. Принципы рационального природопользования 79
4.3. Безотходные и малоотходные технологии 80
5. МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННОЙ СРЕДЫ..... 85
5.1 Рекультивация антропогенно нарушенных земель..... 85
5.2. Озеленение урбаногенных и техногенных территорий..... 94
5.3. Биоремедиация производственных, коммунальных сточных вод и загрязненных водоемов..... 101
6. ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 110
6.1. Экологический паспорт промышленного предприятия 111
6.2. Производственный экологический контроль 113
6.3. Государственный экологический контроль действующего предприятия..... 116
6.4. Общая характеристика методов защиты окружающей среды от промышленных загрязнений 122
6.5. Меры и средства защиты атмосферного воздуха от промышлен ных выбросов 125
6.5.1. Очистка выбросов от пылей и аэрозолей 125
6.5.2. Очистка воздуха от газо- и парообразных загрязнений 131
6.6. Защита гидросферы. Очистка сточных вод. Оборотное водоснабжение предприятий..... 136
6.6.1. Нормирование выпуска сточных вод 137
6.6.2. Очистка сточных вод..... 138
6.7. Методические основы обращения и управления отходами производства и потребления 161
6.7.1. Ресурсоемкость и образование отходов 161

6.7.2. Региональный подход к использованию отходов 166
6.7.3. Классификация отходов 167
6.7.4. Паспортизация отходов 171
6.7.5. Этапы обращения с отходами 171
6.7.6. Нормирование в области обращения с отходами 173
6.7.7. Механизмы управления обращения с отходами 179
6.7.8. Административная ответственность за несоблюдение требований законодательства в области обращения с отходами производства и потребления 179
7. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ 182
7.1. Структура системы управления охраной окружающей среды 182
7.2. Экологическая политика организации 185
7.3. Планирование мероприятий по охране окружающей среды 187
7.4. Внедрение и функционирование системы экологического менеджмента на предприятии 190
7.5. Производственный экологический контроль 194
7.6. Экологический аудит 197
8. ПРАКТИЧЕСКИЙ ТРЕНИНГ 205
Решение ситуационных экологических задач по снижению негатив ного воздействия предприятий по проблемам региона 205
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1 206
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №2 211
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 216

ПРЕДИСЛОВИЕ

В современном обществе вопросы обеспечения и управления экологической безопасностью имеют важнейшее значение.

Глобальные изменения в мире, вызванные антропогенным воздействием на природную среду в настоящее время приобрели такой характер и масштабы, которые ведут к интенсивному разрушению окружающей человека природной среды. Противоречия между развитием человеческого общества и ограниченными ресурсами биосферы, возможностями ее саморегенерации становятся все более существенными, долговременными и труднопреодолимыми.

Одним из факторов воздействия человека на природные объекты, нарушающего экологическое равновесие, является загрязнение экосферы твердыми, жидкими и газообразными отходами, которое во многих регионах достигает угрожающих размеров.

Сохранение качества окружающей среды - главное условие, обеспечивающее существование человеческой цивилизации. С одной стороны, перед человечеством встала задача рационального разумного природопользования, позволяющего удовлетворять жизненные потребности людей, с другой - в сочетании с охраной и воспроизводством свести к минимуму негативное воздействие на окружающую природную среду.

В связи с создавшейся ситуацией необходимо коренное изменение отношения общества к природопользованию. Для решения этих задач на предприятиях применяют комплекс инженерно-технических, экономических и организационных методов, которые в совокупности использует система экологического менеджмента.

Настоящее учебное пособие посвящено актуальным проблемам управления техносферной экологической безопасности. На современном уровне изложены нормативно-правовые, инженерно-технические и технологические аспекты обеспечения экологической безопасности на предприятиях; представлены концепции экологически устойчивого развития и восстановления техногенно нарушенных земель и вод, приведены международные стандарты экологического качества продукции. Большое внимание уделено механизмам экологического контроля, менеджмента и аудита на производственных предприятиях. Для закрепления теоретических знаний представлен практический тренинг.

Предлагаемое учебное пособие послужит руководством в учебной и научно-исследовательской работе бакалаврам, магистрам и аспирантам в рамках соответствующих курсов «Экология», «Экологическая безопасность», «Управление техносферной безопасностью»,

«Экспертиза промышленной безопасности», «Экологическая оценка инновационных проектов», проведения научно-исследовательской проектной деятельности и выполнения ВКР направлений подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность» (квалификации магистр), 20.03.01 «Техносферная безопасность» (квалификация бакалавр), 18.03.01 «Химическая технология», 19.03.01 «Биотехнология», 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», 22.04.02 «Металлургия».

Авторский коллектив надеется, что книга будет полезна студентам, обучающимся по разным направлениям подготовки, и позволит формировать как общекультурные, так и профессиональные компетенции, готовиться к разным видам профессиональной деятельности: проектной, научно-исследовательской, производственно-технологической, организационно-управленческой.

Авторы надеются, что неизбежно существующие в книге пробелы, взыскательный читатель может восполнить, обратившись к первоисточникам, представленным в библиографическом списке.

1. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

1.1. Международные цели обеспечения устойчивого развития

Определение устойчивого развития впервые было сформулировано в докладе Международной комиссии по окружающей среде и развитию (комиссия Брундландт, 1987) «Наше общее будущее»: «Устойчивое развитие - это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» [1].

Устойчивое развитие направлено как на выживание человечества, так и сохранение биосферы и её природных ресурсов.

Важнейшим критерием такого развития в мире является достижение стратегического баланса между хозяйственной деятельностью человека и поддержанием воспроизводящих возможностей биосферы (рис. 1.1).

Рис. 1.1. Объединение экологических, экономических и социальных целей в концепции устойчивого развития

С 1 января 2016 г. вступила в силу Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г., единогласно принятая в сентябре 2015 г. 193 государствами-членами ООН и направленная на удовлетворение потребностей населения как развитых, так и развивающихся стран. В документе подчеркивается необходимость мобилизации финансовых ресурсов, разработки новых технологий, укрепления партнерства и мира.

Повестка дня включает *17 целей* социальной, экономической и экологической составляющих устойчивого развития [2].

1. Повсеместная ликвидация нищеты во всех ее формах.

2. Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства.

3. Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте.

4. Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни.

5. Обеспечение гендерного равенства и расширение прав и возможностей женщин.

6. Обеспечение рационального использования пресноводных ресурсов и санитарной культуры для всех.

7. Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным и современным источникам энергии.

8. Содействие поступательному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной и производительной занятости и достойной работе для всех.

9. Создание надежной инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновационным технологиям.

10. Сокращение социально-экономического неравенства внутри стран и между ними.

11. Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов.

12. Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства.

13. Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями.

14. Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития.

15. Защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с

опустыниванием и деградацией земель, рекультивация нарушенных земель, сохранение биоразнообразия.

16. Содействие построению миролюбивого и открытого общества, обеспечение доступа к правосудию для всех и создание эффективных, подотчетных и основанных на широком участии общественности учреждений на всех уровнях.

17. Укрепление и активизация сотрудничества в рамках Глобального партнерства в интересах устойчивого развития.

Во многих развивающихся странах по-прежнему ощущается нехватка базовой инфраструктуры, включая дороги, информационно-коммуникационные технологии, электроэнергетику, водоснабжение и водоотведение. Для многих африканских стран нехватка инфраструктуры снижает производительность предприятий на 40 % [3].

Инновации и технический прогресс имеют ключевое значение для долгосрочных решений экономических и экологических проблем, таких как повышение эффективности использования природных ресурсов и энергии [3].

Объем инвестиций в научные исследования и разработки (НИОКР) от ВВП в мире увеличился с 1,5% в 2000 г. до 1,7% в 2015 - 2017 гг. В Российской Федерации он составил 1,03-1,13 % в 2010-2016 гг., однако в развивающихся странах он составляет менее 1%. По оценкам Всемирного банка, развивающимся странам необходимо инвестировать около 4,5% ВВП для достижения целей в области устойчивого развития [3].

Благодаря росту промышленности растет занятость в других секторах экономики: на одно созданное рабочее место в промышленности приходится 2,2 рабочих места в других отраслях. Малые и средние предприятия, которые занимаются промышленной переработкой и производством, являются наиболее важными для развития на ранних этапах индустриализации. На их долю приходится более 90 % бизнеса во всем мире и 50-60 % рабочих мест [3].

Наименее развитые страны обладают огромным потенциалом для индустриализации отраслей агропромышленного комплекса, а также текстиля и одежды, с хорошими перспективами для увеличения занятости и повышения производительности [3].

В развивающихся странах лишь 30% сельскохозяйственной продукции проходит промышленную переработку. В странах с высоким уровнем дохода этот показатель составляет 98%. Таким образом, развивающиеся страны имеют большие возможности в агробизнесе [3].

Страны со средним уровнем дохода могут получить выгоду от производства широкого ассортимента металлопродукции, отвечающей международному спросу [3].

1.2. Стратегия РФ и направления федеральной программы обеспечения экологической безопасности до 2025 г.

Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию сориентирована на сбалансированное решение задач сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей ныне живущих и будущих поколений россиян.

Основными предпосылками устойчивого развития России являются: большая территория с естественными экосистемами, значительными запасами природных ресурсов и наилучшие доступные технологии.

Национальные и региональные эколого-экономические показатели устойчивого развития должны включать следующие направления [4]:

- экологическая безопасность;
- сохранение биоразнообразия;
- нагрузка на окружающую среду;
- качество жизни населения;
- экологическая политика.

Разработан перечень национальных показателей целей устойчивого развития (ЦУР) [5] в соответствии с резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН A/RES/71/313 от 6 июля 2017 г. [6].

Национальный набор показателей ЦУР предназначен для осуществления контроля за достижением целей устойчивого развития на государственном уровне. В нем отражены национальные особенности и учтены задачи, определенные в Указе Президента РФ от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», стратегических программах Правительства Российской Федерации, а также национальных и федеральных проектах.

Национальные индикаторы УР РФ, сгруппированные по 8 объектам и 17 категориям, представлены в табл. 1.1. Всего рассчитывается 88 индикаторов из 247 одобренных ООН на основе официальных данных Росстата [7].

В июне 2020 года на сайте ООН был опубликован первый добровольный национальный обзор достижения Российской Федерацией ЦУР и реализации Повестки в области устойчивого развития на период до 2030 года. Обзор подготовлен Аналитическим центром при Правительстве РФ во взаимодействии с Минэкономразвития, МИД, Росстатом и другими ведомствами, организациями и компаниями. В этой работе участвовали более 200 экспертов.

Таблица 1.1

Национальные индикаторы устойчивого развития [8]

Объект	Категория	Индикатор
1	2	3
Атмос-фера	Климат	Совокупные выбросы парниковых газов относительно 1990 г. без учета землепользования и лесного хозяйства, %
		Совокупные выбросы парниковых газов относительно 1990 г. с учетом землепользования и лесного хозяйства, %
		Электроэнергия от возобновляемых источников энергии (без учета гидроэлектростанций), ГВт-ч
	Качество воздуха	Количество городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха
		Площадь зеленых насаждений городской территории, %
Земли	Сельское хозяйство	Внесение сельхоз. предприятиями минеральных удобрений, млн т
		Внесение сельхозпредприятиями органических удобрений, млн т
		Индекс производства продукции сельского хозяйства в сопоставимых ценах к предыдущему году, %
	Лесное хозяйство	Площадь земельных участков в границах лесничеств и лесопарков, %
		Площадь лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений, %
		Ущерб от лесных пожаров, млрд р.
	Охраняемые природные территории	Площадь особо охраняемых природных территорий, %
		Доля лесных площадей в пределах охраняемых природных территорий, %
		Затраты на сохранение биоразнообразия и охрану природных территорий, млн р.
		Индекс объема природоохранных расходов на сохранение биоразнообразия и охрану природных территорий, % к предыдущему году
		Количество редких и исчезающих видов диких животных (по категориям статуса редкости)
		Количество редких и исчезающих видов дикорастущих растений и грибов (по категориям статуса редкости)
		Количество посетителей эколого-просветительских объектов в заповедниках и национальных парках

Продолжение табл. 1.1

1	2	3
Земли		Количество объектов эколого-просветительской деятельности и познавательного туризма в государственных природных заповедниках и национальных парках
		Количество экологических троп в заповедниках и национальных парках
	Нарушенные земли	Рекультивированные земли за год, га
		Доля утилизированных и обезвреженных отходов в общем объеме образовавшихся отходов производства и потребления, %
	Урбанизированные территории	Соотношение темпа ввода в действие жилых домов к темпу роста населения, %
		Доля домохозяйств, испытывающих стесненность при проживании
		Доля площади зеленых насаждений в пределах городских поселений, %
		Количество городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха
		Вывоз твердых коммунальных отходов с территорий городских поселений на объекты, используемые для обработки отходов, тыс. $м^3$
		Доля общей протяженности освещенных частей городских улиц, проездов, набережных в общей их протяженности, %
Пресные воды	Водоснабжение и водоотведение	Доля населения, пользующегося услугами водоснабжения, организованного с соблюдением требований безопасности, %
		Доля населения, обеспеченного питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности, в общей численности населения, %
		Протяжение уличной водопроводной сети, км
		Протяжение уличной канализационной сети, км
Мировой океан	Биологические промысловые ресурсы	Добыча (вылов) водных биоресурсов, в т.ч. изъятие товарной аквакультуры, тыс. т
		Выращивание рыбопосадочного материала для аквакультуры, тыс. т
		Выпуск молоди водных биологических ресурсов (осетровых, лососевых, сиговых, растительноядных, частиковых рыб) в объекты рыбохозяйственного значения, млн экз.

Продолжение табл. 1.1

1	2	3
Продовольствие	Продовольственная безопасность	Распространенность недоедания, %
		Уровень продовольственной безопасности, %
		Распространенность задержки роста среди детей в возрасте до 5 лет (среднеквадратичное отклонение от медианы роста к возрасту ребенка в соответствии с нормами роста детей), %
		Доля животных отечественной репродукции, используемых для целей сельскохозяйственного производства, %
Здоровье	Здравоохранение	Число врачей и среднего медперсонала на 1000 чел. населения
	Смертность	Коэффициент материнской смертности на 100 тыс. родившихся
		Коэффициент неонатальной смертности (мужчины / женщины; город / село), ‰
		Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, новообразований (в том числе злокачественных), сахарного диабета, болезней органов дыхания, %
		Смертность от дорожно-транспортных происшествий (на 100 тыс. чел.)
		Смертность от случайных отравлений и воздействия медикаментов (на 100 тыс. чел.)
	Заболеваемость	туберкулезом (на 100 тыс. чел.)
		ВИЧ (на 100 тыс. чел.)
		гепатитом В (на 100 тыс. чел.)
		малярией (на 1000 чел.)
		Употребление табака лицами в возрасте от 15 лет
		Опасные инфекционные болезни чрезвычайного характера для общественного здравоохранения (холера, лихорадка Западного Нила)
Экономика	Экономическое развитие	Валовой внутренний продукт в единой валюте на душу населения (по паритету покупательной способности)
		Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом внутреннем продукте за предшествующий год, %
		Доля расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы к валовому внутреннему продукту, %
		Добавленная стоимость отрасли «Обрабатывающее производство» на душу населения за предшествующий год
		Доля добавленной стоимости отрасли «Обрабатывающее производство» в валовом внутреннем продукте за предшествующий год

Продолжение табл. 1.1

1	2	3
Эконо-мика		Занятость в обрабатывающей промышленности от общей численности занятых, %
	Финансы	Общий объем государственных доходов в процентном отношении к валовому внутреннему продукту, %
		Доля национального бюджета, формируемая внутренними налогами, %
		Индекс физического объема инвестиций в основной капитал
		Прямые инвестиции в Российскую Федерацию
		Долларовая стоимость всех ресурсов, выделенных на наращивание потенциала развивающихся стран в области статистики
	Социально-экономичес-кие показатели	Доля расходов консолидированного госбюджета на образование, здравоохранение и социальное обеспечение в общей сумме расходов, %
		Доля оплаты труда наемных работников (заработная плата и фактические отчисления на социальное страхование) в валовом внутреннем продукте, %
		Доля населения, живущего за международной/ национальной чертой бедности относительно предыдущего года, %
		Реальные денежные доходы населения к предыдущему периоду, %
		Индекс физического объема валового внутреннего продукта на душу населения за предшествующий год, %
		Индекс производительности труда, %
		Доля неформальной занятости в несельскохозяйственном секторе, %
		Средний почасовой заработок женщин и мужчин в разбивке по группам занятий и возрасту, р.
		Уровень безработицы, %
		Доля молодежи (от 15 до 24 лет), которая не учится и не работает, %
		Доля детей в возрасте от 5 до 17 лет, занятых детским трудом, %
		Доля объема социальных выплат, приходящаяся на 20 % населения с наименьшим уровнем среднедушевых денежных доходов, к общему объему социальных вып-лат, %
		Индекс концентрации доходов (коэффициент Джини)
	Социально-экономичес-кие показатели	Соотношение средней заработной платы 10% наиболее и 10% наименее оплачиваемых работников организаций (без субъектов малого предпринимательства)

Окончание табл. 1.1

1	2	3
Природные ресурсы	Энергоресурсы	Потребление топливно-энергетических ресурсов на одного занятого в экономике страны, тонн условного топлива
		Доля возобновляемых источников энергии в общем объеме конечного энергопотребления, %
		Энергоемкость валового внутреннего продукта за год, предшествующий предыдущему (кг условного топлива на 10 тыс. р. в текущих ценах)
		Доля энергетических ресурсов, производимых с использованием возобновляемых источников энергии, в общем объеме производства энергоресурсов (без учета гидроэлектростанций), ГВт-ч

Подробно рассмотрим годовую динамику индикаторов реализации ЦУР в Российской Федерации на примере цели № 9 «Индустриализация, инновации и инфраструктура» (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Индикаторы реализации ЦУР № 9 в РФ в 2010-2018 гг. [8]

Индикатор ЦУР	2010	2011	2016	2017	2018
Добавленная стоимость отрасли «Обрабатывающее производство» на душу населения за предшествующий год	-	48815	70434	76630	87063
Доля добавленной стоимости отрасли «Обрабатывающее производство» в ВВП РФ за предыдущий год, %	-	13,4	13,3	13,5	13,7
Занятость в обрабатывающей промышленности, % от общей численности занятых	15,2	15,0	14,4	14,2	14,1
Объем выбросов парниковых газов на единицу ВВП (т CO_2-экв. / млн р.)	44,4	35,2	24,4	23,4	-
Расходы на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по отношению к ВВП РФ, %	1,13	1,01	1,10	1,11	1,0
Количество исследователей полной занятости на миллион жителей	3094	3128	2921	2795	2764
Совокупный объем официальной международной поддержки, направляемой на инфраструктуру	-	-	-	111	128
Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП за год, предшествующий предыдущему	-	19,7	21,5	21,6	-

Окончание табл.1.2

Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием на 1000 км^2 территории	-	-	62	62	63
Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме	4,8	6,3	8,5	7,2	6,5

В соответствии с поручением Президента РФ Правительству РФ (Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204) разработан паспорт национального проекта в сфере экологии, направленный на достижение к 2024 г. следующих целей и целевых показателей [9]:

1) эффективное обращение с отходами производства и потребления, включая ликвидацию всех выявленных несанкционированных свалок в границах городов;

2) кардинальное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, в том числе уменьшение не менее чем на 20% совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в наиболее загрязненных городах;

3) повышение качества питьевой воды для населения;

4) оздоровление водных объектов, включая реку Волгу, и сохранение уникальных водных систем, включая озера Байкал и Телецкое;

5) сохранение биологического разнообразия путем создания не менее 24 новых особо охраняемых природных территорий.

Оценка состояния экологической безопасности Российской Федерации осуществляется с использованием следующих основных индикаторов [4]:

1) доля территории, не соответствующей экологическим нормативам, в общей площади территории РФ;

2) доля населения, проживающего на территориях, на которых состояние окружающей среды не соответствует нормативам качества, в общей численности населения РФ;

3) доля населения, проживающего на территориях, на которых качество питьевой воды не соответствует санитарным нормам, в общей численности населения РФ;

4) соотношение объема выбросов парниковых газов в текущем году с объемом указанных выбросов в 1990 году;

5) объем образованных отходов I класса опасности на единицу ВВП;

6) объем образованных отходов II класса опасности на единицу ВВП;

7) объем образованных отходов III класса опасности на единицу ВВП;

8) объем образованных отходов IV класса опасности на единицу ВВП;

9) объем образованных отходов V класса опасности на единицу ВВП;

10) доля утилизированных и обезвреженных отходов I класса опасности в общем объеме образованных отходов I класса опасности;

11) доля утилизированных и обезвреженных отходов II класса опасности в общем объеме образованных отходов II класса опасности;

12) доля утилизированных и обезвреженных отходов III класса опасности в общем объеме образованных отходов III класса опасности;

13) доля утилизированных и обезвреженных отходов IV класса опасности в общем объеме образованных отходов IV класса опасности;

14) доля утилизированных и обезвреженных отходов V класса опасности в общем объеме образованных отходов V класса опасности;

15) доля ликвидированных объектов накопленного вреда окружающей среде в общем объеме таких объектов;

16) доля нарушенных земель в общей площади территории РФ;

17) доля особо охраняемых природных территорий федерального уровня;

18) доля территорий, занятых лесами, в общей площади территории РФ.

Результаты достижения целевых индикаторов экологической безопасности представляются Министерством природных ресурсов и экологии в Правительство РФ и отражаются в ежегодном докладе Секретаря Совета Безопасности Президенту РФ о состоянии национальной безопасности государства и мерах по её укреплению [9].

Контрольные вопросы

1. Какое развитие общества является устойчивым?
2. Как соотносятся экономические, экологические и социальные цели в концепции устойчивого развития?
3. Какие экологические цели представлены в международной Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.?
4. Какой объем инвестиций в научные исследования и разработки необходим для достижения целей в области устойчивого развития?
5. Какие сектора экономического производства наиболее перспективны для развивающихся стран с разным уровнем развития производственной инфраструктуры?

6. Какие направления должны включать национальные и региональные эколого-экономические показатели устойчивого развития?
7. Какие основные предпосылки для устойчивого развития РФ?
8. Какой указ Президента РФ определяет национальные цели и стратегические задачи развития РФ на период до 2024 г.?
9. Какие объекты и категории включают национальные индикаторы устойчивого развития? Приведите примеры индикаторов по объектам и категориям.
10. Что показывают индикаторы реализации ЦУР № 9 «Индустриализация, инновации и инфраструктура» РФ в динамике 2010-2018 гг.?
11. Какие цели и целевые показатели определены в национальном проекте в сфере экологии РФ до 2024 г.?
12. Какие индикаторы используются для оценки экологической безопасности РФ?
13. Какая процедура оценки результатов достижения индикаторов экологической безопасности РФ?

2. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

2.1. Основные понятия и определения

Техносфера – часть биосферы, преобразованная человеком в эпоху научно-технического прогресса в технические объекты (здания, сооружения, машины и т.п.) для удовлетворения своих потребностей и получения определенных благ. В современном мире более 70% людей обитает в искусственной среде. Естественные системы сохранились, например, в России и Канаде на 65%, в Китае на 29%, а в Японии, увы, 0%. Создавая техносферу, люди стремились к повышению комфортности среды обитания, и это способствовало повышению продолжительности жизни, росту численности населения. Однако пришло время, когда техносфера стала негативно действовать на человека. В современном мире опасностей становится все больше и больше. Растет загрязнение окружающей среды, повсеместно происходят военные конфликты, аварии, катастрофы, растет заболеваемость сердечно-сосудистой системы, увеличивается число инфекционных и онкологических болезней.

Так, в России ежегодно погибает на производстве 7-10 тыс. чел., 180 тыс.чел. умирает от воздействия вредных факторов, 200 тыс. чел. получают тяжелые травмы. Экономические потери от утраты здоровья в связи с производственной деятельностью составляют более 500 млрд. р. в год. Потери от стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций оцениваются приблизительно в 200 млрд р. в год. Экологическая безопасность, возможно, дает еще больший ущерб, так как здоровье населения на 20% зависит от загрязнения окружающей среды.

В окружающей природной и производственной среде постоянно присутствуют негативные факторы – опасности, поскольку известно, что всякая деятельность потенциально опасна. Поэтому основная задача-обеспечить требуемый уровень безопасности жизнедеятельности человека путем управления техносферной безопасностью.

Управление – это целенаправленное воздействие на объекты, обеспечивающее достижение заданной цели. Процесс управления замкнутый, в нем участвуют орган управления и объект управления, между которыми установлены определенные связи.

В основе управления лежит цель, т.е. то состояние, которое необходимо обеспечить.

Управление техносферной безопасностью (УТБ) – это процесс обеспечения минимальных уровней воздействия на человека опасностей в техносфере.

Главная цель – обеспечение безопасности, сохранение жизни и здоровья человека в техносфере. Достижение цели обеспечивается реализацией трех направлений (основных целей), определяемых видом среды обитания и деятельности человека. Главная цель - вершина «дерева» целей, а ветви «дерева» - цели низшего порядка. «Дерево» целей управления техносферной безопасностью представлено на рис. 2.1.

Рис. 2.1. «Дерево» целей УТБ

Каждая основная цель представляет собой целевую подсистему системы управления, которая разбивается на большое число частных целей. Детализация целей позволяет представить весь круг решаемых вопросов, определить исполнителей, информационные и управленческие связи, правильно реализовать функции управления.

В свою очередь каждую частную цель можно детализировать на цели низшего уровня. Например, цель «защита от опасных и вредных производственных факторов» разбивается на подцели: нормализация состава воздуха рабочей зоны; нормализация микроклимата; нормализация освещения; нормализация шума и вибраций; нормализация электромагнитных излучений и т.д.

Однако чрезмерная детализация целей может привести к увеличению объема информационных и управленческих связей, что усложняет систему управления. Разделение проблемы управления техносферной безопасностью на отдельные цели управления достаточно условно. Каждая цель не является обособленной, а решается совместно с другими, т.е. комплексно. Так, обеспечение экологической безопасности включает цели снижения загрязнения атмосферы, гидросферы, почвы, рационального использования природных ресурсов и др. Это обусловливает необходимость применения системного комплексного подхода к управлению техносферной безопасностью.

Четкая постановка целей и задач, разработка плановых заданий обеспечивает целевое управление техносферной безопасностью. Если конкретные цели и планы работы в сфере безопасности не определены, то управление фактически исчезает. Остается только текущее регулирование и ликвидация нарушений для поддержания безопасности на прежнем уровне. При этом эффективность управления безопасностью в техносфере значительно снижается.

Для нормального функционирования системы УТБ требуется:

- собрать информацию о состоянии объекта;
- передать ее в место переработки;
- переработать информацию и выработать команды управления;
- реализовать команды, т.е. передать исполнительным органам информацию, содержащую команды;
- осуществить соответствующее действие и контроль.

Это основные функции управления. При этом важное значение имеет объективность информации и наличие обратных связей. Согласно принципу обратной связи, успешное управление будет осуществляться только в том случае, если управляющий орган получает объективную информацию о полученном эффекте, достижении или недостижении цели.

Полностью исключить опасности невозможно. Всегда имеет место какой-то остаточный риск. Основная задача свести этот риск до минимума, до приемлемых значений, т.е. научиться управлять рисками. Кроме производственных опасностей, в процессе жизнедеятельности человека существуют опасности и в других сферах. Это различные природные (экологические опасности) и опасности, связанные с

различными техносферными авариями и катастрофами (чрезвычайными ситуациями).

На сегодняшний день можно выделить следующие способы управления рисками: [1]

- организационные;
- технические;
- технологические;
- экономические;
- рыночные;
- командно - административные;
- информационные;
- интеллектуальные;
- комбинированные.

Сущность управления риском заключается в деятельности различного уровня органов управления, действующих на основе современных научных достижений в области риска, обеспечивающих информационно-аналитическую поддержку принятия решений. Управление риском есть процесс идентификации, оценки, отбора и реализации совокупности действий и мероприятий, направленных на снижение величины риска возникновения ЧС, причинение вреда здоровью человека и окружающей среде.

Цель управления риском - поиск и принятие научно-обоснованных, экономически эффективных, интегрированных мер, призванных снизить, предотвратить или минимизировать риск с учетом социальных, культурных, этических, национальных, политических и правовых особенностей. Задача управления риском, определяемая как процесс, требует выявления отдельных частей (элементов) всей схемы управления.

Важным этапом такой работы является определение числа основных элементов общей схемы, их функционального назначения, связей между ними как прямых, так и обратных и способов их построения. Стратегическая цель управления риском - стремление к повышению уровня благосостояния общества (максимизация материальных и духовных благ) при обязательном выполнении следующего условия: никакая практическая деятельность, направленная на реализацию цели, не может быть оправдана, если выгода от нее для общества в целом не превышает вызываемого ею ущерба (оправданность практической деятельности). Иначе говоря, основным принципом в теории управления рисками является принцип оптимизации соотношений выгоды и ущерба. Эти положения требуют введения понятий «чрезмерный уровень риска»

(ЧР), и «допустимый уровень риска» (ДР), которые в последнее время получили широкое распространение в повседневной деятельности по обеспечению безопасности. Большое практическое значение имеет понятие допустимого риска. Установление конкретного численного значения ДР - это в первую очередь социальная проблема, решение которой входит в компетенцию различных наук. Допустимый риск сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями его достижения. Принятое конкретное значение для ДР как обязательное условие должно соответствовать социальным требованиям и в тоже время обеспечивать жизнеспособность дальнейшего развития экономики рассматриваемой социально - экономической системы.

В цикле управления риском выделяют две основные фазы: оценка риска и управление риском. Любая оценка риска начинается с идентификации опасностей, определения проблемы и оценки риска по схеме «доза - ответ», которая является характеристикой взаимосвязи между степенью воздействия опасности и вероятностью негативных последствий.

Вторая фаза представляет собой собственно управление риском. Она делится на принятие решения о внедрении, осуществление мониторинга и организацию наблюдения за состоянием системы. Управление риском решает две основные задачи:

- анализ величины риска и принятие решений, направленных на ее снижение до пределов, соответствующих уровню ДР;
- анализ цены риска и реализации методов ее снижения.

Оценка риска и управления рисками сводится к определению вероятности возникновения нежелательного события и размеров потенциального ущерба. Возможны следующие сценарии управления риском:

- упразднение;
- предотвращение потерь и контроль;
- страхование;
- поглощение.

Упразднение исключает какую-либо деятельность в зоне риска. Метод абсолютно надежный, но его повсеместное применение означает полное сворачивание деятельности.

Предотвращение потерь и контроль означает проведение превентивных мероприятий, исключающих или уменьшающих риск возникновения нежелательного феномена или процесса.

Страхование является распределением возможных потерь среди

большой группы физических и юридических лиц, подвергающихся однотипному риску.

Поглощение предполагает признание риска без распределения его посредством страхования. Управленческое решение о поглощении может быть принято по двум причинам:

- не могут быть использованы другие методы управления риском (для рисков, вероятность которых достаточно мала);
- при самостраховании.

Алгоритм стратегии управления риском основан на логических операциях выбора направления действий в зависимости от выполнения критериев приемлемости величины и цены экологического риска.

Настоящее учебное пособие направлено на управление экологической безопасностью.

2.2. Управление техносферной безопасностью

2.2.1.Понятие и классификация риска

Риск - вероятная мера возникновения техногенных или природных явлений, сопровождающихся возникновением, формированием и действием опасностей и нанесенного при этом социального, экономического, экологического и других видов ущерба и вреда. По сути, риск является количественной мерой опасности, позволяющей определить частоту или вероятность нежелательных событий, или размер возможного ущерба, или комбинацию этих величин.

В зависимости от объекта риска и вида нежелательных событий различают индивидуальный, технический, экологический, социальный и экономический риск [2].

Индивидуальный риск (Rи) определяет вероятность возникновения различных опасностей для каждого человека за определенный период (год):

$$R_{и} = n / N, \qquad (2.1)$$

где n - количество пострадавших людей; N - количество людей, подверженных опасности.

Технический риск ($R_т$) выражает вероятность аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации технологических процессов:

$$R_т = \text{A} / \text{T}, \qquad (2.2)$$

где А - число аварий за определенный период; Т - число идентичных технических систем и объектов.

Экологический риск ($R_э$) определяет вероятность экологического бедствия, катастрофы в результате антропогенного вмешательства в природную среду:

$$R_э = \frac{Э_Б}{N_э}\ , \qquad (2.3)$$

где $Э_Б$ - число антропогенных экологических катастроф в определенный период; $N_э$ - количество потенциальных источников экологических разрушений на рассматриваемой территории.

Наиболее распространенными факторами экологического риска являются: разрушение ландшафта при добыче полезных ископаемых; образование искусственных водоемов; интенсивная мелиорация, вырубка лесов; загрязнения водоемов, атмосферного воздуха вредными веществами, почвы - отходами производства; энергетические загрязнения (радиационные аварии); природные явления – землетрясения, ураганы, пожары, засуха.

Социальный риск ($R_с$) характеризует масштабы и тяжесть негативных последствий чрезвычайных ситуаций для группы людей:

$$R_с = \frac{1000(C_2 - C_1)}{L}, \qquad (2.4)$$

где C_1 - число умерших в единицу времени (смертность) до начала развития ЧС в исследуемой группе людей; C_2 - смертность в той же группе после затухания ЧС; L - общая численность исследуемой группы.

Наиболее распространенными факторами социального риска являются: затопления, оползни, сели, извержение вулканов, аварии на АЭС, ХОО, транспортные катастрофы, боевые действия, эпидемии и т.п.

Экономический риск ($R_{эк}$) определяется соотношением пользы и вреда, получаемых в результате рассматриваемого вида деятельности:

$$R_{эк} = \frac{В}{П}100\%\ , \qquad (2.5)$$

где В - вред обществу от рассматриваемого вида деятельности (тыс. р.); П - польза, тыс.р.

В общем виде $В = З_б + У$, где $З_б$ - затраты на достижение данного уровня безопасности; У - ущерб, обусловленный недостаточной защищенностью человека и среды обитания от опасностей.

Чистая польза, т.е. сумма всех выгод, получаемых от рассматриваемого вида деятельности

$$П = Д - З_б - В > 0 \ \text{ или } \ П = Д - З_п - У > 0,$$

где Д - общей доход, получаемый от рассматриваемого вида деятельности; $З_п$ - основные производственные затраты.

Использование рассматриваемых видов риска позволяют управлять безопасностью производственной деятельностью с учетом приемлемого риска. Приемлемый риск представляет величину опасности принимаемой обществом с учетом технических, экологических и экономических возможностей.

2.2.2. Анализ и оценка риска

Анализ риска - это процесс идентификации опасностей и оценки риска для отдельных лиц, групп населения, объектов и окружающей природной среды. В общем виде это выявление опасностей и оценка возможных последствий (любая опасность становится менее страшной, если мы знаем ее причины и можем заранее принять меры по их устранению). При этом анализ риска позволяет получить ответы ни три вопроса:

- что плохого может произойти?;
- как часто это может произойти?;
- какие могут быть последствия?

Анализ риска включает планирование и организацию работы, что позволяет выявить необходимость анализа риска, определить цель и объект риска. Основным этапом анализа риска является идентификация опасностей. Он включает описание всех опасностей для анализируемого объекта. Затем проводится оценка риска и определение вероятности и ущерба от аварии. Заключительным этапом анализа риска является разработка рекомендаций по его снижению.

Для оценки риска применяются количественные и качественные методы. [3]. Количественные методы основаны на статистике аварий, отказов оборудования и заключаются в расчете вероятности нежелательных событий. Расчет вероятности отказов и аварий производится с помощью «деревьев отказов» и «деревьев событий», позволяющих оценить частоту нежелательных событий за определенный период, а также вероятность возможных последствий.

К качественным методом оценки риска относятся методы «Проверочного листа» и «Что будет, если», которые основаны на изучении соответствия условий эксплуатации объекта требованиям промышленной безопасности.

Метод анализа вида и последствий отказов (АВПО) применяется для качественного анализа опасности технических систем. При этом рассматривается каждый аппарат установки, как он стал неисправным и к каким последствиям это приведет. Результаты анализа представляются в

виде таблиц с перечнем оборудования, видом и причинами возможных отказов, частотой, последствиями, критичностью, средствами обнаружения неисправности (приборами контроля) и рекомендациями по уменьшению опасности.

Для оценки тяжести последствий и вероятности отказов используется матрица (табл. 2.1).

Катастрофический отказ (А) приводит к смерти людей, существенному ущербу имуществу, наносит невосполнимый ущерб окружающей среде. При этом необходим количественный анализ риска и особые меры безопасности.

Критический (В) и некритический (С) отказы угрожает жизни людей и могут привести к существенному ущербу имуществу и окружающей среде. Для обеспечения безопасности желателен количественный анализ риска и принятие определенных мероприятий.

Критерий отказа (Д) означает отказ с пренебрежительно малыми последствиями и не требует дополнительных мер безопасности.

Таблица 2.1

Матрица «Вероятность-тяжесть последствий»

Частота возникновения отказа 1/год		**Тяжесть последствий отказов**			
		Катастро-фический отказ	**Критичес-кий отказ**	**Некрити-ческий отказ**	**Отказ с пренебрежи-мо малыми послед-ствиями**
Частый	>1	A	A	A	C
Вероятный	$1 – 10^{-2}$	A	A	B	C
Возможный	$10^{-2} – 10^{-4}$	A	B	B	C
Редкий	$10^{-4} – 10^{-6}$	A	B	C	Д
Практически невероятный	$<10^{-6}$	B	C	C	Д

В методе «Анализ опасности и работоспособности» (АОР) исследуется влияние отклонений технологических параметров (температуры, давления и пр.) от регламентных режимов с точки зрения возможности возникновения опасности. Метод по сложности и качеству результатов соответствует уровню АВПО.

В процессе анализа для каждой составляющей опасного производственного объекта или технологического блока определяются

возможные отклонения, причины и указания по их недопущению. При характеристике отклонения используются ключевые слова: НЕТ, БОЛЬШЕ, МЕНЬШЕ, ТАКЖЕ КАК, ДРУГОЙ, ИНАЧЕ ЧЕМ, ОБРАТНЫЙ и т.п. Применение ключевых слов помогает исполнителям выявить все возможные отклонения. Конкретное сочетание этих слов с технологическими параметрами определяется спецификой производства.

Примерное содержание ключевых слов следующее:

- НЕТ - отсутствие прямой подачи вещества, когда она должна быть;
- БОЛЬШЕ (МЕНЬШЕ) - увеличение (уменьшение) значений режимных переменных по сравнению с заданными параметрами (температуры, давления, расхода);
- ТАКЖЕ КАК - появление дополнительных компонентов (воздух, вода, примеси);
- ДРУГОЙ - состояние, отличающиеся от обычной работы (пуск, остановка, повышение производительности и т.д.);
- ИНАЧЕ ЧЕМ - полное изменение процесса, непредвиденное событие, разрушение, разгерметизация оборудования;
- ОБРАТНЫЙ - логическая противоположность замыслу, появление обратного потока вещества.

Результаты анализа представляются на специальных технологических листах (таблицах). Степень опасности отклонений может быть определена количественно путем оценки вероятности и тяжести последствий рассматриваемой ситуации по критериям критичности аналогично методу АВПО.

В табл. 2.2 представлен пример результатов анализа опасности и работоспособности цеха холодильно-компрессорных установок, а также экспертные балльные оценки вероятности возникновения рассматриваемого отклонения В, тяжести последствий Т и показателя критичности К=В+Т. Показатели В и Т определяются по четырех-балльной шкале (балл 4 соответствует максимальной опасности).

Отметим, что метод АОР, как АВПО, кроме идентификации опасностей и их ранжирования, позволяет выявить неясности и неточности в инструкциях по безопасности и способствует их дальнейшему совершенствованию. Недостатки методов связаны с затрудненностью их применения для анализа комбинаций событий, приводящих к аварии.

Таблица 2.2

Перечень отклонений при применении метода изучения опасности и работоспособности компрессорного узла цеха холодильно-компрессорных установок

Ключевое слово	Отклонение	Причины	Последствия	Рекомендации
Меньше	Нет потока вещества	Разрыв трубопровода	Выброс аммиака	Установить систему аварийной сигнализации
		Отказ в системе электропитания	Опасности нет	Повысить надежность системы резервирования
Больше	Повышение давления - нагнетания компрессора	Закрыт нагнетательный вентиль	Разрушение компрессора с выбросом аммиака	Заменить реле давления, предо-хранительный и обратные клапаны
		Отсутствует или недостаточная подача воды на конденсатор	Разрушение компрессора с выбросом аммиака	
		Наличие большого количества воздуха в конденсаторе	Образование взрывоопасной смеси	
	Повышение температуры нагнетатель-ного компрессора	Нет протока воды через охлажда-емую рубашку компрессора	Разрушение компрессора с выбросом аммиака	Установить реле температуры на компрессорах ВД и НД
		Чрезмерный перегрев паров аммиака на всасывании	Разрушение компрессора с выбросом аммиака	
Меньше	Понижение давления всасывания	Повышенная производитель-ность компресс-сора	Опасности нет	Проверить реле давления

Практика показывает, что крупные аварии, как правило, характеризуются комбинацией случайных событий, возникающих с различной частотой на разных стадиях появления и развития аварии (отказы оборудования, ошибки человека, нерасчетные внешние воздействия, разрушение, выброс, пролив вещества, рассеяние веществ, воспламенение, взрыв, интоксикация и т.д.). Для выявления причинно-

следственных связей между этими событиями используют логико-графические методы анализа «деревьев отказов» и «деревьев событий».

При анализе «деревьев отказов» (АДО) выявляются комбинации отказов (неполадок) оборудования, инцидентов, ошибок персонала и нерасчетных внешних (техногенных, природных) воздействий, приводящих к головному событию (аварийной ситуации). Метод используется для анализа возможных причин возникновения аварийной ситуации и расчета ее частоты (на основе знания частот исходных событий). При анализе «дерева отказа» (аварии) рекомендуется определять минимальное сочетание событий, определяющие возникновение или невозможность аварии, минимальное пропускное и отсечное сочетания.

Анализ «дерева событий» (АДС) - алгоритм построения последовательности событий, исходящих из основного события (аварийной ситуации). Используется для анализа развития аварийной ситуации. Частота каждого сценария развития аварийной ситуации рассчитывается путем умножения частоты основного события на условную вероятность конечного события (например, аварии с разгерметизацией оборудования с горючим веществом в зависимости от условий могут развиваться как с воспламенением вещества, так и без него).

Методы количественного анализа риска, как правило, характеризуются расчетом нескольких показателей риска и могут включать один или несколько указанных методов. Проведение количественного анализа требует высокой квалификации исполнителей, большого объема информации по аварийности, надежности оборудования, проведения экспертных работ, учета особенностей окружающей местности, метеоусловий, времени пребывания людей в опасных зонах и других факторов.

Количественный анализ риска позволяет оценивать и сравнивать различные опасности по единым показателям и наиболее эффективен:

- на стадии проектирования и размещения опасного производственного объекта;
- при обосновании и оптимизации мер безопасности;
- оценке опасности крупных аварий на опасных производственных объектах, имеющих однотипные технические устройства;
- комплексной оценке опасностей аварий для людей, имущества и окружающей природной среды.

Рекомендации по выбору методов анализа риска для различных видов деятельности и этапов функционирования опасного производственного объекта представлены в табл. 2.3.

Методы могут применяться изолированно или в дополнение друг к другу, причем методы качественного анализа могут включать количественные критерии риска (в основном по экспертным оценкам с использованием, например, матрицы «вероятность - тяжесть последствий» ранжирования опасности). По возможности полный количественный анализа риска должен использовать результаты качественного анализа опасностей.

Таблица 2.3

Рекомендации по выбору методов анализа риска

Метод	**Вид деятельности**				
	Размещение (предпроект-ные работы)	**Проекти-рование**	**Ввод/ вывод из эксплуа-тации**	**Эксплуа-тация**	**Реконструк-ция**
Анализ «Что будет, если...»	0	+	++	++	+
Метод провероч-ного листа	0	+	+	++	+
Анализ опаснос-ти и работо-способности	0	++	+	+	++
Анализ видов и последствий отказов	0	++	+	+	++
Анализ «деревьев отказов» и событий	0	++	+	+	++
Количественный анализ риска	++	++	0	+	++

Примечание: 0 – наименее подходящий метод анализа; + – рекомендуемый метод; ++ – наиболее подходящий метод.

2.2.3. Анализ «деревьев-событий»

Оценка риска включает:

- определение частот возникновения инициирующих всех нежелательных событий;
- оценку последствий возникновения нежелательных событий;
- обобщение оценок риска.

Для определения частоты нежелательных событий рекомендуется использовать:

- статистические данные по аварийности и надежности технологической системы, соответствующие специфике опасного производственного объекта или виду деятельности;
- логические методы анализа «деревьев событий», «деревьев отказов»;
- экспертные оценки путем учета мнения специалистов в данной области [1].

Разработка рекомендаций по уменьшению риска является заключительным этапом анализа риска. В рекомендациях представляются обоснованные меры по уменьшению риска, основанные на результатах его оценок. Меры по уменьшению риска (барьеры безопасности) могут иметь технический и (или) организационный характер. При выборе барьеров безопасности решающее значение имеет общая оценка действенности и надежности мер, оказывающих влияние на риск, а также размер затрат на их реализацию.

Рассмотрим основные этапы проведения оценки риска на примере технологической установки получения автомобильных бензинов и очищенного топлива [4].

Вероятность реализации аварийной ситуации в технологической установке определяется по выражению

$$\lambda_{A_i} = 1 - (1 - \lambda_i)^{n_i}, \qquad (2.6)$$

где λ_{A_i} - вероятность аварии хотя бы на одном из n рассматриваемых элементов оборудования i-го вида; λ_i - вероятность аварии за год для рассматриваемого элемента. Вероятности реализации исходных аварийных ситуаций за год (частота исходного события) в технологической установке приведены в табл. 2.4.

При анализе «деревьев отказов» (АДО) выявляются комбинации отказов (неполадок) оборудования, инцидентов, ошибок персонала и нерасчетных внешних (техногенных, природных) воздействий, приводящих к головному событию (аварийной ситуации).

Оценка риска аварии на технологической установке определяется путем анализа и расчета вероятности головного события с помощью «дерева отказов» с учетом литературно-справочных данных об отказах оборудования и системы ПАЗ [4]. «Дерево отказов», приведших к аварии в технологической установке, показано на рис. 2.2.

Структура «дерева отказа» включает одно головное событие (авария, инцидент), которое соединяется с набором соответствующих нижестоящих событий (ошибок, отказов, неблагоприятных внешних воздействий), образующих причинные цепи (сценарии аварий).

Для связи между событиями в узлах деревьев используются логические символы И и ИЛИ.

Таблица 2.4

Вероятности реализации исходных аварийных ситуаций

№ отказа технологической установки	Наименование аварийной ситуации	Вероятность реализации аварийной ситуации, 1/год *
1	Разгерметизация трубопроводов, сальниковых уплотнений, арматуры, фланцевых соединений	0,0073
2	Разгерметизация насосов	0,0002
3	Разгерметизация емкости	0,0012 **
4	Отказ системы ПАЗ	0,0002
5	Оператор не заметил световой индикации о неисправности САВД (ошибка оператора)	0,005
6	Оператор не услышал звуковой сигнализации об отказе САВД (ошибка оператора)	0,001

* Вероятность реализации рассматриваемой исходной аварийной ситуации в течение года хотя бы на одном из *n* рассматриваемых элементов оборудования *i* - го вида.

** Вероятность разгерметизации оборудования с учетом отказа системы противоаварийной защиты (ПАЗ).

Логический символ И означает, что вышестоящее событие возникает при одновременном наступлении нижестоящих событий (соответствует перемножению их вероятностей для оценки вероятности вышестоящего события). Символ ИЛИ означает, что вышестоящее событие может произойти вследствие возникновения одного из нижестоящих событий. «Дерево отказов», представленное на рис. 2.2, имеет промежуточные события (прямоугольники), наименования и нумерация которых приведены в табл. 2.4. Количественный анализ «дерева – отказов» позволяет определить вероятности событий, вызвавших аварию. Для этого необходимо разделение «дерева – отказов» по ветвям и выделение из них событий, соединенных условиями И и ИЛИ.

При расчетах вероятности события, соединенные символом И перемножаются, а события, соединенные символом ИЛИ, находятся по формуле

$$P = 1-(1-P_1)(1-P_2)\cdots(1-P_n) = 1-\prod_{i=1}^{n}(1-P_i)\,. \qquad (2.7)$$

В случае аварии на технологической установке получения бензинов и очищенного топлива для рассматриваемого примера вероятность головного события (P_o) определяется по выражению

$P_o = 1-(1-P_1)(1-P_2)(1-P_3)(1-P_4)(1-P_5\cdot P_6) = 1-(1-0{,}0073)\cdot(1-0{,}0002)\text{x}$
$\text{x}(1-0{,}0012)\cdot(1-0{,}0002)\cdot(1-0{,}005\cdot 0{,}001) = 0{,}0089 = 8{,}9\cdot 10^{-3}$.

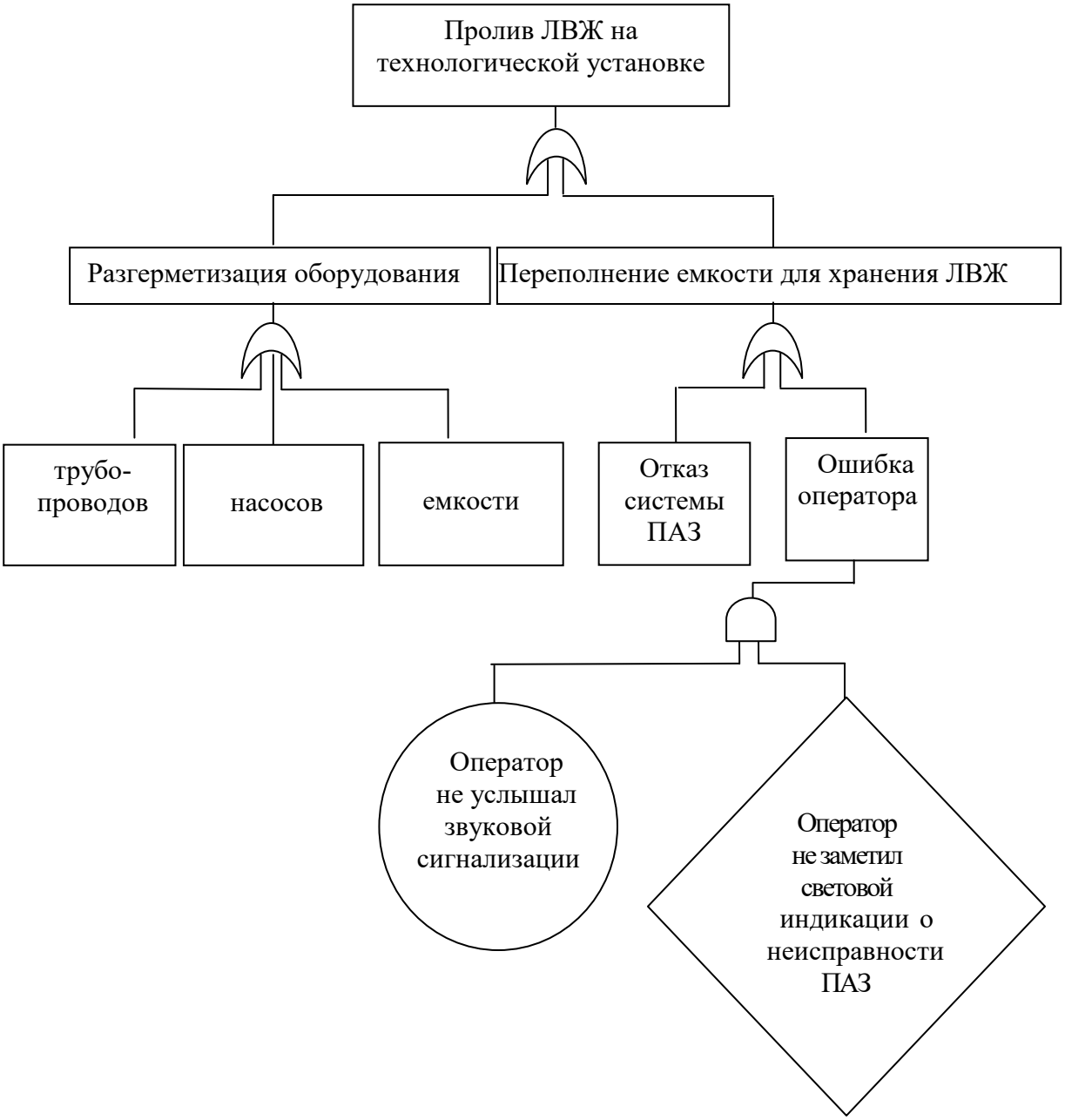
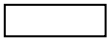


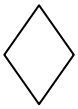
Рис. 2.2. «Дерево отказов» на технологической установке:

- логический элемент ИЛИ - отказ произойдет, если любое событие на входе истинно;

- логический элемент И - отказ произойдет, если все события на входе истинны;

 - событие подлежит дальнейшему анализу;

- базовое событие - дальнейший анализ нецелесообразен;

 - событие дальше не анализируют.

Количественная оценка риска может быть использована для обоснования страховых тарифов при страховании ответственности за ущерб окружающей среде от аварий и выработке рекомендаций по снижению риска для разработки мер безопасности.

Последствия развития аварийной ситуации и их вероятность в технологической установке для возможных сценариев развития аварийных ситуаций, определяются с использованием метода анализа «дерева событий» (АДС).

Анализ «дерева событий» - алгоритм построения последовательности событий, исходящих из головного события (аварийной ситуации), который используется для анализа развития аварийной ситуации. Частота каждого сценария развития аварийной ситуации рассчитывается умножением частоты головного события на условную вероятность конечного события (например, аварии с разгерметизацией оборудования с горючим веществом в зависимости от условий могут развиваться как с воспламенением вещества, так и без него).

Пример «дерева – событий» для количественного анализа различных сценариев аварий на установке получения бензинов и очищенного топлива представлен на рис. 2.3. Цифры рядом с наименованием события показывают условную вероятность его возникновения. При этом вероятность возникновения инициирующего события (пролив ЛВЖ) принята равной 1.

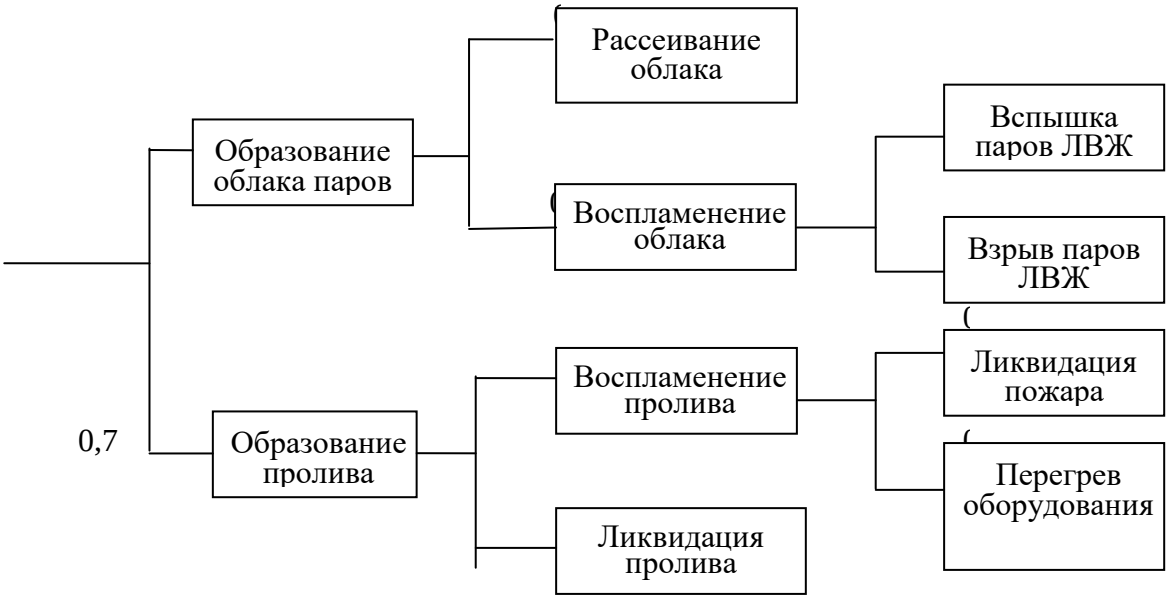


Рис. 2.3. «Дерево событий» аварии на технологической установке:
P_0=1 – условная вероятность головного события (пролив ЛВЖ)

Каждая ветвь дерева представляет собой вероятность того, что все события на этом пути произойдут. Поэтому вероятность результата вычисляют как произведение отдельных условных вероятностей и вероятности начального события.

Для рассматриваемого примера:

вспышка паров ЛВЖ произойдет с вероятностью $P_7 = P_0 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}5 = 0{,}0089 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}5 = 0{,}0001335$; взрыв паров ЛВЖ $P_8 = 0{,}0089 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}5 = 0{,}0001335$; ликвидация пожара $P_9 = 0{,}0089 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}7 = 0{,}0017$; перегрев оборудования $P_{10} = 0{,}0089 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}3 = 0{,}00075$.

Таким образом, вероятность пожара на технологической установке получения бензинов и очищенного топлива в результате аварии и пролива ЛВЖ составляет $1{,}3 \cdot 10^{-4}$, что превышает значение приемлемого пожарного риска согласно ФЗ - 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Для снижения риска необходимо разработать организационные и технические мероприятия по предупреждению аварий на технологической установке при эксплуатации и обслуживании оборудования.

Контрольные вопросы

1. Дайте определения понятий: техносфера, техносферные опасности, техносферная безопасность.
2. Перечислите цели управления техносферной безопасностью.
3. Назовите способы управления рисками.
4. Какие риски применяются для оценки нежелательных событий?
5. Методы качественной оценки риска.
6. Способы количественной оценки риска.
7. Как оценивается величина риска с помощью «дерева отказов»?
8. Что показывает анализ риска с помощью «дерева событий»?

3. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Под ***экологической безопасностью*** понимают предотвращение существующей угрозы значительного ухудшения экологических параметров среды обитания людей и биосферы в целом, состоянию атмосферы, видовому составу животного и растительного мира, а также опасности истощения невозобновляемых природных ресурсов в результате различных видов деятельности человека. Согласно Конституции РФ, каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Иными словами, экологическая безопасность – это защита от экологической опасности. Эти два понятия всегда рассматривают вместе.

Экологическая опасность - возможность разрушения (полного или частичного) среды обитания человека, растений и животных в результате неконтролируемого развития экономики, отставания технологий, естественных катастроф и антропогенных аварий, в следствии чего нарушается приспособление живых систем к условиям существования. Экологическая опасность возрастает с развитием современного технологического кризиса. Техногенные загрязнения губительно действуют на организм человека и окружающую природную среду.

Глобальные экологические проблемы, связанные с изменением климата, потерей биологического разнообразия, возрастанием экологического ущерба от стихийных бедствий и техногенных катастроф, загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, а также морской среды, затрагивают интересы Российской Федерации и ее граждан.

В 40 субъектах РФ более 54 % городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения атмосферного воздуха. Объем сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты без очистки или недостаточно очищенных, остается высоким. Практически во всех регионах сохраняется тенденция к ухудшению состояния почв и земель. Интенсивно развиваются процессы, ведущие к потере плодородия сельскохозяйственных угодий и выводу их из хозяйственного оборота. Опустыниванием в той или иной мере охвачены 27 субъектов РФ на площади более 100 млн гектаров. Количество отходов, которые не вовлекаются во вторичный хозяйственный оборот, а направляются на размещение, возрастает. При этом условия хранения и захоронения отходов не соответствуют требованиям экологической безопасности.

3.1. Стратегические цели и принципы государственной экологической политики

Современный экологический кризис ставит под угрозу возможность устойчивого развития человеческой цивилизации. Дальнейшая деградация природных систем ведет к дестабилизации биосферы, утрате ее целостности и способности поддерживать качества окружающей среды, необходимые для жизни. Преодоление кризиса возможно только на основе формирования нового типа взаимоотношений человека и природы, исключающих возможность разрушения и деградации природной среды.

Устойчивое развитие Российской Федерации, высокое качество жизни и здоровья ее населения, а также национальная безопасность могут быть обеспечены только при условии сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды. Для этого необходимо формировать и последовательно реализовывать единую государственную политику в области экологии, направленную на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Сохранение и восстановление природных систем должно быть одним из приоритетных направлений деятельности государства и общества.

Россия играет ключевую роль в поддержании глобальных функций биосферы, так как на ее обширных территориях, занятых различными природными экосистемами, представлена значительная часть биоразнообразия Земли. Масштабы природно-ресурсного, интеллектуального и экономического потенциала РФ обусловливают важную роль страны в решении глобальных и региональных экологических проблем.

К числу основных факторов деградации природной среды РФ относятся:

- преобладание ресурсодобывающих и ресурсоемких секторов в структуре экономики, что приводит к быстрому истощению природных ресурсов и деградации природной среды;
- низкая эффективность механизмов природопользования и охраны окружающей среды, включая отсутствие рентных платежей за пользование природными ресурсами;
- резкое ослабление управленческих, прежде всего контрольных, функций государства в области природопользования и охраны окружающей среды;
- высокая доля теневой экономики в использовании природных ресурсов;
- низкий технологический и организационный уровень экономики, высокая степень изношенности основных фондов;
- последствия экономического кризиса и невысокий уровень жизни населения;

- низкий уровень экологического сознания и экологической культуры населения страны.

Экологическая доктрина Российской Федерации определяет цели, направления, задачи и принципы проведения в Российской Федерации единой государственной политики в области экологии на долгосрочный период.

Сохранение природы и улучшение окружающей среды являются приоритетными направлениями деятельности государства и общества. Природная среда должна быть включена в систему социально - экономических отношений как ценнейший компонент национального достояния. Формирование и реализация стратегии социально - экономического развития страны и государственная политика в области экологии должны быть взаимоувязаны, поскольку здоровье, социальное и экологическое благополучие населения находятся в неразрывном единстве.

Стратегической целью государственной политики в области экологии является сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций для устойчивого развития общества, повышения качества жизни, улучшения здоровья населения и демографической ситуации, обеспечения экологической безопасности страны.

Для этого необходимы:

- сохранение и восстановление природных систем, их биологического разнообразия и способности к саморегуляции как важнейшего условия существования человеческого общества;
- природные ресурсы ныне живущих и будущих поколений людей;
- обеспечение благоприятного состояния окружающей среды как условия улучшения качества жизни и здоровья населения.

Государственная политика в области экологии базируется на следующих **основных принципах**:

- устойчивое развитие, предусматривающее равное внимание к его экономической, социальной и экологической составляющим, и признание невозможности развития человеческого общества при деградации природы;
- приоритетность для общества жизнеобеспечивающих функций биосферы по отношению к прямому использованию ее ресурсов;
- справедливое распределение доходов от использования природных ресурсов и доступа к ним;
- предотвращение негативных экологических последствий в результате хозяйственной деятельности, учет отдаленных экологических

последствий;

- отказ от хозяйственных и иных проектов, связанных с воздействием на природные системы, если их последствия непредсказуемы для окружающей среды;
- природопользование на платной основе и возмещение населению и окружающей среде ущерба, наносимого в результате нарушения законодательства об охране окружающей среды;
- открытость экологической информации;
- участие гражданского общества, органов самоуправления и деловых кругов в подготовке, обсуждении, принятии и реализации решений в области охраны окружающей среды и рационального природопользования.

3.2. Направления и задачи государственной экологической политики

3.2.1. Обеспечение устойчивого природопользования

Основными задачами в указанной сфере являются неистощительное использование возобновляемых и рациональное использование невозобновляемых природных ресурсов.

Для этого необходимы:

- внедрение комплексного природопользования, его ориентация на цели устойчивого развития РФ, включая экологически обоснованные методы использования земельных, водных, лесных, минеральных и других ресурсов;
- сокращение в структуре национальной экономики доли предприятий, эксплуатирующих природные ресурсы; развитие наукоемких природосберегающих высокотехнологичных производств;
- сохранение разнообразия используемых биологических ресурсов, их внутренней структуры и способности к саморегуляции и самовоспроизводству;
- максимально полное использование извлеченных полезных ископаемых и добытых биологических ресурсов, минимизация отходов при их добыче и переработке;
- минимизация ущерба, наносимого природной среде при разведке и добыче полезных ископаемых; рекультивация земель, нарушенных в результате разработки месторождений полезных ископаемых;
- внедрение систем обустройства сельскохозяйственных земель и ведения сельского хозяйства, адаптированных к природным ландшафтам, развитие экологически чистых сельскохозяйственных технологий,

сохранение и восстановление естественного плодородия почв на землях сельскохозяйственного назначения;

- поддержание традиционной экологически сбалансированной хозяйственной деятельности;
- предотвращение и пресечение всех видов нелегального использования природных ресурсов, в том числе браконьерства, и их незаконного оборота.

3.2.2. Снижение загрязнения окружающей среды и ресурсосбережение

Основной задачей в указанных сферах является снижение загрязнения окружающей среды выбросами, сбросами и отходами, а также удельной энерго- и ресурсоемкости продукции и услуг.

Для этого необходимы:

- внедрение ресурсосберегающих и безотходных технологий во всех сферах хозяйственной деятельности;
- технологическое перевооружение и постепенный вывод из эксплуатации предприятий с устаревшим оборудованием;
- оснащение предприятий современным природоохранным оборудованием;
- обеспечение качества воды, почвы и атмосферного воздуха в соответствии с нормативными требованиями;
- сокращение удельного водопотребления в производстве и жилищно - коммунальном хозяйстве;
- поддержка экологически эффективного производства энергии, включая использование возобновляемых источников и вторичного сырья;
- развитие систем использования вторичных ресурсов, в том числе переработки отходов;
- снижение потерь энергии и сырья при транспортировке, в том числе за счет экологически обоснованной децентрализации производства энергии, оптимизации системы энергоснабжения мелких потребителей;
- модернизация и развитие экологически безопасных видов транспорта, транспортных коммуникаций и топлива, в том числе неуглеродного;
- переход к экологически безопасному общественному транспорту - основному виду передвижения в крупных городах;
- развитие экологически безопасных технологий реконструкции жилищно - коммунального комплекса и строительства нового жилья;
- поддержка производства товаров, рассчитанных на максимально длительное использование.

3.2.3. Сохранение и восстановление природной среды

Основные задачи в указанной сфере - сохранение и восстановление ландшафтного и биологического разнообразия, достаточного для поддержания способности природных систем к саморегуляции и компенсации последствий антропогенной деятельности.

Для этого необходимы:

- сохранение и восстановление оптимального для устойчивого развития страны и отдельных регионов комплекса наземных, пресноводных и морских природных систем;
- сохранение и восстановление редких и исчезающих видов живых организмов в естественной среде их обитания, в неволе и генетических банках;
- создание и развитие особо охраняемых природных территорий разного уровня и режима, формирование на их основе, а также на основе других территорий с преобладанием естественных процессов природно - заповедного фонда России в качестве неотъемлемого компонента развития регионов и страны в целом, сохранение уникальных природных комплексов;
- сохранение и восстановление целостности природных систем, в том числе предотвращение их фрагментации в процессе хозяйственной деятельности при создании гидротехнических сооружений, автомобильных и железных дорог, газо- и нефтепроводов, линий электропередачи и других линейных сооружений;
- сохранение и восстановление природного биологического разнообразия и ландшафтов на хозяйственно освоенных и урбанизированных территориях.

3.3. Приоритетные направления деятельности по обеспечению экологической безопасности Российской Федерации

3.3.1. Обеспечение безопасности при осуществлении потенциально опасных видов деятельности и в чрезвычайных ситуациях

Основной задачей в этой области является обеспечение экологической безопасности потенциально опасных видов деятельности, реабилитация территорий и акваторий, пострадавших в результате техногенного воздействия на окружающую среду.

Для этого необходимы:

- осуществление в приоритетном порядке учета интересов и безопасности населения при решении вопросов о потенциально опасных

производствах и видах деятельности;

- обеспечение радиационной и химической безопасности и снижение риска воздействия на здоровье человека и окружающую среду при проектировании, строительстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации промышленных и энергетических объектов (в том числе ядерных установок, включая АЭС, химических, горнодобывающих предприятий и т.п.);
- разработка и реализация мер по снижению и предотвращению экологического ущерба от деятельности Вооруженных Сил РФ, других войск, воинских формирований, в том числе при пусках ракет любого вида;
- обеспечение экологической безопасности при разоружении, в том числе уничтожении ракет и ракетного топлива, запасов и производств химического оружия, а также решение проблемы старого химического оружия;
- снижение производства и использования токсичных и других особо опасных веществ, обеспечение их безопасного хранения; планомерная ликвидация накопителей токсичных отходов;
- обеспечение экологической безопасности при обращении с радиоактивными веществами, радиоактивными отходами и ядерными материалами;
- разработка системы чрезвычайного реагирования и системы оповещения на экологически опасных объектах;
- разработка мер по предупреждению и ликвидации экологических последствий вооруженных конфликтов;
- реабилитация территорий и акваторий, подвергшихся негативному влиянию хозяйственной деятельности, в том числе радиационному и химическому воздействию;
- реабилитация территорий и акваторий, загрязненных в процессе функционирования объектов ракетно - космической и атомной отраслей промышленности, в том числе при производстве, испытании, хранении и уничтожении оружия массового поражения, а также в результате деятельности Вооруженных Сил РФ, других войск и воинских формирований.

3.3.2. Экологические приоритеты в здравоохранении

Основными задачами в указанной области являются улучшение качества жизни, здоровья и увеличение продолжительности жизни населения путем снижения неблагоприятного воздействия экологических

факторов и улучшения экологических показателей окружающей среды.

Для этого необходимы:

- оценка и снижение экологических рисков здоровья населения;
- обеспечение качества воздуха и воды в соответствии с установленным нормами;
- обеспечение населения экологически безопасными продуктами питания, в том числе контроль за ввозом, производством и оборотом продуктов питания и их компонентов, полученных из их генетически измененных форм;
- обеспечение экологической безопасности жилья, одежды, бытовой техники и других предметов домашнего обихода;
- проведение реконструкции населенных пунктов и промышленных зон в целях создания на этой основе благоприятной среды обитания;
- оказание адресной помощи группам населения, проживающим в зонах экологического бедствия или особо уязвимым к неблагоприятным экологическим воздействиям (дети, беременные женщины, кормящие матери и др.);
- приоритетное оказание лечебной помощи и/или предоставление компенсации за утраченное здоровье лицам, пострадавшим от химического, радиационного и других воздействий, связанных с экологически опасной деятельностью, а также их потомкам;
- поэтапное переселение населения из зон экологического бедствия, техногенных и природных катастроф, не поддающихся реабилитации;
- переход хозяйственного комплекса в регионах с экстремальными природно-климатическими условиями на высокоэффективные автоматизированные технологии, применение вахтовой и ротационной систем ведения работ.

3.3.3. Предотвращение и снижение экологических последствий чрезвычайных ситуаций

Основная задача в указанной области - выявление и минимизация экологических рисков для природной среды и здоровья населения, связанных с возникновением ЧС природного и техногенного характера.

Для этого необходимы:

- своевременное прогнозирование и выявление возможных экологических угроз, включая оценку природных и техногенных факторов возникновения возможных ЧС с негативными экологическими последствиями;
- разработка и осуществление мер по снижению ЧС с негативными

экологическими последствиями;

- обучение населения правилам поведения, действиям и способам защиты при ЧС с негативными экологическими последствиями;
- разработка и совершенствование универсальных средств защиты населения и территорий при возникновении ЧС с негативными экологическими последствиями.

3.3.4. Предотвращение терроризма, создающего опасность для окружающей среды

Основной задачей в указанной области является предотвращение террористических актов, вызывающих ухудшение экологической обстановки и деградацию природной среды.

Для этого необходимы:

- предотвращение диверсий и техногенных аварий с негативными последствиями для окружающей среды;
- предотвращение преднамеренного применения химических веществ, вызывающих деградацию природной среды;
- предотвращение умышленных пожаров, вызывающих уничтожение природных и аграрных экосистем, а также предотвращение ввоза и распространения с террористическими целями видов живых организмов, вызывающих нарушения в данных экосистемах.

3.3.5. Контроль за использованием и распространением чужеродных видов и генетически измененных организмов

Основной задачей в этой области является организация контроля за ввозом, использованием и распространением на территории страны чужеродных видов и генетически измененных организмов.

Для этого необходимы:

- обеспечение эффективной работы карантинных служб, предотвращение проникновения и несанкционированного ввоза на территорию страны чужеродных видов и генетически измененных организмов, а также вредителей, переносчиков и возбудителей заболеваний;
- контроль за проведением акклиматизационных работ внутри страны;
- разработка и реализация системы мероприятий по предотвращению неконтролируемого распространения чужеродных видов и генетически измененных организмов в природной среде и ликвидации последствий этих процессов;

- контроль и обеспечение безопасного использования чужеродных видов и генетически измененных организмов в хозяйственном обороте.

3.4. Пути и средства реализации государственной политики в области экологии

3.4.1. Развитие системы государственного управления охраной окружающей среды и природопользованием

Основная задача в указанной сфере - обеспечение эффективного государственного управления охраной окружающей среды и использованием природных ресурсов, соответствующего демократическому устройству и рыночной экономике.

Для этого необходимы:

- развитие государственного регулирования охраны окружающей среды и использования природных ресурсов с учетом различных форм их освоения;
- четкое разграничение полномочий и ответственности между федеральными и региональными органами государственной власти и органами местного самоуправления в области контроля за использованием ресурсов и состоянием окружающей природной среды;
- учет экологических проблем при регулировании отношений собственности на природные ресурсы;
- обеспечение государственного, ведомственного, производственного, муниципального и общественного экологического контроля, а также совершенствование системы лицензирования, сертификации и паспортизации;
- развитие государственного нормирования и контроля качества окружающей среды и установление единых требований к хозяйствующим субъектам;
- совершенствование механизма и усиление роли государственной и общественной экологической экспертизы, включая экспертизу проектов, технологий и государственных программ;
- внедрение стратегической оценки воздействия на окружающую среду и анализа ее состояния в масштабах страны и регионов;
- поддержание в постоянной готовности органов управления, сил и средств реагирования на возникающие экологические угрозы и ЧС;
- создание в секторах промышленности, в которых осуществляется потенциально опасная деятельность, специализированных подразделений, предназначенных для предотвращения и ликвидации негативных

последствий такой деятельности;

- наделение должностных лиц, осуществляющих контроль за соблюдением законодательства в области использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, необходимыми полномочиями, обеспечение им государственной защиты и предоставление социальных гарантий.

3.4.2. Нормативное правовое обеспечение и правоприменение

Основными задачами в указанной сфере являются создание эффективного правового механизма обеспечения сохранения природной среды и экологической безопасности, а также совершенствование правоприменительной практики в целях обеспечения адекватной ответственности за экологические правонарушения и ее неотвратимости.

Для этого необходимы:

- устранение противоречий между природно-ресурсными и природоохранными нормами законодательства РФ, а также между законодательством в области охраны окружающей среды и нормами иных отраслей права;
- обеспечение реализации законодательных актов путем принятия подзаконных нормативных правовых актов, необходимых для полноценного применения федеральных законов;
- правовое закрепление необходимости представления экологического обоснования деятельности как одного из обязательных условий при проведении конкурсов, тендеров, аукционов на право реализации и/или выбора проектов;
- развитие системы государственных стандартов РФ в области охраны окружающей среды, закрепление в правовой системе международных экологических стандартов, обеспечивающих снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду;
- гармонизация законодательства РФ в области охраны окружающей среды и норм международного права в этой области в рамках обязательств Российской Федерации по международным договорам;
- развитие и активизация судебных механизмов разрешения противоречий между интересами населения, субъектов хозяйственной деятельности и государства в области охраны окружающей среды;
- укрепление системы прокурорского надзора и реализация мер прокурорского реагирования в области охраны окружающей среды;
- совершенствование методик расчета и практики компенсации ущерба в результате экологических правонарушений и/или осуществления

экологически опасных видов деятельности;

- обеспечение применения механизмов прекращения незаконной деятельности.

3.4.3. Экономические и финансовые механизмы

Основной задачей в этой области является экономическое регулирование рыночных отношений в целях рационального неистощительного природопользования, снижения нагрузки на природную среду, ее охраны, привлечения бюджетных и внебюджетных средств на природоохранную деятельность.

Для этого необходимы:

- обеспечение перехода в сфере природопользования к системе рентных платежей;
- включение в экономические показатели полной стоимости природных объектов с учетом их средообразующей функции, а также стоимости природоохранных (экологических) работ (услуг);
- создание полноценного механизма взимания с хозяйствующих субъектов, эксплуатирующих природные ресурсы, платежей и их использование на сохранение и восстановление природной среды, в том числе биоразнообразия;
- реализация в полной мере принципа «загрязнитель платит»; обеспечение зависимости размеров платы за выбросы и сбросы от их объема и опасности для окружающей среды и здоровья населения;
- разработка научно обоснованной методики определения размера компенсаций за ущерб, наносимый окружающей среде и здоровью граждан в процессе хозяйственной деятельности, при техногенных и природных чрезвычайных ситуациях, а также в результате экологически опасной деятельности, в том числе военной, обеспечение обязательной компенсации экологического ущерба окружающей среде и здоровью населения;
- обеспечение адекватного бюджетного финансирования охраны окружающей среды как одного из приоритетных направлений деятельности государства;
- создание системы финансирования природоохранных работ на конкурсной основе за счет средств бюджетов всех уровней и внебюджетных источников;
- формирование и применение налоговой и тарифной политики, стимулирующей переориентацию экспорта с сырья на продукты глубокой переработки;

- создание и применение системы налогов и пошлин, стимулирующих использование экологически чистых технологий, товаров и услуг независимо от страны - производителя;
- совершенствование механизмов изменения форм собственности и купли - продажи земли, природных ресурсов и хозяйственных объектов с учетом задач сохранения и восстановления природной среды (включая оценку прошлого экологического ущерба, обязательства по проведению реабилитационных мероприятий и др.);
- установление механизма финансовых гарантий, включая экологическое страхование, связанных с возможным негативным воздействием на окружающую среду;
- содействие развитию экологического аудита действующих предприятий, предпринимательству в сфере охраны окружающей среды и добровольной сертификации;
- внедрение рыночных механизмов охраны природы, в том числе стимулирующих повторное использование и вторичную переработку промышленных товаров;
- введение ответственности производителя за произведенный продукт на всех стадиях - от получения сырья и производства до утилизации; создание условий для внедрения системы лизинга экологически безопасных промышленных товаров длительного пользования, в том числе для личных нужд;
- использование схем международных финансово - экономических расчетов с учетом вклада стран в обеспечение глобальной устойчивости биосферы («долги за природу», углеродный кредит и другие механизмы, предусматриваемые международными конвенциями и соглашениями);
- формирование условий для стимулирования благотворительности в области охраны природы.

3.4.4. Экологический мониторинг и информационное обеспечение

Основной задачей в этих областях является обеспечение государственных и муниципальных органов, юридических лиц и граждан достоверной информацией о состоянии окружающей среды и ее возможных неблагоприятных изменениях.

Для этого необходимы:

- развитие единой государственной системы экологического мониторинга на всей территории страны, включая мониторинг биотических и абиотических компонентов природной среды;
- совершенствование нормативной базы, регламентирующей

взаимодействие федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих государственный экологический мониторинг, включая формирование фонда информационных ресурсов;

- совершенствование системы показателей, создание методологии экологического мониторинга РФ, а также техническое и материальное обеспечение деятельности системы экологического мониторинга;
- обеспечение достоверности и сопоставимости данных экологического мониторинга по отдельным отраслям экономики и регионам страны;
- совершенствование системы учета и контроля ядерных материалов, радиоактивных веществ и отходов;
- проведение работ по выявлению зон экологического бедствия;
- выявление и обозначение на местности всех территорий, подвергшихся радиоактивному и химическому загрязнению в масштабах, представляющих опасность для окружающей среды и населения;
- инвентаризация экологически опасных производств, сооружений и захоронений отходов; оценка риска возникновения чрезвычайных экологических ситуаций и путей их предотвращения;
- формирование и ведение кадастров экологически опасных объектов на федеральном, региональном и муниципальном уровнях;
- инвентаризация территории для выявления и специальной охраны земель, пригодных для производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции, водных объектов со стратегическими запасами питьевой воды, природных комплексов, выполняющих особо важные средообразующие функции и обладающих особым рекреационно - оздоровительным значением;
- формирование системы государственных кадастров природных ресурсов, особо охраняемых природных территорий и территорий традиционного природопользования;
- обеспечение открытости информации о состоянии окружающей среды и возможных экологических угрозах; бесплатный доступ граждан к информации в сфере экологии, жизненно важной для их безопасности;
- информационное обеспечение учета результатов государственной экологической экспертизы всех проектов, программ и объектов, подлежащих обязательной экологической экспертизе.

3.4.5. Научное обеспечение

Основными задачами научного обеспечения в сфере защиты окружающей среды являются развитие научных знаний об экологических основах устойчивого развития, выявление новых экологических рисков,

порождаемых развитием общества, а также природными процессами и явлениями.

Для этого необходимы:

- формирование теоретических и технологических основ перехода к устойчивому развитию РФ;
- разработка экологической составляющей стратегического прогноза развития России;
- исследование возможного глобального и регионального изменения климата и его последствий для природной среды;
- исследование биологических систем и их средообразующих функций, определение пределов устойчивости и экологической емкости природных систем;
- разработка экологически эффективных и ресурсосберегающих технологий, производств, видов сырья, материалов, продукции и оборудования, в том числе в сельском хозяйстве;
- разработка научных принципов и технологий использования возобновляемых биологических ресурсов (лесных, водных, охотничье - промысловых, лекарственных и др.), обеспечивающих их устойчивое воспроизводство;
- разработка принципов использования атмосферного воздуха (воздушных ресурсов) в целях сохранения окружающей среды;
- разработка эффективных методов сохранения биологического разнообразия, включая развитие сети особо охраняемых природных территорий, сохранение и восстановление редких и ценных видов животных и растений, а также природных сообществ и систем;
- анализ распространения чужеродных и генетически измененных видов живых организмов и разработка соответствующих методов контроля и снижения негативных последствий этих процессов;
- разработка методологии и методов эколого - экономической оценки, в том числе определение стоимости природных объектов с учетом их средообразующей функции, для использования при принятии решений в различных отраслях экономики РФ;
- создание основ определения экологических рисков в целях создания системы управления качеством природной среды;
- разработка средств и методов предупреждения и ликвидации загрязнений, реабилитации окружающей среды и утилизации опасных отходов;
- изучение связи между заболеваниями людей и изменениями качества окружающей среды;
- разработка и развитие современных методов экологического

мониторинга, а также информационных технологий в целях государственного управления в области природопользования и охраны окружающей среды.

3.4.6. Экологическое образование и просвещение

Основной задачей в этих областях является повышение экологической культуры населения, образовательного уровня и профессиональных навыков и знаний в области экологии.

Для этого необходимы:

- создание государственных и негосударственных систем непрерывного экологического образования и просвещения;
- включение вопросов экологии, рационального природопользования, охраны окружающей среды и устойчивого развития РФ в учебные планы на всех уровнях образовательного процесса;
- усиление роли социальных и гуманитарных аспектов экологического образования и эколого - просветительской деятельности;
- подготовка и переподготовка в области экологии педагогических кадров для всех уровней системы обязательного и дополнительного образования и просвещения, в том числе по вопросам устойчивого развития РФ;
- включение вопросов формирования экологической культуры, экологического образования и просвещения в федеральные целевые, региональные и местные программы развития территорий;
- государственная поддержка деятельности системы образования и просвещения, осуществляющих экологическое просвещение и образование;
- разработка стандартов образования, ориентированных на разъяснение вопросов устойчивого развития РФ;
- развитие системы подготовки в области экологии руководящих работников различных сфер производства, экономики и управления, а также повышения квалификации специалистов природоохранных служб, правоохранительных и судебных органов;
- повышение информированности деловых кругов по вопросам законодательства в области охраны окружающей среды, рационального природопользования, устойчивого развития РФ, а также обучение их методам управления с учетом экологического фактора;
- поддержка и публикация материалов по вопросам экологии в средствах массовой информации.

3.4.7. Развитие гражданского общества как условие реализации государственной политики в области экологии

Основная задача в этой области - государственное содействие экологизации гражданского общества.

Для этого необходимы:

- совершенствование законодательства для создания правовых условий, позволяющих гражданам участвовать в принятии и реализации экологически значимых решений, в том числе путем проведения опросов, общественных слушаний, общественных экспертиз и референдумов;
- обеспечение возможности прохождения альтернативной гражданской службы на объектах и в структурах, реализующих политику в области экологии;
- поддержка экологических общественных движений и благотворительной деятельности;
- создание условий для поддержания и развития традиционного экологически сбалансированного природопользования коренных малочисленных народов;
- совершенствование законодательства в целях развития общественного экологического контроля, в том числе общественных инспекций.

3.4.8. Региональная политика в области экологии

Основными задачами в этой области являются экологически обоснованное размещение хозяйственных и жилищно - коммунальных объектов и максимальное использование возможностей и специфики субъектов РФ для устойчивого развития страны.

Для этого необходимы:

- внедрение природно-ландшафтного, в том числе бассейнового, принципа управления природными комплексами;
- концентрация имеющихся и создаваемых производств на уже трансформированных землях и в районах с развитой инфраструктурой;
- резервирование на основе эколого-экономического обоснования, в том числе исключение из хозяйственного использования территорий, еще не освоенных или мало затронутых хозяйственной деятельностью, либо непревышение экологической емкости природных систем при освоении этих территорий;
- учет задач по сохранению целостности природных комплексов в процессе территориального планирования;
- расширение практики использования местных природных, сырьевых и

энергетических ресурсов на основе экологически чистых технологий;

- обеспечение приоритетного участия коренных малочисленных народов в выборе стратегии развития территорий, на которых они традиционно проживают.

3.4.9. Международное сотрудничество

Основной задачей в этой области является реализация интересов РФ путем участия в решении глобальных и региональных экологических проблем и регулировании глобализации в интересах устойчивого развития мирового сообщества.

Для этого необходимы:

- участие РФ в консолидации усилий мирового сообщества по сохранению окружающей среды, в том числе в разработке и выполнении международных договоров по ее охране;
- содействие экологизации положений действующих и планируемых международных договоров;
- активное участие в международных экологических организациях, в том числе входящих в систему ООН;
- обеспечение обязательной государственной экологической экспертизы и экологического контроля всех международных программ и проектов, реализуемых на территории России;
- упреждающее воздействие на процесс глобализации путем активного участия РФ в международных переговорах, касающихся использования природных ресурсов, трансграничного перемещения технологий, товаров и услуг, способных нанести экологический ущерб населению и природной среде.

Целевые показатели решения основных задач государственной политики в области экологического развития, количественные значения по их достижению определяются в основных направлениях деятельности Правительства РФ, концепциях долгосрочного социально-экономического развития РФ на соответствующие периоды, а также в федеральных и региональных программах в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Финансирование реализации государственной политики в области экологического развития осуществляется за счет средств федерального

бюджета, бюджетов субъектов РФ и местных бюджетов, а также средств внебюджетных источников, в том числе в рамках государственно-частного партнерства.

3.5. Экологические право и природоохранное законодательство

Современная практика охраны окружающей природной среды, используя мировой опыт в этой области, включает разработку соответствующих законодательных актов, экологизацию технологических процессов, организацию санитарно-защитных и водоохранных зон, очистку выбросов и сбросов сточных вод от вредных веществ, утилизацию промышленных отходов, государственный экологический контроль за охрану окружающей природной среды.

Объектами охраны окружающей среды называются ее составные элементы, находящиеся в экологической взаимосвязи, отношения по использованию и охране которых урегулированы правом.

Охраняемые законом объекты можно подразделить на интегрированные, дифференцированные и особо охраняемые.

К интегрированным объектам относится окружающая природная среда; к дифференцированным - отдельные природные объекты (земля, недра, воды, леса, иная растительность, атмосферный воздух, животный мир, генетический фонд, природные ландшафты); остальные объекты особо охраняемые.

Окружающая природная среда - это естественная среда обитания и деятельности человека, других живых организмов, куда входят гидросфера, атмосфера, литосфера, биосфера и околоземное космическое пространство. Иными словами, природа + окружающая человека среда = окружающая природная среда.

Под ***природой*** понимается состоящая из естественных экологических систем природная среда, основные характеристики которой:

- объективная реальность, существующая независимо от сознания человека;
- следствие объективного эволюционного развития материального мира.

Согласно закону «Об охране окружающей среды» от 10.01.2001 № 7-ФЗ, под ***окружающей средой*** (ОС) понимается совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.

Компонентами природной среды (природы) являются земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, озоновый слой

атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.

Природный объект — это естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства.

Внешние границы охраняемой законом окружающей природной среды очерчиваются рамками атмосферы и околоземного пространства в той части, в которой она, с одной стороны, испытывает влияние земной природы и антропогенной деятельности жителей Земли, а с другой - влияние космического пространства.

К числу охраняемых объектов относится космическое пространство, что продиктовано следующими факторами:

- охраной озонового слоя земли от ультрафиолетового излучения;
- защитой космического пространства от засорения различными летательными, исследовательскими, наблюдательными устройствами, запускаемыми человеком;
- использованием космического пространства только в мирных целях.

Околоземное пространство выполняет функцию теплообмена между Землей и Космосом.

Внутренние пределы охраны окружающей природной среды зависят от признаков охраняемого законом природного объекта или комплекса:

- естественное происхождение;
- взаимосвязь с экосистемой;
- выполняемые функции жизнеобеспечения.

В перечень объектов охраняемой законом естественной среды обитания *не входят:*

- социальные ценности, товарно-материальные объекты, созданные человеком;
- компоненты природы, утратившие экологическую связь с природой;
- составляющие природной среды, охрана которых практически невозможна на данном этапе развития науки и техники либо практически нецелесообразна.

Значительную роль в реализации задач рационального природопользования и охраны окружающей среды играют механизмы природоохранного регулирования. Основными из них являются:

- природоохранное законодательство и подзаконные нормативные акты;
- нормативно-техническая база и система нормативов качества окружающей среды (ОС).

Одним из проявлений правовой экологии, изучающей нормы регулирования экологических отношений в сфере взаимодействия общества и природы, является экологическое право.

Экологическое право - совокупность норм, регулирующих общественные (экологические) отношения в сфере взаимодействия общества и природы в интересах сохранения и рационального использовании окружающей природной среды для настоящих и будущих поколений людей. Регулируемые экологическим правом общественные отношения условно можно разделить на три составные части.

Первую часть составляет собственно экологическое право, регулирующее отношения по поводу экологических систем и комплексов - ***подсистема природоохранного законодательства***. К нему относятся нормы законов «Об охране окружающей среды», «Об экологической экспертизе», «О радиационной безопасности населения», «Об охране атмосферного воздуха», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и др.

Вторая подсистема природоресурсного законодательства - составная часть экологического права, т.е. отношения в области природоресурсного права, регулируются нормами Земельного (ФЗ от 25.10.2001 № 136-ФЗ (с изменениями на 20 апреля 2021 года), Водного (ФЗ от 16.11.95 № 167-ФЗ (ред. от 31.12.2005) и Лесного (ФЗ от 04.12.2006 № 200-ФЗ (с изменениями на 9 марта 2021 года) кодексов РФ, законами «О недрах» (ФЗ от 21.02.1992 № 2395-1 (ред. от 08.12.2020), «О животном мире» (ФЗ от 24 апреля 1995 г. № 52-ФЗ), «Об особо охраняемых природных территориях» (ФЗ от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ).

В третью часть экологического права входят нормы других отраслей права, обслуживающие отношения, связанные с регулированием ОС. Так, в административном праве предусматривается большое количество предписаний, направленных на ее защиту, это в основном правонарушения в области охраны ОС. Немало экологических норм в уголовном праве, признающем более десяти деяний, нарушающих экологический правопорядок. Уголовный кодекс включает специальную главу «Экологические правонарушения», в частности, ст.246 (нарушение правил охраны ОС при производстве работ, ст.47 (нарушение правил обращения экологически опасных веществ), ст.250 (загрязнение вод).

Источник права в России - ***нормативный акт*** - это предписание, имеющее категорический, повелительный характер. Основным законом в нашей стране является Конституция РФ (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г. с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 1 июля 2020 г.), в которой статьи, касающиеся экологических вопросов, можно разбить на две группы:

непосредственно посвященную экологическим отношениям и опосредованно участвующую в их регулировании.

К первой группе норм относятся:

- ст.9 о земле и других природных ресурсах, находящихся в различных формах собственности;
- ст. 36 о праве частной собственности на землю, о свободном владении, пользовании и распоряжении природными ресурсами, если это не наносит ущерба ОС и не нарушает прав и интересов других лиц;
- ст.42 о праве каждого на благоприятную природную среду;
- ст.58 об обязанности каждого сохранять природу, бережно относиться к ее богатствам;
- ст.72 об отнесении к совместному владению Федерации и ее субъектов земельного, водного, лесного законодательства, законодательства о недрах, об охране ОС и обеспечении экологической безопасности.

Вторую группу норм составляют более отдаленные от экологических отношений, но не менее значимые для них предписания Конституции РФ:

- ст.1,7 о демократическом, правовом, социальном характере Российского государства;
- ст.8 о гарантировании единства экономического пространства, поддержки конкуренции, свободы экономической деятельности;
- ст.2,17,18 о человеке, его правах и свободах как высших ценностях, защита которых является обязанностью государства и всех его органов;
- ст.19 о равенстве всех перед законом и судом.

Главенствующее положение Конституции РФ среди других нормативных актов обусловлено тем, что она имеет прямое действие. Законы и другие правовые акты, принимаемые на территории РФ, не должны противоречить Конституции. На уровне субъектов РФ также принимаются законы, регулирующие экологические отношения с учетом местных природных и экономических факторов.

Основными, наиболее часто используемыми в практике источниками экологического права, являются подзаконные правовые акты: указы Президента РФ, постановления Правительства РФ, ведомственные акты, в том числе стандарты и нормы, нормативные акты предприятий и организаций.

3.6. Нормативно-техническая база и нормативы качества природной среды

В экологическом праве под экологическим нормированием (нормированием в области природопользования и охраны окружающей среды) понимают разработку и установление уполномоченными

государственными органами экологических нормативов в соответствии с требованиями законодательства.

В ФЗ «Об охране окружающей среды», ст. 19 содержится определение экологического нормирования: «***экологическое нормирование*** заключается в установлении нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, иных нормативов в области охраны окружающей среды, а также государственных стандартов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды».

Экологическое нормирование представляет собой разработку научно-методической базы стандартизации в области природопользования и охраны окружающей среды на основе анализа устойчивости экосистем и толерантности человека к вредным воздействиям, обоснование безопасных уровней и продолжительности воздействия на окружающую среду, прогноз этих последствий, а также апробации результатов.

Современная система экологического нормирования включает:

- стандартизацию;
- лицензирование отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды;
- экологическую сертификацию (обязательную или добровольную) в целях обеспечения экологически безопасного осуществления хозяйственной и иной деятельности.

Экологическое нормирование осуществляется в целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности.

Основная цель нормирования качества окружающей среды – установление предельно допустимых норм воздействий, гарантирующих экологическую безопасность населения, сохранение генофонда, обеспечивающих рациональное использование и производство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности.

Под воздействием понимается антропогенная деятельность, связанная с реализацией экономических, рекреационных, культурных интересов и вносящая физические, химические и биологические изменения в природную среду.

Основная задача экологического нормирования - разработка и обоснование научно-методической базы стандартизации в области безопасности жизнедеятельности человека и сохранения генофонда, охраны окружающей среды и рационального природопользования.

В задачи экологического нормирования входят также апробация разработок на практике, доведение их до стандартов и введение в ранг нормативов.

Объектом экологического нормирования могут выступать и вся биосфера, и небольшой участок леса, и территория, и отдельная популяция конкретного вида, и среда обитания человека в узком смысле (жилище, производственные помещения и пр.).

Предметом экологического нормирования является установление безопасных пределов вредного воздействия на объекты, а также оценка последствий эксплуатации природных ресурсов, включая человека.

Нормативы, стандарты и нормативные документы в области охраны окружающей среды разрабатываются, утверждаются и вводятся в действие в порядке, установленном Правительством РФ на основе современных достижений науки и техники с учетом международных правил и стандартов в области охраны окружающей среды. Закон «Об охране окружающей среды» (ст. 20) определил также требования к разработке экологических нормативов, применяемых к окружающей среде:

- проведение научно-исследовательских работ по обоснованию нормативов в области охраны;
- проведение экспертизы, утверждение и опубликование нормативов в области охраны окружающей среды в установленном порядке;
- установление оснований разработки или пересмотра нормативов;
- осуществление контроля за применением и соблюдением нормативов;
- формирование и ведение единой информационной базы данных нормативов;
- оценку и прогнозирование экологических, социальных, экономических последствий применения нормативов.

Некоторые специальные требования по экологическому нормированию применительно к регулированию охраны и использования отдельных природных объектов (земли, вод, полезных ископаемых и др.) установлены в природоресурсном законодательстве, а именно: в Земельном кодексе РФ (ст. 13), Водном кодексе РФ (ст. 109), Лесном кодексе РФ (ст. 62), Федеральном законе «О животном мире» (ст. 17) и ряде других нормативных правовых актов. Поскольку ст. 72 Конституции РФ относит экологическое законодательство к предметам совместного ведения РФ и субъектов РФ, Закон «Об охране окружающей среды» устанавливает возможность дифференциации экологических нормативов, установленных на федеральном уровне. В соответствии со ст. 6 субъекты РФ вправе разрабатывать и утверждать нормативы, государственные стандарты и иные нормативные документы в области охраны

окружающей среды, содержащие соответствующие требования, нормы и правила не ниже установленных на федеральном уровне.

Выделяют ***две группы экологических нормативов*** (нормативов в области охраны окружающей среды):

- нормативы качества окружающей среды;
- нормативы допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.

Нормативами качества окружающей среды являются нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда. К ним относятся:

- нормативы, установленные в соответствии с химическими показателями состояния окружающей среды, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, включая радиоактивные вещества;
- нормативы, установленные в соответствии с физическими показателями состояния окружающей среды, в том числе с показателями уровней радиоактивности и тепла;
- нормативы, установленные в соответствии с биологическими показателями состояния окружающей среды, в том числе видов и групп растений, животных и других организмов, используемых как индикаторы качества окружающей среды, а также нормативы предельно допустимых концентраций микроорганизмов;
- иные нормативы качества окружающей среды.

Следует также отметить, что при установлении этих нормативов учитываются как природные особенности территорий и акваторий, так назначение природных и природно-антропогенных объектов, особо охраняемых территорий, в том числе особо охраняемых природных территорий, природных ландшафтов, имеющих особое природоохранное значение.

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду – это нормативы, установленные в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды. Основной целью данных нормативов является предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности юридических и физических лиц – природопользователей. К ним относятся:

- нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов;
- нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение;
- нормативы допустимых физических воздействий (количество тепла, уровни шума, вибрации, ионизирующего излучения, напряженности электромагнитных полей и иных физических воздействий);
- нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды;
- нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду;
- нормативы иного допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, устанавливаемые законодательством РФ и субъектов РФ в целях охраны окружающей среды.

За превышение установленных нормативов субъекты хозяйственной и иной деятельности в зависимости от причиненного окружающей среде вреда несут ответственность в соответствии с законодательством.

Отдельную группу нормативов в области охраны окружающей среды составляют вспомогательные нормы и правила, находящие отражение в стандартах и иных нормативных документах. Основной цель данной группы - обеспечение единства в терминологии, в деятельности организационных структур и единства измерений экологически значимых показателей и т.д..

В соответствии со ст. 29 Закона «Об охране окружающей среды», государственные стандарты и иные нормативные документы в области охраны окружающей среды разрабатываются с учетом научно-технических достижений и требований международных правил и стандартов.

В государственных стандартах на новую технику, технологии, материалы, вещества и другую продукцию, технологические процессы, хранение, транспортировку, использование такой продукции, в том числе после перехода ее в категорию отходов производства и потребления, должны учитываться требования, нормы и правила в области охраны окружающей среды.

Система природоохранных норм и нормативов

Основополагающие нормы экологической оценки качества среды обитания и уровней воздействия на окружающую среду содержатся в ФЗ «Об охране окружающей среды», в котором экологическому

нормированию отведена гл.5 «Нормирование качества окружающей природной среды».

Нормы и нормативы включают в себя *натуральные и стоимостные нормативы*, обеспечивающие сохранность природной среды.

Природоохранные *натуральные нормативы* - это экономически обоснованные и технически достижимые величины наиболее эффективного использования природных ресурсов (воды, воздуха, недр и т.д.), рассчитываемые исходя из уровня научно-технического прогресса.

С помощью таких нормативов осуществляют мероприятия по снижению выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду, использованию прогрессивных природоохранных технологий.

Стоимостные нормативы в условиях рыночной экономики предназначены осуществлять экономическое стимулирование природоохранной деятельности. Данные нормативы являются основой экономического механизма природопользования.

Структура природоохранных норм и нормативов представлена в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Система природоохранных норм и нормативов

Область природоохранной деятельности	**Нормы и нормативы**	
	Стоимостные	**Натуральные**
Охрана атмосферного воздуха	Базовый норматив платы за выброс 1 т загрязняющего вещества в границах ПДВ. Удельный норматив платы за топливо различных видов транспорта	ПДК, ПДВ, выбросы в пределах установленных лимитов, удельные выбросы вредных веществ
Охрана и рациональное использование водных ресурсов	Базовый норматив платы за сброс 1 т загрязняющего вещества в размерах, не превышающих ПДС	ПДК, ПДС, сбросы в пределах установленных лимитов
Охрана и рациональное использование минеральных ресурсов	Базовый норматив платы за 1 т размещаемых отходов. Платежи за пользование недрами. Отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой базы	Потери полезных ископаемых, разубоживание руд, извлечение полезных компонентов

Нормы и нормативы качества окружающей среды подразделяют:

- санитарно-гигиенические;

- экологические;
- производственно-хозяйственные и временные.

Санитарно-гигиенические нормативы включают в себя гигиенические и санитарно-защитные нормативы. Устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в интересах охраны здоровья человека, сохранения генетического фонда, охраны растительного и животного мира.

Гигиенические нормативы включают ПДК загрязняющих веществ в атмосфере, воде и почве, ПДУ вредных физических воздействий (вибрации, шума, радиоактивного и электромагнитного излучений и пр.), не оказывающие значимого вредного воздействия на человеческий организм в настоящее время и в отдаленном будущем, а также на здоровье будущих поколений.

Воздушная среда нормируется содержанием вредных веществ в воздухе населенных мест, а также в производственной зоне (ГОСТ Р 59059-2020 «Охрана окружающей среды. Контроль загрязнений атмосферного воздуха. Термины и определения», СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактичеких) мероприятий», СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Предельно допустимая концентрация среднесуточная ($ПДК_{сс}$*)* - это концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании. Таким образом, $ПДК_{сс}$ рассчитана на все группы населения и определенно долгий период воздействия и, следовательно, является самым жестким санитарно-гигиеническим нормативом, устанавливающим концентрацию вредного вещества в воздушной среде, и выступает в качестве критерия оценки благополучия воздушной среды в селитебной зоне.

Предельно допустимая концентрация максимально разовая ($ПДК_{мр}$) - концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не

вызывающая при вдыхании в течение 20 мин рефлекторных реакций в организме человека.

В воздухе рабочей зоны содержание вредных веществ оценивается при сравнении измеренных концентраций с их предельно допустимыми значениями по максимальной и среднесменной концентрациям.

Среднесменная предельно допустимая концентрация ($ПДК_{сс}$) - предельная концентрация, усредненная за 8-часовую рабочую смену.

Максимальная предельно допустимая концентрация ($ПДК_{мр}$) - максимальная концентрация, возникающая при ведении технологического процесса, усредненная при отборе проб за промежуток времени, равный 15 мин.

Загрязнения водной среды также нормируются предельно допустимыми концентрациями (СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», Приказ Министерства сельского хозяйства РФ № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 г.).

Предельно допустимая концентрация в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования ($ПДК_{в}$) - это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений и ухудшать гигиенических условий водопользования.

Предельно допустимая концентрация в воде водоема, используемая для рыбохозяйственных целей ($ПДК_{рх}$), - это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь, промысловых.

Предельно допустимая концентрация химического вещества в почве представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве, так как используемые при ее обосновании критерии отражают возможные пути воздействия загрязняющего вещества на контактирующие среды, биологическую активность и процессы ее самоочищения. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и

(или) безвредности для человека факторов среды обитания» содержит список ПДК и ОДК загрязняющих веществ в почве.

Санитарно-защитные нормативы предусмотрены для защиты здоровья человека от вредных воздействий загрязняющих агентов и обеспечения достаточной чистоты пунктов водопользования. Эти нормативы используют при организации санитарных зон источников водоснабжения, пунктов водопользования, санитарно-защитных зон предприятий.

Экологические нормативы определяют пределы антропогенных воздействий на окружающую среду, превышение которых может создать угрозу сохранению оптимальных условий совместного существования человека и окружающей среды. Они включают в себя:

- эколого-гигиенические;
- эколого-защитные нормативы;
- предельно допустимые нормативные нагрузки на окружающую среду.

Эколого-гигиенические нормативы аналогичны гигиеническим нормативам, определение которых уже дано ранее, но относятся ко всем живым организмам. При установлении эколого-гигиенических нормативов следует иметь в виду, что во многих случаях живые организмы более чувствительны к загрязнению природной среды, чем человек.

Эколого-защитные нормативы предназначены для сохранения генофонда Земли, восстановления экосистем, сохранения памятников культуры и природы и т. п. Они используются при организации охранных зон заповедников, природных национальных парков, биосферных заповедников, зеленых зон городов и пр.

Применение системы *предельно допустимых нормативных нагрузок* на окружающую среду направлено на предотвращение истощения природной среды и разрушения ее экологических связей, обеспечение рационального использования и воспроизводства природных ресурсов.

Производственно-хозяйственные нормативы предусмотрены для ограничения параметров производственно-хозяйственной деятельности конкретного предприятия с учетом экологической защиты природной среды, устанавливаются исходя из производственных мощностей объекта, данных о наличии мутагенного эффекта и иных вредных последствий по каждому источнику загрязнений согласно действующим нормативам ПДК вредных веществ в окружающей среде. К ним относятся технологические, градостроительные, рекреационные и другие нормативы хозяйственной деятельности.

Технологические нормативы включают ПДВ в атмосферу, ПДС в водоемы и предельно допустимое количество сжигаемого топлива (ПДТ).

Предельно допустимый выброс (ПДВ) - масса вещества в отходящих газах, максимально допустимая к выбросу в атмосферу, в единицу времени. Устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы (и для каждой примеси, выбрасываемой этим источником) таким образом, чтобы выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников города или другого населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создавали приземную концентрацию, превышающую их $ПДК_{мр}$.

Основным нормативом сбросов загрязняющих веществ в водоемы является *предельно допустимый сброс* (ПДС), который устанавливается для каждого источника загрязнения и каждого вида примеси с учетом их комбинированного действия. ПДС - это масса нормируемого вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению хозяйствующим объектом в установленном режиме в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном створе с учетом разбавления. При сбросе сточных вод в водные объекты, используемые для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых целей, створ расположен в 1 км выше ближайшего по течению пункта водопользования, а для рыбохозяйственных водоемов - не далее 500 м.

В тех случаях, когда предприятие аргументированно обосновывает временную невозможность достижения расчетных значений ПДВ и ПДС, устанавливаются *нормативы временно согласованных выбросов* (ВСВ) и *временно согласованных сбросов* (ВСС) на период до 5 лет. Одновременно должны быть разработаны и планомерно реализуемы программы поэтапного снижения показателей выбросов и сбросов вредных веществ до значений, обеспечивающих соблюдение величин ПДВ или ПДС соответственно. В тех случаях, когда достижение величин ПДВ или ПДС экономически невыгодно или физически невозможно для предприятия, срок действия разрешенных ВСВ и ВСС продлевается несколько раз, обычно при условии некоторого снижения уровня загрязнения.

Градостроительные нормативы предусмотрены для обеспечения экологической безопасности при планировке и застройке городов и других населенных пунктов.

Рекреационные нормативы определяют правила пользования природными комплексами в целях обеспечения условий для полноценного отдыха и туризма.

Для оценки качества природной среды служат следующие основные нормативы (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Некоторые нормативы качества природной среды

Наименование нормативов	Обозначение	Размерность
1	2	3
1. Воздух		
Предельно допустимая среднесменная концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны	$ПДК_{СС}$ $ПДК_{рз}$	мг/м^3
Предельно допустимая максимальная разовая концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест	$ПДК_{мр}$	» »
Предельно допустимая среднесуточная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест	$ПДК_{сс}$	» »
Максимальная предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны	$ПДК_{мрз}$	» »
Временно допустимая концентрация вредного вещества в атмосфере	$ВДК_{вв}$	» »
Предельно допустимый выброс загрязняющего вещества в атмосферу	ПДВ	кг/сут.
Временно согласованный выброс	ВСВ	» »
Предельно допустимое количество сжигаемого топлива	ПДТ	т/ч
2. Водные ресурсы		
Предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водоемов	$ПДК_{в}$	мг/л
Предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водоемов, используемых для рыбохозяйственных целей	$ПДК_{вр}$	» »
Временно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водоемов	$ВДК_{в}$	» »
Предельно допустимый сброс	ПДС	кг/сут.
3. Почва		
Предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в пахотном слое почвы	$ПДК_{п}$	мг/кг
Ориентировочно допустимая концентрация загрязняющего вещества в пахотном слое почвы	$ОДК_{п}$	» »
4. Шум		
Предельно допустимый уровень шума	ПДУШ	дБА
Допустимый уровень шума	ДУШ	» »
Допустимый уровень ультразвука	ДУУ	дБ
Допустимый уровень инфразвука	ДУИ	» »
5. Радиоактивное загрязнение		
Предельно допустимая доза радиации за год для работающих с источниками радиоактивного излучения	ПДД	Дж/(кг/г.)
Предел дозы радиации за год для населения	ПД	» »
Предельно допустимое годовое поступление радиоактивных веществ в организм работающих	ПДП	кБк/г.
Допустимое среднегодовое содержание радиоактивных веществ в организме	ДС	кБк

3.7. Ответственность за экологические правонарушения

Под *экологическим правонарушением* понимается противоправное деяние, нарушающее законодательство об охране окружающей среды, причиняющее либо несущее реальную угрозу причинения вреда окружающей среде, жизни и здоровью человека и его имуществу.

Ответственность за экологические правонарушения - это предусмотренные законодательством меры принуждения государственно-правового характера, вызванные совершением экологического правонарушения.

Состав экологического правонарушения, являющегося основанием эколого-правовой ответственности, включает единство следующих элементов:

- противоправности деяния (как действия, так и бездействия);
- наличия вреда или реальной угрозы причинения вреда окружающей природной среде, жизни и здоровью человека и его имуществу;
- причинная связь между противоправным поведением и наступившим экологическим вредом.

Субъектами экологических правонарушений могут быть физические и юридические лица РФ, иностранные физические и юридические лица, а также лица без гражданства.

Под юридической ответственностью за экологические правонарушения понимается возложение на нарушителя природоохранных норм обязанности претерпевать неблагоприятные последствия за совершенное экологическое правонарушение.

Юридическая ответственность за экологические правонарушения выполняет четыре основные функции:

- превентивную - предупреждение новых экологических правонарушений;
- стимулирующую к соблюдению экологических норм;
- компенсационную - возмещение вреда окружающей среде и здоровью человека;
- карательную - наказание лица, совершившего экологическое правонарушение.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды устанавливает имущественную, дисциплинарную, административную и уголовную ответственность в соответствии с законодательством РФ.

Дисциплинарная ответственность за экологические правонарушения заключается в наложении администрацией предприятия, учреждения,

организации на своего работника взыскания за неисполнение либо ненадлежащее исполнение своих трудовых обязанностей, в результате которого наступило экологически неблагоприятное последствие.

За совершение дисциплинарного проступка, то есть неисполнение или ненадлежащее исполнение работником по его вине возложенных на него трудовых обязанностей, работодатель имеет право применить следующие дисциплинарные взыскания:

- замечание;
- выговор;
- увольнение по соответствующим основаниям.

Федеральными законами, уставами и положениями о дисциплине для отдельных категорий работников могут быть предусмотрены также и другие дисциплинарные взыскания. Не допускается применение дисциплинарных взысканий, не предусмотренных федеральными законами, уставами и положениями о дисциплине (ст. 192 Трудового кодекса РФ).

Дисциплинарное взыскание может быть обжаловано работником в государственные инспекции труда или органы по рассмотрению индивидуальных трудовых споров.

Наложение дисциплинарного взыскания не исключает возможности привлечения виновного лица к другим видам юридической ответственности.

Административная ответственность представляет собой один из видов юридической ответственности граждан, должностных и юридических лиц за совершение административного правонарушения.

Административная ответственность за экологические правонарушения предусматривается Кодексом РФ об административных нарушениях. В главе 8 «Административные правонарушения в области охраны окружающей природной среды и природопользования» содержится 40 составов экологических проступков, которые можно разделить на три группы:

- невыполнение экологических требований;
- нарушение правил и порядка использования природных ресурсов и объектов;
- причинение вреда либо уничтожение природных ресурсов и объектов.

К первой группе экологических проступков относятся:

- несоблюдение экологических требований при планировании, технико-экономическом обосновании проектов, проектировании, размещении, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации предприятий, сооружений или иных объектов (ст. 8.1);

- несоблюдение экологических и санитарно-эпидемиологических требований при обращении с отходами производства и потребления или иными опасными веществами (ст. 8.2);
- нарушение правил обращения с пестицидами и агрохимикатами (ст. 8.3);
- нарушение законодательства об экологической экспертизе (ст. 8.4).

Ко второй группе экологических проступков относятся:

- нарушение требований по охране недр и гидроминеральных ресурсов (ст. 8.9);
- нарушение требований по рациональному использованию недр (ст. 8.10);
- нарушение правил и требований проведения работ по геологическому изучению недр (ст. 8.11);
- нарушение порядка предоставления в пользование и режима использования земельных участков и лесов в водоохранных зонах и прибрежных полосах водных объектов (ст. 8.12).

К третьей группе экологических проступков относятся:

- порча земли (ст. 8.6);
- незаконная порубка, повреждение либо выкапывание деревьев, кустарников или лиан (ст. 8.28);
- уничтожение мест обитания животных (ст. 8.29).

За совершение административных правонарушений применяются следующие административные наказания:

- предупреждение;
- административный штраф;
- возмездное изъятие орудия совершения или предмета административного правонарушения;
- конфискация орудия совершения или предмета административного правонарушения;
- лишение специального права, предоставленного физическому лицу;
- административный арест;
- административное выдворение за пределы РФ иностранного гражданина или лица без гражданства;
- дисквалификация.

Уголовная ответственность за экологические правонарушения выражается в ограничении прав и свобод лиц, виновных в совершении преступления, предусмотренного УК РФ. Составы экологических преступлений подразделяются на три группы:

- специальные;
- смежные;

- дополнительные.

Специальные составы экологических преступлений предусмотрены гл. 26 УК РФ «Экологические преступления». Специальными эти составы признаются в силу их узкой направленности, то есть объектом посягательства являются отношения по рациональному использованию природных ресурсов и объектов (например, нарушение правил охраны окружающей среды при производстве работ - ст. 246; порча земли - ст. 254; незаконная охота - ст. 258; загрязнение вод - ст. 250 и т. д.).

К специальным составам экологических преступлений относится ряд статей, содержащихся и в других главах УК РФ (например, экоцид - ст. 358; нарушение правил безопасности на объектах атомной энергетики - ст. 215 и т. д.).

К смежным составам экологических преступлений относятся такие составы, которые приобретают экологическую окраску лишь при определенных обстоятельствах, носящих объективный характер: регистрация незаконных сделок с землей (ст. 170); нарушение правил пожарной безопасности (ст. 219); нарушение санитарно-эпидемиологических правил (ст. 236) и т. д.

Дополнительными составами экологических преступлений следует считать такие, которые, по своей природе не являясь экологическими, могут при определенных обстоятельствах затрагивать природоохранительные интересы (например, халатность - ст. 293; превышение должностных полномочий - ст. 286; служебный подлог - ст. 292 и т. д.).

УК РФ за совершение экологических преступлений предусматривает следующие виды наказаний:

- штраф;
- обязательные работы;
- исправительные работы;
- лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью;
- ограничение свободы;
- арест;
- лишение свободы на определенный срок.

Субъективная сторона экологических преступлений характеризуется косвенным умыслом преступника, когда он осознает нарушение установленных правил, предвидит возможность наступления негативных последствий для окружающей среды и здоровья человека и сознательно допускает их наступление либо относится к этому безразлично. В ряде составов экологических преступлений вина выражается в форме

неосторожности. Уголовная ответственность за экологические преступления наступает с шестнадцатилетнего возраста.

Имущественная ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды заключается в наложении на правонарушителя обязанности своим имуществом возместить причиненный окружающей среде и здоровью человека вред.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» устанавливает обязанность полного возмещения вреда окружающей среде. Юридические и физические лица, причинившие вред окружающей среде в результате ее загрязнения, истощения, порчи, уничтожения, нерационального использования природных ресурсов, деградации и разрушения естественных экологических систем, природных комплексов и природных ландшафтов и иного нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обязаны возместить его в полном объеме в соответствии с законодательством.

Вред окружающей среде, причиненный субъектом хозяйственной и иной деятельности, в том числе на проект которой имеется положительное заключение государственной экологической экспертизы, включая деятельность по изъятию компонентов природной среды, подлежит возмещению заказчиком и (или) субъектом хозяйственной и иной деятельности.

Вред окружающей среде, причиненный субъектом хозяйственной и иной деятельности, возмещается в соответствии с утвержденными в установленном порядке таксами и методиками исчисления размера вреда окружающей среде, а при их отсутствии исходя из фактических затрат на восстановление нарушенного состояния окружающей среды, с учетом понесенных убытков, в том числе упущенной выгоды.

Общие основания и порядок привлечения к имущественной ответственности устанавливается гражданским законодательством РФ.

Компенсация вреда окружающей среде, причиненного нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, осуществляется добровольно либо по решению суда или арбитражного суда.

Определение размера вреда окружающей среде, причиненного нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, осуществляется исходя из фактических затрат на восстановление нарушенного состояния окружающей среды, с учетом понесенных убытков, в том числе упущенной выгоды, а также в соответствии с проектами рекультивационных и иных восстановительных работ, при их отсутствии - в соответствии с таксами и методиками исчисления размера вреда окружающей среде, утвержденными органами исполнительной

власти, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды.

На основании решения суда или арбитражного суда вред окружающей среде, причиненный нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, может быть возмещен посредством возложения на ответчика обязанности по восстановлению нарушенного состояния окружающей среды за счет его средств в соответствии с проектом восстановительных работ.

Иски о компенсации вреда окружающей среде, причиненного нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, могут быть предъявлены в течение двадцати лет.

Вред, причиненный здоровью и имуществу граждан негативным воздействием окружающей среды в результате хозяйственной и иной деятельности юридических и физических лиц, подлежит возмещению в полном объеме.

Определение объема и размера возмещения вреда, причиненного здоровью и имуществу граждан в результате нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, осуществляется в соответствии с законодательством (ст. 79).

Требования об ограничении, приостановлении или прекращении деятельности юридических и физических лиц, осуществляемой с нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, рассматриваются судом общей юрисдикции или арбитражным судом.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под экологической безопасностью и экологической опасностью?
2. Какая стратегическая цель и задачи государственной политики в области экологии?
3. Перечислите основные принципы государственной политики.
4. Назовите основные направления государственной политики в области экологии.
5. Какие основные меры для обеспечения устойчивого природопользования?
6. Что необходимо делать для снижения загрязнения окружающей среды и ресурсосбережения?
7. Назовите основные задачи сохранения и восстановления природной среды.

8. Перечислите приоритетные направления деятельности по обеспечению экологической безопасности РФ.
9. Какие существуют экономические и финансовые механизмы для реализации государственной политики в области экологии?
10. Дайте понятие «экологическое право».
11. Перечислите основные санитарно-гигиенические, экологические и производственно-хозяйственные нормативы качества окружающей среды.
12. Какие существуют виды ответственности за экологические правонарушения?

4. ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

4.1. Основные понятия и определения

Природопользование – сфера общественно-производственной деятельности, направленная на удовлетворение потребностей человека с помощью природных ресурсов, а также научное направление, изучающее принципы рационального использования природных ресурсов.

Природные ресурсы – это вещественные и энергетические компоненты природы (вещества, процессы, явления и природные объекты), которые фактически используются или могут быть потенциально использованы для удовлетворения различных потребностей общества и общественного производства при данном уровне развития производительных сил.

Природно-ресурсный потенциал – это совокупный запас природных ресурсов, служащих для экономического развития территории с учетом общественных потребностей.

Ресурсоемкость – показатель количества используемых природных ресурсов (воды, воздуха, минеральных, топливно-энергетических ресурсов и энергии за единицу времени. Удельная ресурсоёмкость – количество изымаемых и потребляемых природных ресурсов, необходимых для производства единицы конечной продукции.

Землеемкость – показатель, определяющий площадь территории, нарушаемой или используемой человеком в ходе какой-либо деятельности. Удельная землеёмкость – размер земельной площади, необходимой для производства единицы продукции.

Коэффициент экологического использования ресурса - это отношение количества изымаемого ресурса к его запасу на определенной территории.

Нерациональная эксплуатация природных ресурсов ведет к экологическому кризису. Выход из него возможен лишь в результате технологических преобразований, применения средств экологической безопасности. Рациональность природопользования означает достижение не только экономического, культурно-эстетического и рекреационного эффектов, но также охрану окружающей природной среды.

Рациональное природопользование – комплексное, экономически эффективное и неистощительное использование природных ресурсов в сочетании с требованиями охраны окружающей среды и экологической безопасности. Включает необходимые условия развития оптимальных взаимоотношений между природой и обществом.

Принципы экологически сбалансированного развития мирового сообщества были сформулированы в Декларации конференции в июне 1992 г. в Рио-де-Жанейро. Стратегия перехода на путь устойчивого развития заключается в уменьшении антропогенного пресса на биосферу, переходе на экологобезопасные технологии в производстве и всесторонней интенсификации и экологизации экономики, проведением эффективной демографической политики во всех странах.

Ресурсные циклы - это совокупность превращений и пространственных перемещений вещества или группы веществ, происходящих на всех этапах его использования, включая выявление, подготовку к эксплуатации, извлечение из природной среды, переработку, потребление, возвращение в природу.

Каждый ресурсный цикл находится в тесной связи с соответствующим подразделением общественного производства, опирающимся на использование того или иного главного вида естественных ресурсов и обрастающим множеством сопутствующих производств на базе разностороннего применения данного ресурса и дополнительно вовлекаемых в производственный процесс природных материалов.

Ресурсный цикл охватывает не только собственно производственную, но и все остальные стадии обмена веществ между обществом и природой. Ресурсные циклы, основывающиеся на использовании *возобновляемых природных ресурсов* (почвенных, растительных), включают также стадию их воспроизводства, которая связана с воздействием человека на соответствующие части биологического круговорота веществ.

Виды и длительность ресурсных циклов. В современном общественном производстве можно выявить шесть основных ресурсных циклов:

- энергоресурсы и энергия, включая энергохимический подцикл;
- металлорудные ресурсы и металлы, включая коксохимический подцикл;
- неметаллическое ископаемое сырье, включая подциклы горно-химических и минерально-строительных материалов;
- лесные ресурсы и лесоматериалы, включая лесохимический подцикл;
- земельно-климатические ресурсы и сельскохозяйственное сырье;
- ресурсы дикой фауны и флоры.

Водные ресурсы входят обычно во все названные циклы составной частью, так как ни один современный производственный процесс невозможен без воды. Существует и специфический водно-ресурсный цикл, включающий использование воды для ирригации, гидроэнергетики, водного транспорта, водоснабжения, рыболовства.

Каждый ресурсный цикл отличается сложным внутренним взаимодействием соответствующих ресурсов и производств. Многие циклы связаны между собой, формируя единый и чрезвычайно сложный ресурсный процесс внутри отдельных регионов, государств, всего земного шара.

4.2. Принципы рационального природопользования

Принципы рационального природопользования и охраны окружающей среды закреплены в Федеральном законе «Об охране окружающей среды» ФЗ №7 (ст.3) от 10 января 2002 г.:

- приоритет охраны жизни и здоровья человека, обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха населения;
- научнообоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов общества, обеспечивающих реальные гарантии прав человека на здоровую и благоприятную для жизни окружающую среду;
- охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;
- соблюдение требований природоохранного законодательства, неотвратимость ответственности за их нарушения;
- презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной деятельности;
- обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов;
- платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде;
- допустимость воздействия хозяйственной и иной деятельности на природную среду исходя из требований в области охраны окружающей среды;
- обеспечение снижения негативного воздействия антропогенной деятельности на окружающую среду в соответствии с нормативами в области охраны окружающей среды с учетом экономических и социальных факторов насколько возможно достигнуть путем использования *наилучших доступных технологий*;
- гласность в работе и обязательность участия в деятельности по охране окружающей среды органов государственной власти РФ, органов

государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, общественных объединений и некоммерческих организаций, юридических и физических лиц;

- сохранение биологического разнообразия;
- запрещение хозяйственной и иной деятельности, последствия воздействия которой непредсказуемы для окружающей среды, а также реализации проектов, способных привести к деградации естественных экологических систем, изменению и (или) уничтожению генетического фонда растений, животных и других организмов, истощению природных ресурсов и иным негативным изменениям окружающей среды;
- ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды;
- организация и развитие системы экологического образования, воспитание и формирование экологической культуры;
- международное сотрудничество в области охраны окружающей среды;
- обязательность финансирования юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и (или) иную деятельность, мер по предотвращению и (или) уменьшению негативного воздействия на окружающую среду, устранению последствий этого воздействия.

Названные принципы положены в основу концепции устойчивого (экологически допустимого) развития с основным принципом: «экономическое развитие в процессе природопользования должно осуществляться не за счет последующих поколений».

4.3. Безотходные и малоотходные технологии

Рациональное и комплексное использование сырьевых ресурсов имеет решающее значение, так как в настоящее время в конечный продукт включается в среднем лишь около 10% массы используемых природных ресурсов, а остальные 90% теряются. Высшей формой рационального природопользования является такая деятельность человека, которая практически полностью использует природные ресурсы, не порождает загрязнения и отходы, не нарушает ее естественного состояния. При безотходном производстве предполагается создание оптимальных технологических схем с замкнутыми материальными и энергетическими потоками. В идеальном случае такое производство не имеет вредных выбросов в атмосферу, сточных вод и твердых отходов.

Термин «безотходная технология» впервые был сформулирован нашими учеными-химиками Н.Н. Семеновым и И.В. Петряновым-Соколовым в 1956 г. Он получил широкое распространение во всём мире.

Приведено официальное определение данного термина, закрепленное в 1984 г. в Ташкенте решением Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН).

Безотходная технология - это такой метод производства продукции (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором все сырье и энергия используются наиболее рационально и комплексно в цикле первичные сырьевые ресурсы-производство-потребление-вторичные ресурсы, и любые воздействия на природную среду не нарушают ее нормального функционирования.

Безотходная технология включает следующие процессы:

- комплексную переработку сырья с использованием всех его компонентов и получение продукции с отсутствием или наименьшим количеством отходов;
- создание и выпуск новой продукции с учетом ее повторного использования;
- переработку выбросов, стоков, отходов производства с получением полезной продукции;
- бессточные технологические системы и замкнутые системы газо- и водоснабжения с использованием прогрессивных способов очистки загрязненного воздуха и сточных вод;
- создание территориально-промышленных комплексов (ТПК), имеющих замкнутую технологию материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса.

Малоотходная технология - это промежуточная ступень при создании безотходного производства, когда небольшая часть сырья и материалов переходит в отходы, а вредное воздействие на природу не превышает санитарных норм.

Коэффициент безотходности (или коэффициент комплексности) - это доля полезных веществ (%), извлекаемых из перерабатываемого сырья по отношению ко всему их количеству. Этот коэффициент широко используется в цветной металлургии и предлагается в качестве количественного критерия безотходности: для малоотходной технологии он должен быть не менее 75%, для безотходной технологии - не менее 95%.

В настоящее время имеется некоторый опыт в области создания и внедрения малоотходной и безотходной технологий в ряде отраслей промышленности. Однако перевод существующих технологий в малоотходные и безотходные производства требует решения большого комплекса весьма сложных технологических, конструкторских и организационных задач, основанных на использовании новейших научнотехнических достижений.

При этом необходимо руководствоваться следующими принципами.

Принцип системности. В соответствии с ним процессы или производства являются элементами системы промышленного производства в регионе (ТПК) и далее элементами всей экологоэкономической системы, которая включает, кроме материального производства и иной деятельности человека, природную среду (популяции живых организмов, атмосферу, гидросферу, литосферу, биогеоценозы), а также человека и среду его обитания. Поэтому при создании безотходных производств необходимо учитывать существующую и усиливающуюся взаимосвязь и взаимозависимость производственных, социальных и природных процессов.

Комплексность использования ресурсов. Этот принцип создания безотходного производства требует максимального использования всех компонентов сырья и потенциала энергоресурсов. Как известно, практически все сырье является сложным по составу. В среднем более трети его количества составляют сопутствующие элементы, которые могут быть извлечены только при комплексной переработке сырья. Так, комплексная переработка полиметаллических руд позволяет получать около 40 элементов в виде металлов высокой чистоты и их соединений. Уже в настоящее время почти все серебро, висмут, платина и платиновые металлы, а также более 20% золота получают попутно при комплексной переработке полиметаллических руд.

Конкретные формы реализации этого принципа в первую очередь будут зависеть от уровня организации безотходного производства на стадиях отдельного процесса, производства, производственного комплекса и эколого-экономической системы.

Цикличность материальных потоков. Это общий принцип создания безотходного производства. Примерам цикличных материальных потоков являются замкнутые водо- и газооборотные циклы. Последовательное применение этого принципа должно привести в конечном итоге к формированию сначала в отдельных регионах, а впоследствии и во всей техносфере организованного и регулируемого техногенного круговорота вещества и связанных с ним превращений энергии.

Ограничение и исключение вредного воздействия производства на биосферу при планомерном и целенаправленном росте объемов безотходного производства. Этот принцип обязан обеспечить сохранение природных и социальных ресурсов - атмосферный воздух, вода, поверхность земли, здоровье населения. Данный принцип осуществим лишь в сочетании с эффективным мониторингом, развитым

экологическим нормированием и многозвенным управлением природопользованием.

Эффективность организации безотходного производства: комплексное использование всех компонентов сырья; минимизация энерго-, материало- и трудоемкости производства; поиск новых экологически обоснованных сырьевых и энергетических технологий, исключающих или уменьшающих вредное воздействие на биосферу; кооперация производства с использованием отходов одних производств в качестве сырья для других; создание безотходных ТПК.

При создании безотходного производства путем совершенствования существующих и разработки новых технологических процессов обычно используются следующие технологические подходы:

- осуществление производственных процессов при минимально возможном числе технологических стадий (аппаратов), поскольку на каждой из них образуются отходы и теряется сырье;
- увеличение единичной мощности агрегатов, применение непрерывных процессов; интенсификация производственных процессов, их оптимизация и автоматизация;
- создание энерготехнологических процессов, сочетающих энергетику с технологией;
- энерготехнологические процессы позволяют полнее использовать энергию химических превращений, экономить энергоресурсы, сырье и материалы и увеличивать производительность агрегатов.

Для перехода предприятий, особенно новых производств, на безотходную технологию необходима разработка отдельными предприятиями, объединениями, отраслями и в целом правительственными структурами комплексных государственных программ по созданию и внедрению безотходных производств и ТПК.

Общие пути решения экологических проблем:

- вместо деклараций - экологически обоснованные и экономически обеспеченные проекты в мировых рамках;
- интеграция интеллектуальных сил, техники и финансов всех стран мира на осуществление этих проектов;
- регулирование роста народонаселения и потребностей людей, их экологическое просвещение;
- ввод хозяйственной деятельности в пределы емкости экосистем на основе широкого внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий;
- переход на безотходные технологии производства; развитие сельского хозяйства на основе экологически прогрессивных технологий, приспособленных к местным условиям.

Контрольные вопросы

1. Что такое рациональное природопользование и его принципы?
2. Что такое безотходная технология? Какие процессы она включает?
3. Чем отличается малоотходная технология от безотходной?
4. Что такое коэффициент безотходности и его значения?
5. Каковы принципы перевода существующих технологий в безотходные производства?

5. МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННОЙ СРЕДЫ

5.1 Рекультивация антропогенно нарушенных земель

Деградацией земель называют ухудшение качества земель в результате негативного воздействия хозяйственной и (или) иной деятельности, воздействия природных и (или) антропогенных факторов.

Нарушенными считаются те земли, деградация которых привела к невозможности их использования в соответствии с целевым назначением и правовым статусом. В наибольшей степени нарушение земель происходит при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом, а также при производстве строительных работ.

Нарушение земель может происходить также при подземной разработке месторождений вследствие деформации поверхности, например, провалов грунта, складирования выработанных пород, загрязнения промышленными выбросами, нефтепродуктами, сточными водами, буровыми растворами и шламом при бурении и эксплуатации скважин.

Согласно данным Государственного научно-исследовательского института земельных ресурсов, в зависимости от горно-геологических условий месторождений полезных ископаемых добыча открытым способом 1 млн т полезного ископаемого вызывает нарушение площади земельных угодий (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Площадь нарушенных земель при добыче открытым способом 1 млн т полезных ископаемых

Добываемое полезное ископаемое	Нарушенная площадь мин. — макс., га
Каменный уголь	2,6 — 43
Железная руда	14 — 640
Марганцевая руда	76 — 600
Фосфориты	22 — 77

В РФ на 01.01.2019 г. площадь нарушенных земель составила 1072,4 тыс. га, что на 9,9 тыс. га больше по сравнению с 2017 г.

Распределение нарушенных земель по категориям землепользования представлено в табл.5.2 и на рис.5.1.

Таблица 5.2

Распределение нарушенных земель по категориям в 2018 г. (Роскомстат)

Категория земель	Площадь земель	
	тыс. га	%
Промышленности и специального назначения	430,6	40,2
Лесного фонда	238,2	22,2
Сельскохозяйственного назначения	206,0	19,2
Запаса	97,8	9,1
Селитебные	95,5	8,9
Водного фонда	3,0	0,3
ООПТ	1,3	0,1

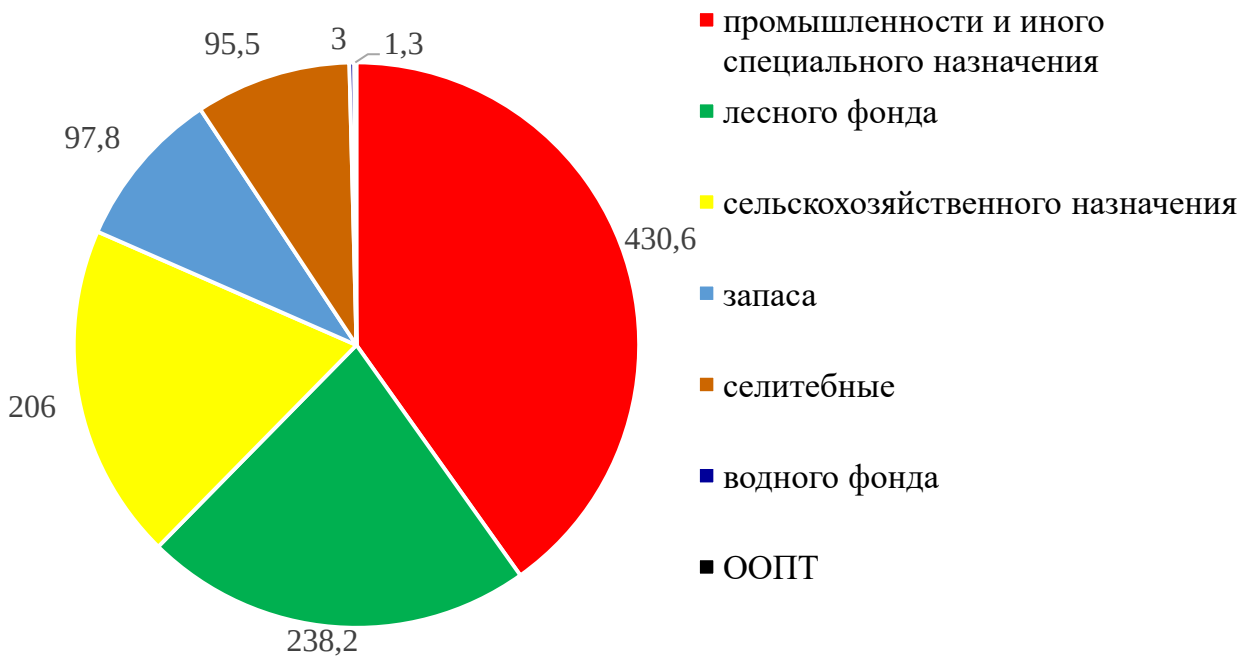


Рис. 5.1. Площадь (тыс. га) нарушенных земель по категориям в РФ на 01.01.2019 г.

Консервация земель – это комплекс мероприятий, осуществляемых после прекращения использования нарушенных земель с целью уменьшения и предотвращения их дальнейшей деградации и (или) негативного воздействия на окружающую среду. Консервация земель проводится в отношении нарушенных земель, если устранение негативных последствий путем рекультивации невозможно в течение *15 лет*.

Рекультивация земель – это комплекс мероприятий по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению плодородия посредством приведения земель в пригодное состояние для их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным

использованием путем устранения последствий загрязнения почвы, восстановления плодородного слоя почвы и создания защитных лесных насаждений (Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 (ред. от 07.03.2019) «О проведении рекультивации и консервации земель»).

Рекультивация земель направлена на достижение соответствия качества земель нормативам качества окружающей среды и санитарно-эпидемиологического благополучия населения, а также нормам и правилам плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

Рекультивация земель должна осуществляться в соответствии с утвержденным проектом рекультивации земель, включающим комплекс инженерно-технических, мелиоративных, агротехнических и фиторемедиационных мероприятий по восстановлению плодородия и биологической продуктивности нарушенных земель, а также охраны окружающей среды от загрязнения.

Объектами **рекультивации являются земли, нарушенные в результате следующей деятельности:**

- разработка месторождений полезных ископаемых открытым или подземным способом, а также добыча торфа;
- прокладка трубопроводов, проведении строительных, мелиоративных, лесозаготовительных, геологоразведочных, испытательных, эксплуатационных, проектно-изыскательских и иных работ, связанных с нарушением почвенного покрова;
- ликвидация промышленных, военных, гражданских и иных объектов и сооружений;
- складирование и захоронение промышленных, бытовых и других отходов;
- строительство, эксплуатация и консервации подземных объектов и коммуникаций (шахтные выработки, подземные хранилища, метрополитен, канализационные сооружения и др.);
- ликвидация последствий загрязнения земель, если для их восстановления требуется снятие верхнего плодородного слоя почвы;
- проведение войсковых учений за пределами специально отведенных для этих целей полигонов.

Рекультивации в обязательном порядке подлежат нарушенные земли, загрязненные химическими, в том числе радиоактивными веществами и микроорганизмами, содержание которых не соответствует нормативам качества окружающей среды и требованиям обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, а также нарушенные земли сельскохозяйственного назначения.

Рекультивации подлежат законсервированные объекты накопленного экологического вреда: полигоны промышленных и твердых бытовых отходов, выемки карьеров, торфоразработки, породные отвалы шахт и карьеров, площадки буровых скважин и т.п.

Росприроднадзор осуществляет государственный земельный надзор за соблюдением обязанностей хозяйствующего субъекта по рекультивации земель (Постановление Правительства РФ от 02.01.2015 № 1 п.5) в случае:

- разработки месторождений полезных ископаемых, включая общераспространенные полезные ископаемые;
- осуществлении строительных, мелиоративных, изыскательских и иных работ;
- завершения строительства, реконструкции и (или) эксплуатации объектов, не связанных с созданием лесной инфраструктуры, ликвидации объектов лесной инфраструктуры.

Способы и приемы рекультивации земель определяются физико-географическими, хозяйственными, экономическими особенностями района, технологиями разработок, физико-химическими свойствами вскрышных пород и другими условиями.

Лица, деятельность которых привела к ухудшению качества земель (в том числе в результате их загрязнения, нарушения почвенного слоя), обязаны обеспечить их рекультивацию в соответствии с утвержденным проектом (п. 5 ст. 13 Земельного кодекса РФ).

Разработка проекта рекультивации земель осуществляется с учетом:

- площади нарушенных земель, степени и характера их деградации, выявленных в результате проведенного обследования земель;
- требований в области охраны окружающей среды, санитарно-эпидемиологических требований, требований технических регламентов, а также региональных природно-климатических условий и местоположения земельного участка;
- целевого назначения и разрешенного использования нарушенных земель.

Разработка проектов рекультивации нарушенных земель (п. 1.2) проводится с учетом следующих факторов (ГОСТ 17.5.3.04-83):

- природные условия района (климатические, педологические, геологические, гидрологические, вегетационные);
- расположение нарушенного (нарушаемого) участка;
- перспективы развития района разработок;
- фактическое или прогнозируемое состояние нарушенных земель к моменту рекультивации (площадь, форма техногенного рельефа, степень

естественного зарастания, современное и перспективное использование нарушенных земель, наличие плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород, прогноз уровня грунтовых вод, подтопление, иссушение, эрозионные процессы, уровень загрязнения почвы);

- показатели химического и гранулометрического состава, агрохимические и агрофизические свойства, инженерно-геологическая характеристика вскрышных и вмещающих пород и их смесей в отвалах в соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель»;
- хозяйственные, социально-экономические и санитарно-гигиенические условия района размещения нарушенных земель;
- срок использования рекультивированных земель с учетом возможности повторных нарушений;
- охрана окружающей среды от загрязнения ее пылью, газовыми выбросами и сточными водами в соответствии с установленными нормами ПДВ и ПДК;
- охрана флоры и фауны.

Рекультивации земель проводится в два этапа.

1. Техническая рекультивация заключается в подготовке земель для последующего целевого применения: выравнивание поверхности, удаление или нейтрализация токсичных для растений веществ, строительство мелиоративных и иных сооружений, восстановление гумусового слоя.

Технические мероприятия предусматривают планировку территории, формирование откосов, снятие поверхностного слоя почвы, нанесение плодородного слоя почвы, устройство гидротехнических и мелиоративных сооружений, захоронение токсичных вскрышных пород, возведение ограждений, а также проведение других работ, создающих необходимые условия для предотвращения деградации земель, негативного воздействия нарушенных земель на окружающую среду, дальнейшего использования земель по целевому назначению и разрешенному использованию и (или) проведения биологических мероприятий.

2. Биологическая рекультивация – мероприятия, направленные на восстановление плодородия почв, включающие агротехнические и фитомелиоративные приемы для улучшения агрофизических, агро- и биохимических и других свойств почвы, восстановление флоры и фауны. Биологическая рекультивация может быть сельскохозяйственной и лесной.

Сельскохозяйственная рекультивация предусматривает создание на восстанавливаемых землях сенокосов, пастбищ, пашни, многолетних плодовых и ягодных насаждений. При рекультивации земель для сельскохозяйственного использование особое внимание уделяют созданию плодородного пахотного слоя, оптимизации способа обработки почвы, подбору культур растений.

Лесная рекультивация предусматривает посадку саженцев древесных культур с закрытой корневой системой на нарушенных землях для создания защитных лесных насаждений различного назначения и ценности.

Согласно требованиям законодательства, все организации обязаны снимать с земельных участков, отведенных под разработки, плодородный гумусовый слой и использовать его для рекультивации. Для сельскохозяйственного применения снимают верхний плодородный слой с содержанием гумуса не менее 1–2%, для черноземов 2–2,5%. Гумусированный слой почвы хранят в штабелях или буртах высотой до 10-15 м. Для защиты штабелей от эрозионных процессов их планируют и засевают травами.

При выполнении различных видов работ в 2018 г. в РФ было нарушено почти 120 тыс. га земель. Вовлеченных в рекультивацию земель на конец 2018 г. оставалось 792,7 тыс. га. Полностью рекультивировано земель – 59,4 тыс. га (49,71 %), в том числе под пашню – 15 тыс. га, под другие сельскохозяйственные угодья – 8 тыс. га, лесные насаждения – 31 тыс. га, водоемы и другие цели – 5,4 тыс. га. Около 40 % рекультивированных земель приходилось на территории разработки полезных ископаемых.

В результате реализации мелиоративных мероприятий в 2018 г. в эксплуатацию возвращено 299 тыс. га, в том числе за счет гидромелиорации – 96,1 тыс. га, агролесомелиорации – 119,1 тыс. га, фитомелиорации – 11,4 тыс. га, культуротехнических мероприятий – 72,5 тыс. га. Фактический объем финансирования мелиоративных мероприятий составил 20532,9 млн р., из которых 11225,3 млн р. – средства федерального бюджета, 918,2 млн р. – средства региональных бюджетов и 8389,3 млн р. – внебюджетные источники. Размер инвестиций, направленных на охрану и рациональное использование земель, в 2018 г. составил 10010 млн р., из них на рекультивацию земель – 3313 млн р.

Рекультивация полигона бытовых отходов является длительным и многоступенчатым процессом. К работам приступают после того, как прошло согласование документации, владелец получил лицензию на их осуществление и необходимое финансирование.

Технический этап включает выполнение механизированных мероприятий по защитному экранированию чаши полигона, накоплению и обработке биогаза, фильтрата, сточных вод (рис. 5.2).

Основные работы на техническом этапе:

- стабилизация и планировка чаши полигона;
- установка дегазаторов;
- установка оборудования для сбора фильтрата и сточных вод;
- установка рекультивационной защиты.

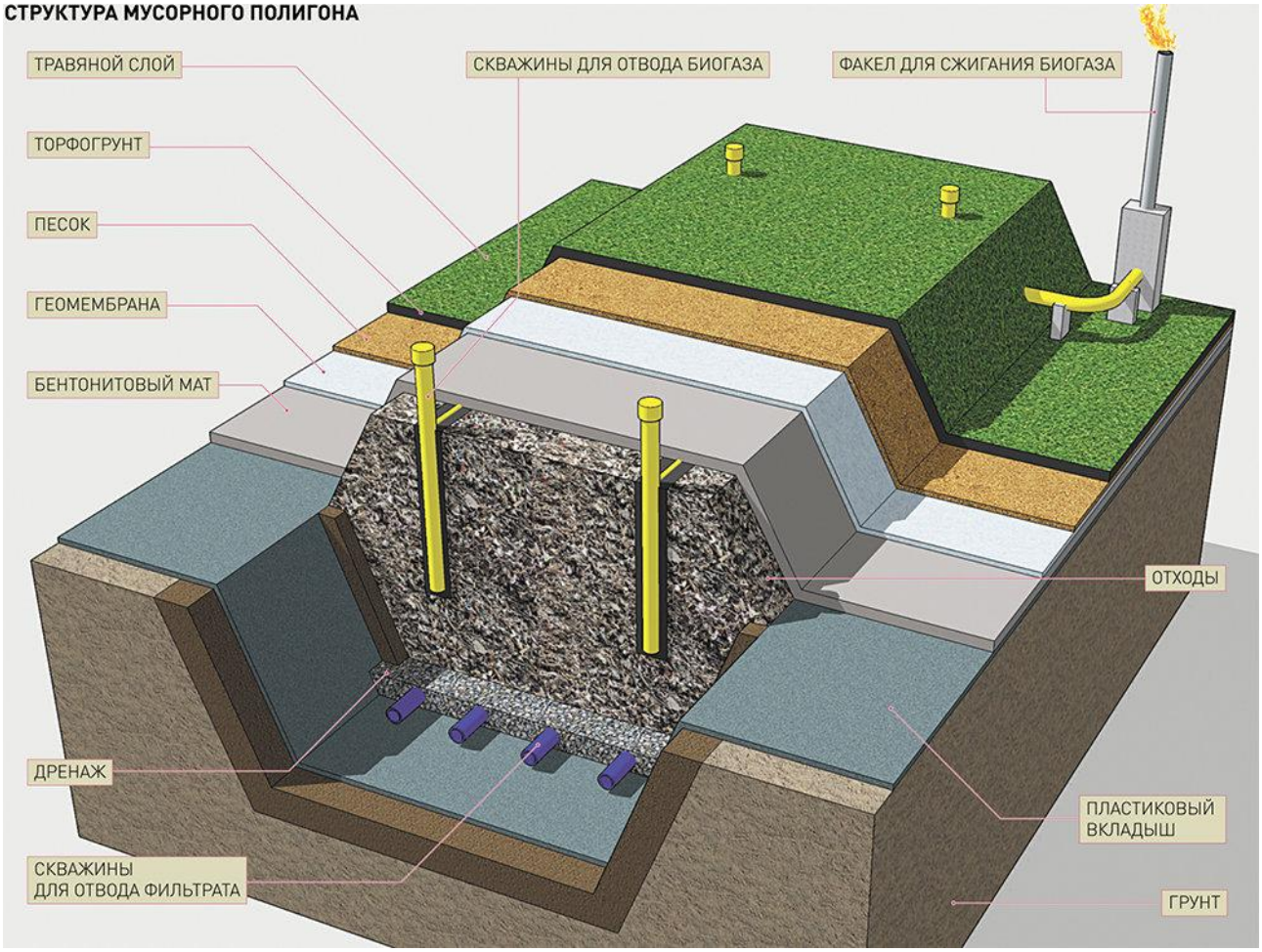


Рис. 5.2. Вертикальный разрез законсервированного полигона ТКО

С целью защиты от атмосферных осадков выполняется внешняя гидроизоляция тела полигона – создается герметичный экран над отходами. Для грунтовых вод устраивается противофильтрационная шпунтовая стенка с заглублением в водоупорный слой. Состав геосинтетических гидроизоляционных покрытий и технология устройства геошпунта индивидуальны в зависимости от задач, которые необходимо решить на конкретном объекте. В экране могут устраиваться дополнительные дренажные или защитно-армирующие прослойки,

система может быть двух- или трехслойной, а геошпунт из ПВХ-профиля может обладать различными характеристиками. Главной задачей остается прекращение доступа влаги к свалочному телу и тем самым остановка процесса образования нового фильтрата. При этом в процессе технической рекультивации после выполаживания откосов по периметру свалочного тела обычно закладывается дренажная система для сбора и отвода остаточного фильтрата из тела полигона.

После формирования герметичного экрана и дренажной системы сбора остаточного фильтрата по поверхности противофильтрационного экрана устраиваются необходимые грунтовые слои, включая плодородный слой почвы. Для очистки фильтрата предусматриваются локальные очистные сооружения, часто в мобильном исполнении, а также обустраивается дренажная система для сбора и отвода биогаза на установку по его сбору.

Важной частью рекультивации следует считать устройство откосов в соответствии с нормативными уклонами и выделенными границами участка. Фактическая крутизна на закрытых полигонах достигает 40-45 ºС и более, что в ряде случаев приводит к обвалам, оползням и т.д. Эффективным способом формирования устойчивого тела полигона является укрепление откосов геосинтетическими материалами, решетками и террасированием с устройством подпорных стен и шпунтовых сооружений по периметру полигона ТКО.

Свалочная газовая смесь (синтез, биогаз) возникает в результате сбраживания отходов органики в ходе их разложения на полигоне ТКО (рис. 5.3). Биогаз содержит 50-75% метана, выбросы которого в атмосферу способствуют образованию парникового эффекта, и углекислый газ (25-50 %).

Рис.5.3. Система сбора и утилизации биогаза на полигонах ТКО

Данное сочетание газовых сред представляет высокую угрозу безопасности для окружающей среды, что выражается в следующем:

- токсичность;
- пожаро- и взрывоопасность;
- затруднение проведения рекультивационных работ;
- загрязнение атмосферы.

Следуя специальной технологии, все исходящие газы собираются и обрабатываются. При этом используются соответствующие газоотводы, созданные при строительстве полигона ТКО.

Чтобы получить топливо, свалочный газ перерабатывают в скрубберах. Скруббер – это аппарат, созданный для очистки свалочного газа. Очистка газа здесь осуществляется при помощи подачи воды. Промывка – одна из оптимальных очистных операций в виду своей относительной дешевизны.

После промывки биогаз можно использовать в следующих процессах:

- генерация тепловой энергии методом прямого сжигания;
- топливная смесь для получения электрической энергии и тепла.

При обогащении биогаза в специализированном оборудовании можно довести содержание метана до 95%, после чего его можно использовать в городских газовых сетях бытового назначения.

Биологический этап рекультивации предусматривает реализацию комплекса мероприятий агротехнического и фитомелиоративного характера, которые позволяют восстановить плодородие земель. Проводится формирование и уплотнение слоя перегноя или компоста, подбираются наиболее подходящие культуры растений, проводится посев или посадка растений (рис. 5.4).

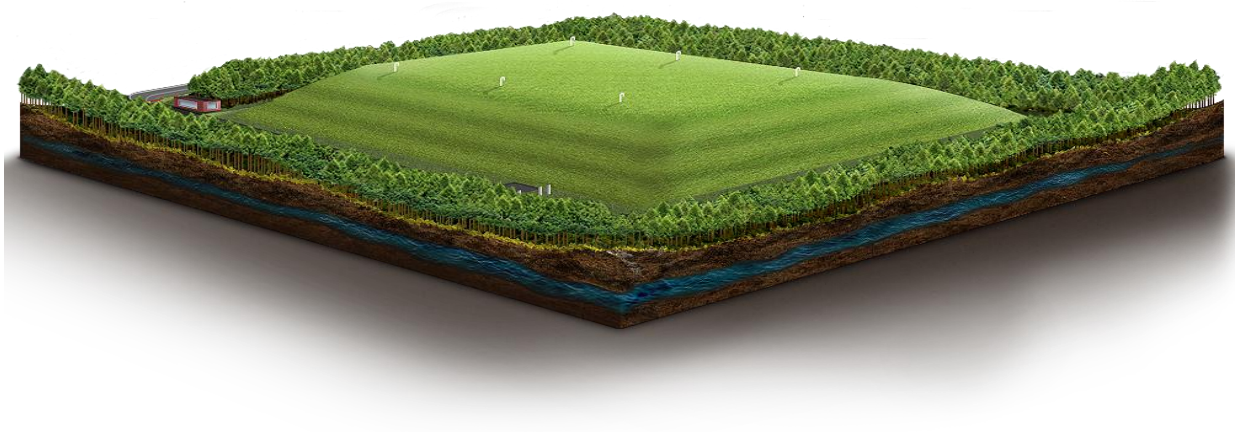


Рис. 5.4. Законсервированный полигон ТКО после биологической рекультивации

Выделяют четыре варианта формирования насаждений, каждый из которых имеет определенный период восстановления земель. Если предпочтение отдается газону с многолетними травами, то восстановление почвы займет 1-3 года. При посадке мелких кустарников либо деревьев на восстановление почвы потребуется 2-3 года. При организации огородов на эти цели потребуется до 15 лет. Это обусловлено небольшой глубиной посадки и регулярным обновлением поверхностного слоя почвы.

5.2. Озеленение урбаногенных и техногенных территорий

Зеленый фонд городских и сельских населенных пунктов представляет собой совокупность территорий, на которых расположены лесные, парковые и иные растительные насаждения. (№ 32-ФЗ от 14.03.2009, № 212-ФЗ от 19.07.2018, № 453-ФЗ от 27.12.2019).

Земельные участки города, занятые городскими лесами, скверами, парками, прудами, озерами, водохранилищами, относятся к рекреационным и используются для отдыха и туризма граждан. В пределах границ населенных пунктов могут выделяться зоны особо охраняемых территорий (природных и национальных парков, памятников природы), в состав которых включаются земельные участки, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное особо ценное значение.

Охрана зеленого фонда городских и сельских населенных пунктов предусматривает систему мероприятий, обеспечивающих сохранение и развитие зеленого фонда, необходимых для нормализации экологической обстановки и создания благоприятной окружающей среды. На территориях, находящихся в составе зеленого фонда, запрещается хозяйственная и иная деятельность, оказывающая негативное воздействие на указанные территории и препятствующая осуществлению ими функций экологического, санитарно-гигиенического и рекреационного назначения.

В системе городского озеленения принято функционально подразделять зеленые насаждения на следующие три категории.

1. Зоны общего пользования. Это доступные для посещения всех граждан лесопарки и парки культуры и отдыха (городские, районные), детские, спортивные парки (стадионы), сады жилых районов и микрорайонов, скверы, бульвары, озелененные полосы вдоль улиц и набережных, озелененные участки общегородских торговых и административных центров, и т. д. Насаждения общего пользования защищают от пыли, избыточной солнечной радиации, создают комфортные условия для продолжительного отдыха, занятий

физкультурой и спортом, проведения культурно-просветительных и зрелищно-развлекательных мероприятий. Согласно СП 42.13330.2016, площадь озелененных территорий общего пользования в крупных городах и мегаполисах должна быть не менее 16 $м^2$ / чел. Хорошо озелененным можно считать город, в котором на одного жителя приходится 20-30 $м^2$ и более зеленых насаждений.

2. Зоны ограниченного пользования. К этой категории относятся насаждения, рассчитанные на использование ограниченными группами населения, включая придомовые территории, детские, учебные, спортивные заведения (клубы, дворцы культуры и спорта, дома пионеров), культурно-просветительские, социальные, лечебные и научно-исследовательские учреждения, и т.д.

3. Зоны специального назначения. Это насаждения вдоль улиц, магистралей, на площадях, коммунально-складских территориях и в санитарно-защитных зонах, ботанических, зоологических садов, насаждения ветрозащитного, мелиоративного, водо- и почвоохранного значения, противопожарные насаждения, питомники, цветочно-оранжерейные хозяйства, насаждения кладбищ и крематориев.

Степень озеленения города, его привлекательность во многом определяются количеством и состоянием зеленых насаждений общего пользования.

Критерии и факторы, которые необходимо учитывать при выполнении озеленительных работ в городе, следующие:

- климатические условия;
- вид озеленения;
- рекреационная нагрузка;
- состав почвы и грунта;
- техногенная нагрузка.

Основными типами посадки растений для городского озеленения являются рядовые и аллейные посадки деревьев, группы (куртины), солитеры, живые изгороди, рабатки, шпалеры, газоны.

В условиях города используется два вида озеленения: стационарное и мобильное. *Стационарное озеленение* — это обычная посадка растений в грунт. При *мобильном озеленении* растения сажают в специальные передвижные емкости — вазоны, контейнеры. Оба эти вида в одинаковой степени используются для создания архитектурно-ландшафтных объектов: садов, цветников, скверов, внутридомовых площадок с цветами и деревьями. Стационарное и мобильное озеленение устраивают на естественных и искусственных элементах рельефа, крышах и даже фасадах зданий.

При озеленении конкретных городских объектов нужно подбирать растения, способствующие наилучшему решению поставленных задач. Например, если необходимо озеленить улицу, застроенную многоэтажными зданиями, и при этом защитить фасады от солнца, лучше всего использовать высокие деревья: тополь, березу, липу, клен остролистный. Если требуется создать тень на тротуарах, то достаточно высадить низкие деревья или высокие кустарники: черемуху, рябину, клен татарский, акацию-карагач, боярышник. При этом нужно учитывать, что высота деревьев и кустарников одних и тех же пород в разных условиях может сильно отличаться. Например, в Москве липы в парках достигают высоты 30 м, а на улицах города — только 9,7 м.

Большое значение при выборе растений для городского озеленения имеет форма кроны, особенно у деревьев. Она очень важна при создании строгих композиций — обсадке площадей, улиц, общественных зданий и т.д. Некоторые кусты и деревья отличаются четкой геометрической формой кроны, а некоторые требуют ее формирования. Хорошо поддаются стрижке пихта, облепиха, ель обыкновенная, шиповник, рябина, липа, туя. Их использование в озеленении может помочь созданию эстетичных композиций.

Еще один важный фактор выбора — *плотность кроны*. Деревья и кустарники с плотной кроной наиболее эффективно защищают от солнечных лучей, ветра и снега. Растения с прозрачной кроной увеличивают игру света и тени и используются в сложных композициях в качестве дополнения к архитектуре зданий. Малопрозрачную крону имеет пихта, черемуха, вяз, липа, дуб, каштан. Прозрачная крона у груши, осины, сливы, акации, абрикоса.

Аллейные посадки применяются при озеленении парков и улиц. Деревья высаживают в две параллельные линии вдоль дорожек на одинаковом расстоянии друг от друга. Деревья при аллейном способе должны быть одного возраста, чтобы аллея получилась ровной и однородной. Породы деревьев обычно используют одинаковые, но в некоторых случаях уместна и высадка двух или трех разных пород. Яркий пример классических аллей — каштановые аллеи Парижа, в честь которых парижане даже устраивают ежегодный праздник.

Рядовая посадка — это самый простой и распространенный способ, при котором деревья или кустарник высаживают в одну линию вдоль дорожек или по периметру площадок. Практически на любой улице любого города можно встретить этот тип посадки.

Групповая посадка (куртина) состоит из нескольких деревьев, высаженных искусственно на открытом месте. Группа может быть одновидовой — из одного вида дерева или кустарника, смешанной из

деревьев, смешанной из кустарников и сложной, состоящей из деревьев и кустарников одновременно. Иногда в состав групп входят многолетние цветочные растения.

Одиночные посадки (солитеры) проектируют на открытых пространствах для украшения небольших территорий. Для них используют красиво цветущие кустарники — розу, сирень, жасмин или деревья с оригинальным цветом и формой кроны — голубые ели, липы, дубы.

Живые изгороди, как правило, делают из кустарников и используют для ограждения участков, клумб, газонов, площадок для отдыха или в декоративных целях. Защитные изгороди обычно создают из колючих кустарников, их высота может достигать 1–2 м. Декоративные изгороди гораздо меньше по высоте, например, высота бордюра — менее 0,5 м.

Газон — самый распространенный вид озеленения городских территорий. Газоны есть и в жилых кварталах, и в общественных зонах, и на территориях предприятий. Существует три типа газонов для озеленения: обычный, партерный и однолетний мавританский. Обычный газон засевают одним видом или смесью трав и периодически подстригают для придания ему аккуратного вида. Партерный газон устраивают на самых ответственных участках садов, парков, возле культурных учреждений. Это элитный вид газона, состоящий только из одного определенного вида травы и требующий особых условий и ухода, включающего стрижку раз в 10 дней, регулярный полив и подкормку. Партерный газон отличается высокой плотностью, однородной окраской. Мавританский газон состоит из смеси злаковых трав и цветущих однолетников. Стричь такой газон не нужно, он должен расти естественно. Очень красиво мавританские газоны смотрятся в больших парках и садах.

Кроме упомянутых видов посадки, при озеленении городских территорий также используются всем хорошо известные ***клумбы, рабатки и цветники***. Выбор вида озеленения зависит от того, с какой именно территорией ведется работа. В большинстве случаев специалисты комбинируют несколько типов насаждений, получая в результате гармонично сформированное пространство, в котором все элементы связаны не только между собой, но и с городской застройкой.

Техногенные территории промышленных площадок и санитарно-защитных зон также имеют план озеленения (рис. 5.5).

Промышленное производство является источником загрязнения атмосферного воздуха, поэтому важное значение в оздоровлении окружающей среды имеют озелененные санитарно-защитные зоны (СЗЗ) между промышленными предприятиями и жилыми территориями.

Рис. 5.5. Схема озеленения промышленной площадки и санитарно-защитной зоны предприятия

Минимальная площадь озеленения принимается в зависимости от ширины СЗЗ. В соответствии с действующими санитарными нормами СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 для предприятий различных классов вредности установлена следующая ширина СЗЗ:

- I класса — 1000 м;
- II класса — 500 м;
- III класса — 300 м;
- IV класса — 100 м;
- V класса — 50 м.

В СЗЗ не допускается размещение жилых зданий, детских и дошкольных учреждений, общеобразовательных школ, лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений, стадионов и спортивных площадок, садов и парков.

Озелененные территории СЗЗ предприятий должны составлять:

- I класса — не менее 40%;
- II - III класса — не менее 50%;
- IV - V класса — не менее 60%.

Озеленение СЗЗ предприятий I класса предусматривает древесно-кустарниковую защитную полосу со стороны жилой застройки.

Защитные древесно-кустарниковые насаждения следует высаживать также между промышленными объектами. Размещение элементов озеленения СЗЗ осуществляется с учетом характера производственных вредностей, а также местных природно-климатических и топографических условий. Конструкция и ассортимент защитных древесно-кустарниковых полос определяется их назначением.

Для поглощения и отражения шума создается высокая полоса из деревьев и кустарников с поперечным сечением в виде трапеции; для защиты от пыли — высокая полоса из плотных посадок деревьев и кустарников прямоугольного поперечного сечения.

Проект озеленения СЗЗ по строительным нормам и правилам является составной частью общей проектной документации на строительство предприятия. Созданию проекта озеленения должны предшествовать: изучение санитарно-гигиенических условий (источники загрязнений и их размещение, состав и концентрация выбросов, зона их распространения, источники шума и других вредностей, а также особенности рельефа территории); изучение почвенных условий и уровня залегания грунтовых вод, ассортимента имеющихся растений и их состояния. Изучается также направление основных пешеходных и транспортных потоков, архитектурно-планировочное, панорамное, технологическое и инженерное решение промышленного предприятия и прилегающих территорий.

Рекомендации и технические указания по озеленению СЗЗ промышленных предприятий содержат ряд общих принципов и положений. Рекомендуется располагать насаждения так, чтобы обеспечить чередование открытых (газонных) и закрытых (древесно-кустарниковых) пространств, что будет способствовать рассеиванию газообразных выбросов. Возникающие при этом горизонтальные и вертикальные потоки воздуха способствуют успешному проветриванию территории промышленного предприятия и всей зоны. Не желательно создание загущенных посадок и очень крупных массивов плотной структуры.

Планировочное решение СЗЗ должно учитывать весь комплекс природно-климатических факторов: почвенно-климатические условия, рельеф местности, преобладающее направление ветров, наличие крупных лесных массивов и водных поверхностей, микроклиматические особенности района строительства.

План размещения зеленых насаждений составляется на основе схемы функционального зонирования СЗЗ, которая предусматривает наиболее рациональное размещение производственно-вспомогательных и коммунально-бытовых предприятий, складских территорий, участков

озеленения административно-служебных зданий, стоянок автотранспорта, гаражей и т. д. В соответствии со схемой функционального зонирования выделяются зоны: промышленная, вспомогательных производств, транспортная, хозяйственно-складских территорий, административных площадей и озеленения.

Для каждой зоны выбирается свой тип размещения насаждений и соответствующий ассортимент растений. Насаждения должны защищать атмосферный воздух селитебной территории от загрязнения и противостоять повреждению от загрязнения. С учетом функционального назначения на каждом конкретном участке определяется два типа посадки: «изолирующие» и «фильтрующие» насаждения.

Изолирующие насаждения располагают вокруг зданий, столовых, лабораторий, площадок кратковременного отдыха, а также у границ предприятия, СЗЗ и др. Обычно они имеют вид плотных полос, расположенных перпендикулярно направлению распространения выбросов. Защитные полосы должны состоять из нескольких рядов древесных пород, наиболее устойчивых в данных условиях, и двух - четырех рядов кустарников.

В СЗЗ необходимо создавать смешанные насаждения, обладающие наибольшей биологической устойчивостью и высокими декоративными достоинствами. Однако не следует стремиться к увеличению количества пород. Лучше выбрать одну-две устойчивые древесные и две-три кустарниковые породы с учетом их взаимодействия. При этом не менее 50% общего числа высаживаемых деревьев должна занимать главная древесная порода, обладающая наибольшей жизнеспособностью в данных почвенно-климатических условиях и конкретной производственной ситуации.

Парадные скверы являются центральным композиционным ядром системы озеленения предприятий. Их площадь зависит от величины промплощадки и количества работающих на предприятии и составляет обычно 2-4 га. Парадные скверы часто разбивают у центрального входа на предзаводской территории. Большая часть территории сквера отводится под площадку с искусственным покрытием. Преимущество здесь отдается цветочному оформлению и газонам, а деревья и кустарники служат для необходимого затенения территории.

Система озеленения каждого типа предприятий специфична. Так, на территории химических предприятий система озеленения должна способствовать улучшению условий труда, создавать хорошую аэрацию территории и препятствовать прониканию вредных выбросов в селитебную зону. Здесь не рекомендуется в больших количествах высаживать деревья и кустарники в связи с их ветрозащитными,

газозадерживающими и увеличивающими влажность воздуха свойствами. Систему озеленения территории такого типа предприятий составляет газоустойчивый газон, занимающий до 100% озеленяемой площади, с небольшим включением газоустойчивых деревьев и кустарников. Деревья размещаются одиночно или небольшими группами по 3-5 шт., кустарники - рыхлыми группами. Лучшими для этой цели являются высокоствольные с ажурной кроной деревья и низкорослые кустарники.

Озеленение территорий промышленных предприятий, выделяющих в ходе технологического процесса пыль, осуществляется за счет густых древесно-кустарниковых насаждений. Озеленение складских и транспортных зон может состоять из газонов с единичной посадкой деревьев и кустарников.

Вблизи литейно-плавильных цехов (за исключением цехов титанового литья) рекомендуется высаживать только небольшие группы (3-4 шт.) низкорослых деревьев и кустарников или одиночные деревья, расположенные на значительном расстоянии друг от друга (8-10 м и более). Участки у цехов титанового литья озеленяются произвольнее.

У травильных цехов возможно использовать лишь ограниченное число устойчивых растений. Категорически запрещается создание здесь плотных, компактных групп или рядовых посадок. У механических цехов рекомендуется использовать высокие деревья.

В зоне кузнечно-штамповочных цехов озеленение должно быть направлено на снижение производственных шумов и состоять из плотных полос деревьев и кустарников, желательно общей шириной 20-25 м, но не менее 5-6 м.

Для предотвращения перегрева стен и оконных проемов цехов создаются полосы зеленых насаждений из высоких деревьев вдоль стен корпусов или применяется вертикальное озеленение при ориентации окон на юг и юго-запад, а при ориентации окон на север устраиваются только газоны с посадками низкорослого кустарника.

5.3. Биоремедиация производственных, коммунальных сточных вод и загрязненных водоемов

Биоремедиацией называют комплекс биологических методов и технологий очистки сточных и загрязненных природных вод с использованием экосистемных функций самоочищения.

Широкое применение получили методы *биоремедиации* загрязненных вод, основанные на активном участии высшей водной растительности с ассоциированным комплексом микроорганизмов и беспозвоночных животных в процессах поглощения, ассимиляции, трансформации,

деградации загрязняющих веществ. В процессе биоремедиации используется солнечная энергия и ассимиляционный потенциал экосистемы, что обусловливает низкую себестоимость этого метода. Недостатками её являются сезонный характер роста и отмирания фитомассы, длительность очистки, необходимость периодического извлечения и замены макрофитов [17].

Новое прикладное направление экологии - экологическая инженерия - предлагает ряд вариантов решения проблемы обезвреживания сточных вод, с использованием технологии *искусственных ветландов* (*constructed wetlands)*. В литературе используются эквивалентные термины: «биоплато», «биопруд», «биоинженерные сооружения», «фитоочистные поля», «ботанические площадки». Сконструированные болотные экосистемы объединяют физические, химические и биологические процессы самоочищения, вовлекают болотную растительность, почвы, связанные с ними микробные сообщества в процесс очистки сточных вод. Принципиальное строение биоплато можно представить в виде четырёх основных элементов: водоупорный слой, болотные растения, устройства для равномерного распределения сточных вод и регулирования уровня воды (рис. 5.6).

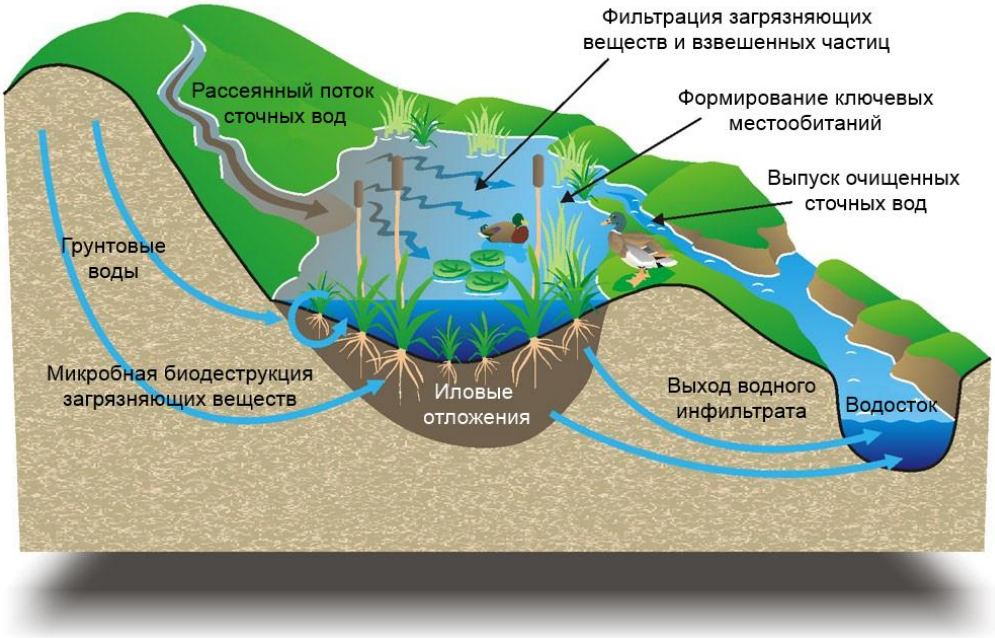


Рис. 5.6. Схема биоремедиации сточных вод с помощью биопруда

Подбор наиболее подходящих видов растений для посадки на биоплато должен проводиться проектировщиком системы исходя из местных климатических и природных условий. Наиболее широко используемыми видами макрофитов для искусственных ветландов можно назвать тростник, рогоз и камыш [19]. Биопруды имеют значительные

преимущества и обеспечивают высокую степень доочистки стоков по сравнению с традиционными методами, требуют меньшего количества обслуживающего персонала, срок их эксплуатации не ограничен, они просты и надежны в эксплуатации, а энергозатраты сокращаются в 150-200 раз [12].

Существуют два подхода к решению проблемы очистки сточных вод. Первый – это сосредоточение и очистка сточных вод в искусственных механобиологических установках (аэротенки). При этом процесс ведется на достаточно компактных площадках, но требует больших удельных энерго- и трудозатрат. Второй заключается в рассредоточенной обработке сточных вод в трансформированных природных или искусственных экосистемах. Такой способ требует значительно больших площадей, но меньших энерго- и трудозатрат, например, биопруды [16].

Искусственные ветланды бывают четырех типов [21]:

1) со свободной водной поверхностью (биопруд, биопонтон);

2) с горизонтальным поверхностным и подповерхностным потоком;

3) с вертикальным подповерхностным потоком;

4) комбинированные.

На практике применяют следующие три типа искусственных ветландов в зависимости от местоположения гидравлической проектной линии.

1. Системы поверхностного потока внешне напоминают естественные болота наличием стоячей воды и укорененных водных растений. Сточные воды в таких системах проходят через листовую поверхность, стебли и корневую систему растений.

2. Системы подповерхностного потока не имеют открытых водных пространств и постоянного уровня воды, а представляют собой ложе из фильтрующих материалов (щебня, гравия, гальки, песка с перегноем), которое засаживается гигрофитами. При правильном проектировании и эксплуатации сточные воды проходят систему ниже поверхности среды в контакте с ризосферой растений.

3. Системы вертикального потока представляют собой резервуар, наполненный песчаным или гравийным фильтрующим материалом и засаженный водными растениями. Устройство биоплато можно представить в виде четырёх основных компонентов: водоупорный слой, болотные растения, устройства для подведения, распределения, отведения стока и регулирования уровня воды (рис. 5.7).

Наилучшими свойствами фильтрующего слоя по отношению к скорости потока для удаления загрязнителей является сочетание песка и гравия. Значительного повышения уровня микробной нитрификации и

денитрификации можно добиться введением в систему дополнительных поверхностей, например, прутьев, а также илового осадка [19].

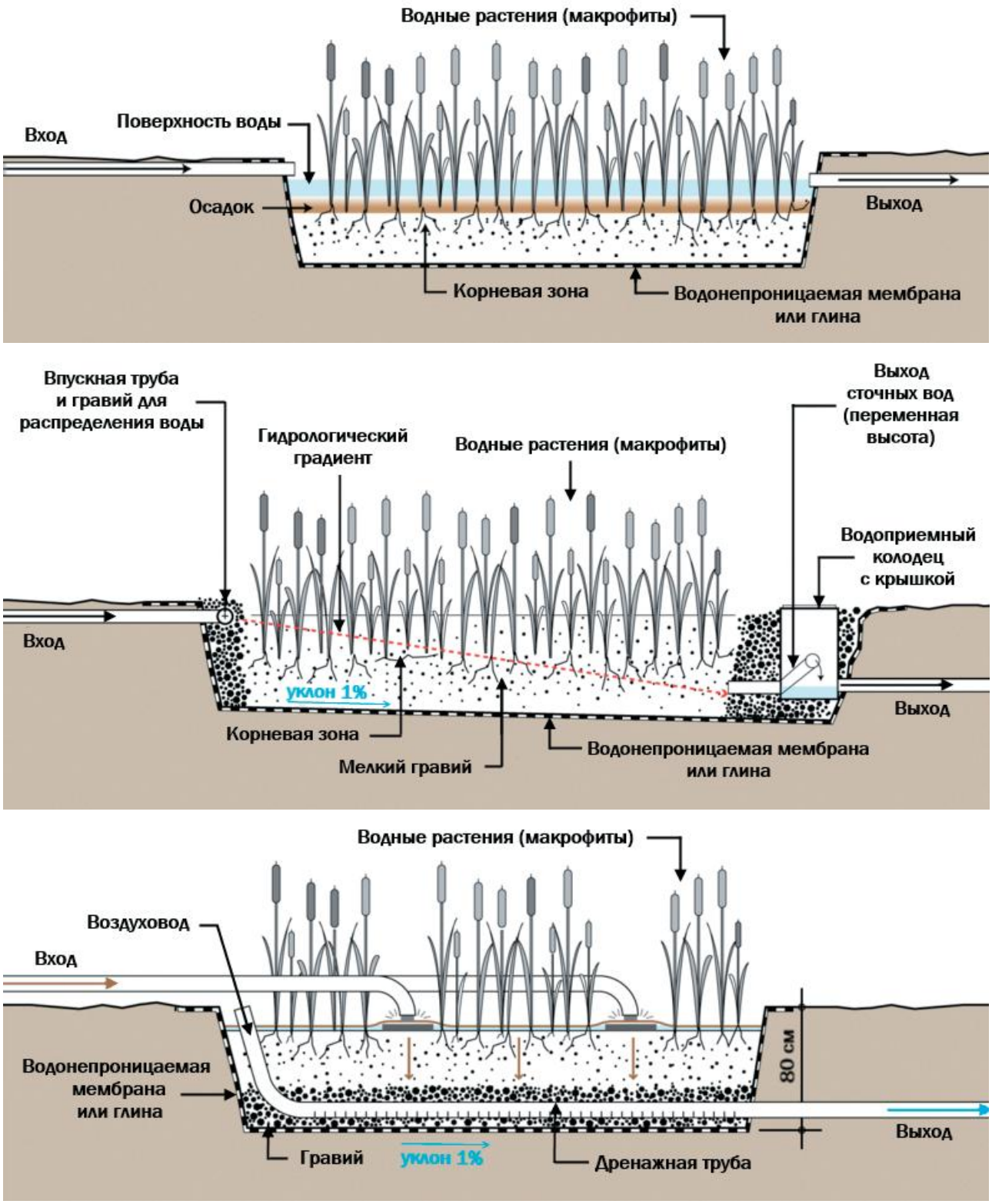


Рис. 5.7. Схема устройства основных типов фитоочистных систем:
А –свободная водная поверхность; *Б* – горизонтальный подповерхностный поток; *В* – вертикальный подповерхностный поток

Эксплуатационные параметры биоплато с горизонтальным и вертикальным потоком сточных вод представлены в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Расчётные параметры ФОС с горизонтальным и вертикальным потоками сточных вод

Тип потока	Удельная площадь ФОС, $м^2$/чел.		Органическая нагрузка, мин. – макс.		Гидравлическая нагрузка, $м^3/м^2$*сут.	
	мин.	макс.	БПК5, $г/м^2$сут	ХПК, $г/м^2$сут	мин.	макс.
Горизонтальный	2	20	4 - 8	–	0,005	0,08
Вертикальный	1	6	2,62 - 180,9	2,5 - 320	0,006	1,37

Десятки тысяч биоплато действуют на территории Германии и в США, тысячи – в Австралии, сотни – в странах Северной Европы [21]. Системы с поверхностным потоком принимаются в основном в США, а с подповерхностным – в Европе и на других континентах. Среди систем с подповерхностным потоком преобладает горизонтальный тип с горизонтальным потоком. Исключением служат французские системы с вертикальным типом потока. Гибридный тип, а также системы без субстрата используются реже. В последнее десятилетие стали распространяться так называемые комбинированные инженерные системы с принудительной аэрацией и особыми реактивными субстратами [14].

В России имеется опыт использования фиторемедиационных систем с открытой водной поверхностью. Это биологические пруды доочистки, биоплато или габионные очистные фильтрующие сооружения, предназначенные для обработки ливневых стоков или третичной очистки для сооружений с активным илом. Биопруды получили широкое распространение, в основном, в европейских странах [12].

В рамках международного проекта (Россия, Финляндия, Швеция и Нидерланды) в пос. Шонгуй Мурманской области создано единственное в мире биоплато для очистки сточных вод за Полярным кругом [13]. В условиях еще более низких среднегодовых температур (–1,5ºС) и морозных зим (до –53ºС) эксплуатируется несколько биоплато подповерхностного и поверхностного стока в Томской области [18].

Применение водных макрофитов для глубокой доочистки промышленных сточных вод в биологических прудах от органических и минеральных загрязнителей является наиболее эффективной и экономически выгодной системой биологической очистки. Результаты технико-экономических расчетов свидетельствуют о больших

преимуществах применения биопрудов с макрофитами в технологических схемах очистки сточных вод.

При очистке сточных вод чаще всего используют такие виды макрофитов, как камыш, тростник озерный, рогозы узколистый и широколистый, рдесты гребенчатый и курчавый, спироделла (многокоренник), элодея канадская, касатик желтый, сусак зонтичный, стрелолист, гречиха земноводная, резуха морская, уруть, ирис и др. [20]. Самыми распространёнными видами макрофитов можно назвать тростник, рогоз и камыш [19]. В лабораторных экспериментах при фильтрации сточных вод животноводческого комплекса крупного рогатого скота через заросли прибрежно-водных растений количество различных минеральных солей уменьшалось на 37-57%, хлоридов на 56%, сульфатов на 34%. В этих опытах наилучшие результаты показали тростник, рогоз, ирис ложноаировый, камыш.

Во многих странах широко используются системы очистки шахтных вод на плантациях камыша и тростника. Описаны сооружения с камышовой растительностью для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод в Нидерландах, Японии, Китае; для очистки загрязненного поверхностного стока в Норвегии, Австралии и в других странах. Выносливость камыша к действию больших концентраций загрязняющих веществ позволила довольно успешно использовать его для очистки сточных вод свиноводческих комплексов в Великобритании.

Очистные системы вторичной и третичной очистки бытовых сточных вод, основанные на применении элодеи, пригодны в умеренном климате, где могут круглый год поглощать биогенные элементы.

В г. Бентоне (США) с населением 4700 человек с 1985 г. осуществляется очистка бытовых сточных вод в прудах с зарослями камыша и других водных растений. Стоимость такой системы в 10 раз меньше, чем традиционных систем для удовлетворительного качества очистки воды от соединений азота, фосфора, взвешенных и органических веществ [12].

В Ирландии (г. Вильямстоун) успешно эксплуатируется система совместной очистки хозяйственно-бытовых вод (72%) и поверхностного стока (28%), организованная в виде трех мелководных лагун, две из которых засажены камышом и рогозом, а третья представляет собой биопруд с плавающими водными растениями – кубышкой и ряской. Среднее уменьшение концентраций загрязняющих веществ в системе за двухлетний период изучения составляет: для БПК 48 %, для взвешенных веществ 83%, для общего азота 51%, для общего фосфора 13 %, патогенные микроорганизмы 99,77 % [12].

При использовании водного гиацинта в системе очистки бытовых сточных вод в США эффективность очистки по $БПК_5$ достигает 97–98 %. В Китае водный гиацинт используется для очистки сточных вод кинофабрики от серебра. Установлено, что эффективность очистки воды от серебра составила 100 %, взвешенных веществ 91 %, соединений фосфора и азота, соответственно 53,9 %, и 92,9 %; при этом БПК и ХПК уменьшилась на 98,6 % и 91,0 % [12].

Возможность широкого внедрения биопрудов в технологию очистки загрязненных природных вод и доочистки сточных вод ограничена необходимостью выделения значительных территорий для их устройства. Однако относительная простота конструирования и экономическая эффективность таких очистных сооружений, интенсификации процессов самоочищения в биопрудах обусловили большую заинтересованность в их использовании как сравнительно дешевого метода доочистки промышленных сточных вод.

Создание замкнутых систем промышленного водоснабжения с использованием сточных вод, очищенных в биопрудах с макрофитами, позволяет обеспечить охрану поверхностных водоемов от попадания химических и биологических загрязнений. Это обеспечивает эпидемическую безопасность природных водоемов [12].

Биоплато обеспечивают высокую степень доочистки стоков по сравнению с традиционными физико-химическими методами, требуют меньшего количества обслуживающего персонала, срок их эксплуатации более длителен, они просты и надежны в эксплуатации, при этом энергозатраты ниже в 150-200 раз [12]. Использование солнечной энергии и ассимиляционного потенциала экосистемы обуславливает низкую себестоимость биотехнологии. Недостатками её являются: сезонный характер вегетации и отмирания фитомассы, продолжительность процесса биологической очистки, необходимость периодического извлечения и замены макрофитов.

С помощью внесения разных культур водорослей (хлореллы) в воду биопрудов возможно достичь управления процессами не только биологического самоочищения и восстановления качества воды, а также одновременного уменьшения патогенной микрофлоры в сточных водах.

При использовании макрофитов в биопрудах для доочистки сточных вод необходимо свести к минимуму вторичное загрязнение.

По характеру вторичного загрязнения воды макрофиты подразделяют на три группы:

- оседающие на дно сразу после отмирания и образующие целлюлозный ил, который потребляет свободный кислород и приводит к вторичному загрязнению воды (рдест, листья камыша);

- длительно сохраняющие плавучесть на поверхности воды после отмирания с большими воздушными камерами внутри стебля, что обусловливает незначительное вторичное загрязнение воды (разные виды рогоза, хвощ водный, манник, водный гиацинт);
- всплывающие или выбрасываемые после отмирания на берег водоема растения с воздушными камерами в стеблях и восковым покрытием, вторичное загрязнение воды не вызывают (камыш озерный) [12].

Промышленная эксплуатация биопрудов с макрофитами создает необходимость переработки и обеззараживания накопленных отходов. Для этого проводят мероприятия, включающие полное прекращение подачи сточных вод в биопруд и механическую очистку осадка его дна. Отмершую биомассу растений можно использовать как сельскохозяйственные удобрения, корма для животных, источник биогаза [12].

Доочистка промышленных сточных вод в биопрудах с макрофитами значительно улучшает санитарно-химические и санитарно-микробиологические показатели качества воды и приближает ее по качеству к воде поверхностных водоемов хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного значения.

Контрольные вопросы

1. Какие земли называют нарушенными?
2. Какие основные причины нарушения земель?
3. Сформулируйте определения консервации и рекультивации земель.
4. Какие земли являются объектами рекультивации?
5. Какие факторы учитываются при разработке проектов рекультивации нарушенных земель?
6. Как мероприятия включают в себя техническая и биологическая рекультивация земель?
7. Какой метод сбора и очистки биогаза используется?
8. Какое применение имеет полученный биогаз?
9. Какие типы растительных насаждений можно сформировать на рекультивируемых землях полигонов ТКО?
10. Какие функциональные категории зеленых насаждений представлены на территории городских и сельских населенных пунктов?
11. Какие факторы необходимо учитывать при выполнении озеленительных работ в городе?
12. Какие особенности видов древесно-кустарниковой растительности необходимо учитывать для разных задач озеленения городской территории?

13. Какие типы посадки растительности используются для озеленения городской территории?
14. Какую долю должны составлять озелененные территории СЗЗ предприятий разного класса опасности?
15. Какие особенности озеленения СЗЗ и промплощадок предприятий разных отраслей промышленности?
16. Какие экотехнологические мероприятия называют биоремедиацией?
17. Какие достоинства и недостатки имеет биоремедиация?
18. Какую наименьшую долю должна составлять озелененная территория СЗЗ предприятий разного класса вредности?
19. Какие функциональные элементы имеет биоплато?
20. Составьте принципиальные схемы четырёх систем искусственных ветландов.
21. Какие достоинства и недостатки имеет каждая из четырёх систем искусственных ветландов?
22. Какие примеры эффективного функционирования биоплато для очистки производственных и коммунально-бытовых сточных вод?
23. Какие виды прибрежно-водных и плавающих водных растений широко используют для биоремедиации сточных вод?
24. Какие существуют способы рационального использования органических отходов биоремедиации сточных вод?

6. ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Предотвращение загрязнения – использование процессов, практических методов, материалов или продукции, которые позволяют избегать загрязнения, уменьшать его, или бороться с ним.

Для организации постоянной работы по охране окружающей среды и выполнения соответствующих нормативных требований на крупных предприятиях создаются экологические службы (отделы). На средних и мелких предприятиях соответствующая работа возлагается на эколога (специалиста по охране окружающей среды).

Экологическая служба предприятия должна решать следующие вопросы:

- поддерживать контроль за соблюдением в подразделениях предприятия экологического законодательства, инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды;
- разрабатывать проекты перспективных и текущих планов по охране окружающей среды;
- контролировать выполнение планов по охране окружающей среды;
- участвовать (в качестве представителя предприятия) в проведении экологической экспертизы технико-экономических обоснований, проектов расширения и реконструкции действующих производств, а также создаваемых новых технологий и оборудования, разработке мероприятий по внедрению новой техники;
- участвовать в проведении научно-исследовательских и опытных работ по очистке промышленных сточных вод, предотвращению загрязнения окружающей среды выбросами вредных веществ в атмосферу, уменьшению или полной ликвидации технологических отходов, рациональному использованию земельных и водных ресурсов;
- контролировать соблюдение технологических режимов природоохранных объектов;
- контролировать состояние окружающей среды в районе расположения предприятия;
- составлять технологические регламенты, графики аналитического контроля, паспорта, инструкции и другую техническую документацию;
- проверять соответствие технического состояния оборудования требованиям охраны окружающей среды и рационального природопользования;
- вести в установленном порядке отчетность о выполнении мероприятий по охране окружающей среды.

В том случае, если предприятие работает в рамках стандартов серии ИСО 14000, экологическая служба поддерживает и сопровождает работу на предприятии по обеспечению требований этих стандартов.

6.1. Экологический паспорт промышленного предприятия

ГОСТ Р 17.0.0.06-2000 «Охрана природы (ССОП). Экологический паспорт природопользователя. Основные положения. Типовые формы» устанавливает основные положения по построению, изложению, оформлению и заполнению типовых форм экологического паспорта природопользователя и рекомендуется для разработки и ведения юридическими лицами, независимо от форм собственности осуществляющими хозяйственную или иные виды деятельности и оказывающими воздействие на окружающую природную среду на территории РФ.

Природопользователь разрабатывает экопаспорт за счет собственных средств. Экопаспорт должен быть утвержден руководителем природопользователя и согласован с территориальным подразделением специально уполномоченного государственного органа РФ в области охраны окружающей природной среды.

При заполнении форм экопаспорта следует пользоваться технологическими планировками, операционными картами, технологическими инструкциями природопользователя, государственными стандартами и техническими условиями на основные и вспомогательные материалы и другими нормативными документами.

Информационная база экопаспорта должна поддерживаться в режиме постоянной корректировки. В случае перепрофилирования или изменения технологии производства, замены оборудования, сырья или материалов, сокращения или увеличения количества источников вредного воздействия на окружающую природную среду, изменения формы собственности природопользователь должен вносить дополнения или корректировки в экопаспорт. Уровень заполнения экопаспорта, а также работы, связанные с изменением техногенного воздействия на окружающую природную среду (кроме ремонтных работ), должны быть согласованы природопользователем с территориальным подразделением специально уполномоченного государственного органа РФ в области охраны окружающей природной среды.

Ответственность за достоверность информации и полноту заполнения таблиц и разделов экопаспорта и вносимых изменений несет руководитель природопользователя.

Информационная база документа может быть использована для разработки проектов нормативов предельно допустимых выбросов (сбросов), лимитов размещения отходов, для заполнения форм государственной статистической отчетности типа 2ТП-воздух, 2ТП-водхоз, 2ТП-токсичные отходы и др., для расчета платы за загрязнение окружающей природной среды, установления налоговых льгот и других целей.

Экопаспорт следует разрабатывать и вести с использованием ПК и предусматривать возможность контроля за изменением информационной базы экопаспорта и сопоставления отдельных экологических показателей в течение пяти лет.

Контроль правильности разработки и ведения экопаспорта осуществляет территориальное подразделение специально уполномоченного государственного органа РФ в области охраны окружающей природной среды.

Структура и содержание экологического паспорта природопользователя

Экопаспорт содержит следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- сведения о разработчике экопаспорта;
- содержание;
- общие сведения о природопользователе;
- эколого-экономические показатели;
- сведения о выпускаемой продукции;
- краткую характеристику производств;
- сведения о потреблении энергоносителей;
- эколого-производственные показатели;
- сведения о землепользовании;
- сведения о разрешениях (лицензиях) на природопользование и природоохранную деятельность;
- план природоохранных мероприятий;
- список использованных источников информации.

В общих сведениях о природопользователе указывают его наименование, местонахождение, классификационные признаки и т.д.

К эколого-экономическим показателям относят капитальные и текущие затраты на охрану окружающей природной среды, источники финансирования, плату за пользование природными ресурсами и загрязнение окружающей природной среды.

Сведения о выпускаемой природопользователем продукции включают в себя наименование продукции, ее плановый и фактический объемы выпуска по годам.

В раздел экопаспорта «Характеристика производств» входят данные по производствам, технологическим операциям, применяемому оборудованию, сырью, материалам с признаком загрязнения окружающей природной среды.

В разделе экопаспорта «Потребление энергоносителей» приводят характеристику топливно-энергетических ресурсов.

К эколого-производственным показателям относят:

- основные производственные фонды, используемые для охраны окружающей природной среды;
- затраты на окружающую природную среду, заложенные в себестоимость выпускаемой продукции и в балансовую прибыль природопользователя;
- сведения по использованию природных ресурсов;
- количество источников выбросов, количество и качественную характеристику выбрасываемых загрязняющих веществ (ЗВ), наличие газоочистных установок (ГОУ);
- водопотребление и водоотведение, наличие очистных сооружений, объемы ливневых и сточных вод, качественную и количественную характеристику ЗВ;
- характеристику промышленных и бытовых отходов, сведения по их образованию, движению и размещению.

6.2. Производственный экологический контроль

Согласно закону «Об охране окружающей среды» природопользователи обязаны организовать производственный экологический контроль. Сведения об организации контроля природопользователь представляет в органы исполнительной власти, осуществляющие государственный экологический контроль.

Природопользователи обязаны осуществлять производственный контроль за охраной атмосферного воздуха, соблюдением нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и в области обращения с отходами.

Средства измерений, применяемые в целях контроля за состоянием окружающей среды, должны быть поверены. По результатам поверяющей организацией оформляется свидетельство о поверке установленной формы с указанием срока очередной поверки. Средства измерений универсального назначения (спектрофотометры, полярографы,

хроматографы и т.д.) должны быть обеспечены аттестованными методиками выполнения измерений. Измерения осуществляются в соответствии с аттестованными в установленном порядке методиками.

Производственному контролю по охране атмосферного воздуха при работе предприятия подлежат величины ПДВ (ВСВ) и выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами от автомобилей. Производственный контроль может производиться силами лаборатории предприятия по контролю воздействий на окружающую среду или по договору сторонней организацией. В случае использования для проведения производственного контроля собственной лаборатории она должна иметь следующие документы:

- положение о лаборатории;
- паспорт лаборатории;
- свидетельства о поверке средств измерений органами государственной метрологической службы;
- паспорта на государственные стандартные образцы состава и свойств контролируемых объектов;
- результаты внутреннего и внешнего контроля качества выполняемых измерений;
- акты отбора проб и журналы их регистрации;
- аттестованные методики выполнения измерений;
- журналы результатов контроля воздействий на окружающую среду.

В отсутствии собственной лаборатории работы по осуществлению производственного контроля проводятся на основании договора с лабораторией, аккредитованной на проведение измерений и анализов в области экоаналитического контроля.

При производственном химико-аналитическом контроле за соблюдением нормативов ПДВ (ВСВ) непосредственно на источниках загрязнения в план-графике лабораторного контроля определяют перечень веществ, подлежащих контролю. Контроль за содержанием загрязняющих веществ в промышленных выбросах проводится по утвержденным стандартным методикам с заданной периодичностью контроля.

Наряду с контролем непосредственно на источниках загрязнения возможен контроль за соблюдением нормативов ПДВ по фактическому загрязнению атмосферного воздуха на специально выбранных контрольных точках.

С целью соблюдения нормативов ПДС разрабатывается и согласуется схема-график производственного аналитического контроля за работой очистных сооружений, соблюдением нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду со сточными водами и

влиянием их на водные объекты. При производственном контроле наблюдения ведутся:

- за расходом, составом и свойствами сточных вод на отдельных звеньях технологической схемы очистки и их соответствием установленным регламентам;
- за расходом, составом и свойствами сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, и их соответствием установленным нормативам ПДС;
- за расходом, составом и свойствами вод в местах собственных водозаборов, фоновых и контрольных створах водных объектов, принимающих сточные воды, и соблюдением норм качества воды в контрольных створах.

В общем виде система производственного аналитического контроля должна обеспечивать:

- оценку состава и свойств исходных вод в местах собственных водозаборов;
- систематические данные об объемах забираемой, используемой и возвратной воды и их соответствие установленным лимитам;
- информацию о количестве и качестве различных категорий сточных вод;
- оценку эффективности работы имеющихся очистных сооружений, количества и качества очищенных и повторно используемых вод.
- оценку состава и свойств возвратных вод и соответствия их установленным нормативам ПДС;
- оценку состава и свойств вод в фоновых и контрольных створах водных объектов, принимающих сточные воды;
- исходные данные к отчетности предприятия по установленным формам статистической отчетности.

Измерение расходов воды производится в пунктах учета на каждом водозаборе и выпуске возвратных вод, а также в системах оборотного водоснабжения и точках передачи воды другим потребителям. Выбор водоизмерительных приборов и устройств определяется их назначением, величиной измеряемых расходов воды, производительностью водозаборных и водосбросных сооружений.

Состав и свойства сточных возвратных вод определяются на выпуске их в водные объекты. Наряду с отбором проб сточных возвратных вод должен производиться отбор проб исходной воды водоисточника для определения фоновых показателей, а также проб воды после ее смешения с возвратными водами в контрольном створе в соответствии с графиком.

Порядок представления информации о сбросах загрязняющих веществ в водные объекты водопользователь согласовывает с органами государственного экологического контроля.

Производственный контроль в области обращения с отходами в общем случае включает в себя:

- проверку порядка и правил обращения с отходами;
- анализ существующих производств с целью выявления возможностей и способов уменьшения количества и степени опасности образующихся отходов;
- учет образовавшихся, использованных, обезвреженных, переданных другим лицам или полученных от других лиц, а также размещенных отходов;
- нахождение класса опасности отходов по степени возможного вредного воздействия на окружающую природную среду при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее;
- составление и утверждение Паспорта опасного отхода;
- определение массы размещаемых отходов в соответствии с выданными разрешениями;
- мониторинг состояния окружающей среды в местах хранения (накопления) и /или объектах захоронения отходов;
- проверку выполнения планов мероприятий по внедрению малоотходных технологических процессов, технологий использования и обезвреживания отходов, достижению лимитов размещения отходов;
- проверку эффективности и безопасности для окружающей среды и здоровья населения эксплуатации объектов для размещения отходов;
- анализ информации о процессах, происходящих в местах размещения отходов.

Лицензионным требованием при осуществлении деятельности по обращению с опасными отходами являются наличие у лицензиата средств контроля и измерений, применяемых для подтверждения соблюдения лицензиатом нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении деятельности по обращению с опасными отходами.

6.3. Государственный экологический контроль действующего предприятия

Государственный контроль в области охраны окружающей среды осуществляется федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов РФ и направлен на

предотвращение, выявление и пресечение нарушений законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований в области охраны окружающей среды.

Федеральным законом «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора)» с изменениями на 13 июля 2020 г. установлены:

- порядок проведения мероприятий по контролю, осуществляемых органами государственного контроля (надзора);
- права юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора), меры по защите их прав и законных интересов;
- обязанности органов государственного контроля (надзора) и их должностных лиц при проведении мероприятий по контролю.

Требования, определенные федеральным законом «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора)», обязательны и при осуществлении государственного экологического контроля.

Мероприятия по контролю проводятся на основании распоряжений (приказов) органа, осуществляющего государственный экологический контроль. В распоряжении (приказе) о проведении мероприятия по государственному экологическому контролю указываются:

- номер и дата распоряжения (приказа) о проведении мероприятия по государственному экологическому контролю;
- наименование органа государственного экологического контроля;
- фамилия, имя, отчество и должность государственного инспектора в области охраны окружающей среды;
- наименование юридического лица или фамилия, имя, отчество индивидуального предпринимателя, в отношении которых проводится мероприятие;
- цели, задачи и предмет проводимого мероприятия;
- правовые основания проведения мероприятия по государственному экологическому контролю, в том числе нормативные правовые акты, обязательные требования которых подлежат проверке;
- дата начала и окончания мероприятия.

Распоряжение (приказ) о проведении мероприятия по государственному экологическому контролю либо его заверенная печатью копия предъявляется государственным инспектором в области охраны окружающей среды руководителю или иному должностному лицу предприятия одновременно со служебным удостоверением. Обязательное

предъявление служебного удостоверения связано с тем, что мероприятие по государственному экологическому контролю может проводиться только тем должностным лицом (лицами), которое указано в распоряжении (приказе).

Как правило, продолжительность мероприятия не должна превышать один месяц. В исключительных случаях на основании мотивированного предложения государственного инспектора в области охраны окружающей среды, руководителем органа контроля или его заместителем срок проведения мероприятия по государственному экологическому контролю может быть продлен, но не более чем на один месяц.

Мероприятия могут быть плановыми и внеплановыми. В отношении одного юридического лица или индивидуального предпринимателя каждым органом государственного контроля (надзора) плановое мероприятие по контролю может быть проведено не более одного раза в два года. В отношении субъекта малого предпринимательства плановое мероприятие по государственному экологическому контролю может быть проведено не ранее чем через три года с момента его государственной регистрации.

Предметом внеплановой проверки являются:

- контроль за исполнением предписаний об устранении выявленных нарушений выявленных в результате планового мероприятия по государственному экологическому контролю;
- получение информации от юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, органов государственной власти о возникновении аварийных ситуаций, об изменениях или о нарушениях технологических процессов, а также о выходе из строя сооружений, оборудования, которые могут непосредственно причинить вред окружающей среде;
- возникновение угрозы загрязнения окружающей среды;
- обращения граждан, юридических лиц и индивидуальных предпринимателей с жалобами на нарушения их прав и законных интересов действиями (бездействием) иных юридических лиц и (или) индивидуальных предпринимателей, связанные с невыполнением ими обязательных требований, а также получения иной информации, подтверждаемой документами и иными доказательствами, свидетельствующими о наличии признаков таких нарушений.

Государственные инспектора в области охраны окружающей среды при исполнении своих должностных обязанностей в пределах своих полномочий имеют право в установленном порядке:

- проверять соблюдение нормативов, государственных стандартов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды, работу очистных сооружений и других обезвреживающих устройств,

средств контроля, а также выполнение планов и мероприятий по охране окружающей среды;

- проверять соблюдение требований, норм и правил в области охраны окружающей среды при размещении, строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и выводе из эксплуатации производственных и других объектов;
- проверять выполнение требований, указанных в заключении государственной экологической экспертизы, и вносить предложения о ее проведении;
- предъявлять требования и выдавать предписания юридическим и физическим лицам об устранении нарушения законодательства в области охраны окружающей среды и нарушений природоохранных требований, выявленных при осуществлении государственного экологического контроля;
- приостанавливать хозяйственную и иную деятельность юридических и физических лиц при нарушении ими законодательства в области охраны окружающей среды;
- привлекать к административной ответственности лиц, допустивших нарушение законодательства в области охраны окружающей среды;
- осуществлять иные определенные законодательством полномочия.

Государственные инспектора в области охраны окружающей среды при проведении мероприятий по государственному экологическому контролю не вправе:

- проверять выполнение обязательных требований, не относящихся к компетенции органа государственного экологического контроля;
- осуществлять плановые проверки в случае отсутствия должностных лиц или работников проверяемых юридических лиц или индивидуальных предпринимателей либо их представителей;
- требовать представление документов и информации, если они не являются объектами мероприятий по контролю и не относятся к предмету проверки, а также изымать оригиналы документов, относящихся к предмету проверки;
- распространять информацию, составляющую охраняемую законом тайну и полученную в результате проведения мероприятий по государственному экологическому контролю, за исключением случаев, предусмотренных законодательством РФ;
- превышать установленные сроки проведения мероприятий.

По результатам государственным инспектором в области охраны окружающей среды, осуществляющим проверку, составляется акт установленной формы в двух экземплярах. В акте указываются:

- дата, время и место его составления;
- наименование органа государственного экологического контроля;
- дата и номер распоряжения, на основании которого проведено мероприятие;
- фамилия, имя, отчество и должность государственного инспектора в области охраны окружающей среды, проводившего государственный экологический контроль;
- наименование проверяемого юридического лица или фамилия, имя, отчество индивидуального предпринимателя, фамилия, имя, отчество, должность представителя юридического лица или представителя индивидуального предпринимателя, присутствовавших при проведении мероприятия по контролю;
- дата, время и место проведения мероприятия по государственному экологическому контролю;
- сведения о результатах, в том числе о выявленных нарушениях, их характере, лицах, ответственных за совершение нарушений;
- сведения об ознакомлении или отказе в ознакомлении с актом представителя юридического лица или индивидуального предпринимателя, а также лиц, присутствовавших при проведении мероприятия по контролю, их подписи или отказ от подписи;
- подпись должностного лица (лиц), осуществившего государственный экологический контроль.

К акту прилагаются акты об отборе проб, объяснения должностных лиц органов государственного экологического контроля, объяснения работников, на которых возлагается ответственность за нарушения обязательных требований.

Один экземпляр акта с копиями приложений вручается руководителю юридического лица или его заместителю и индивидуальному предпринимателю или их представителям под расписку либо направляется посредством почтовой связи с уведомлением о вручении, которое приобщается к экземпляру акта в деле органа государственного контроля (надзора).

В случае выявления административного правонарушения государственным инспектором в области охраны окружающей среды составляется протокол в порядке, установленном законодательством РФ об административных правонарушениях, и даются предписания об их устранении.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели ведут журнал учета мероприятий по контролю. В журнале государственным инспектором в области охраны окружающей среды производится запись,

содержащая сведения о наименовании органа государственного контроля, дате, времени проведения мероприятия по контролю, правовых основаниях, целях, задачах и предмете мероприятия, выявленных нарушениях, составленных протоколах, об административных правонарушениях и выданных предписаниях.

Журнал учета мероприятий по контролю должен быть прошит, пронумерован и удостоверен печатью юридического лица или индивидуального предпринимателя.

Законом «Об охране окружающей среды» установлено, что государственные инспектора по охране природы при исполнении своих должностных обязанностей в пределах своих полномочий имеют право:

- в установленном порядке приостанавливать хозяйственную и иную деятельность юридических и физических лиц при нарушении ими законодательства в области охраны окружающей среды;
- привлекать к административной ответственности лиц, допустивших нарушение законодательства в области охраны окружающей среды.

Предписание об ограничении (приостановлении) хозяйственной и иной деятельности направляется нарушителю при ведении им хозяйственной и другой деятельности, осуществляемой с нарушением природоохранительного законодательства, нормативных правовых актов и причиняющей вред окружающей природной среде. Требования об ограничении, приостановлении или прекращении деятельности юридических и физических лиц, осуществляемой с нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, рассматриваются судом или арбитражным судом.

При совершении административного правонарушения государственный инспектор составляет протокол об административном правонарушении, что является возбуждением дела об административном правонарушении. Если нарушение совершено несколькими лицами, протокол составляется на каждое из этих лиц.

При составлении протокола гражданину разъясняются его права и обязанности, о чем делается отметка в протоколе. Документ подписывается лицом, его составившим, а также лицом, привлекаемым к административной ответственности, свидетелями и потерпевшими. В случае отказа лица, привлекаемого к административной ответственности от подписания протокола, в нем делается запись об этом. Лицо, в отношении которого составлен протокол об административном правонарушении, вправе представить прилагаемые к протоколу объяснения, замечания по содержанию протокола и мотивы своего отказа от его подписания.

6.4. Общая характеристика методов защиты окружающей среды от промышленных загрязнений

Защита окружающей среды является составной частью концепции устойчивого развития человеческого общества, означающей длительное непрерывное развитие, обеспечивающее потребности ныне живущих людей без ущерба удовлетворению потребностей будущих поколений. Концепция устойчивого развития не сможет реализоваться, если не будут разработаны конкретные программы действий по предотвращению загрязнения окружающей среды, включающие в себя также организационные, технические и технологические разработки по развитию ресурсо-, энергосберегающих и малоотходных технологий, снижению газовых выбросов и жидкостных сбросов, переработки и утилизации хозяйственных отходов, уменьшению энергетического воздействия на окружающую среду, усовершенствованию и использованию средств защиты окружающей среды.

Организационно-технические методы охраны окружающей среды можно условно разделить на активные и пассивные.

Активные методы защиты окружающей среды представляют собой технологические решения по созданию ресурсосберегающих и малоотходных технологий.

Пассивные методы подразделяются на две подгруппы:

- рациональное размещение источников загрязнения;
- локализация источников загрязнения.

Рациональное размещение предполагает территориальное рациональное размещение объектов экономики, снижающее нагрузку на окружающую среду, а локализация является флегматизацией источников загрязнений и средством снижения их выбросов. Локализация достигается применением различных природоохранных технологий, технических систем и устройств.

В основе многих природоохранных технологий лежат физические и химические превращения.

В *физических процессах* изменяются лишь форма, размеры, агрегатное состояние и другие физические свойства веществ. Их строение и химический состав сохраняются. Физические процессы доминируют в процессах пылеулавливания, физической абсорбции и адсорбции газов, очистки сточных вод от механических примесей и в других аналогичных случаях.

Химические процессы изменяют химический состав обрабатываемого потока. С их помощью токсичные компоненты газовых выбросов, жидких и твердых отходов, сточных вод превращаются в нетоксичные.

Химические явления в технологических процессах зачастую получают развитие под влиянием внешних условий (давление, объем, температура и т.д.), в которых реализуется процесс. При этом имеют место превращения одних веществ в другие, изменение их поверхностных, межфазных свойств и ряд других явлений смешанного (физического и химического) характера.

Совокупность взаимосвязанных химических и физических процессов, происходящих в вещественной субстанции, получила название физико-химических, пограничных между физическими и химическими процессами. Физико-химические процессы широко применяются в природоохранных технологиях (пыле- и газоулавливании, очистке сточных вод и др.).

Специфическую группу составляют *биохимические процессы* - химические превращения, протекающие с участием субъектов живой природы. Биохимические процессы составляют основу жизне-деятельности всех живых организмов растительного и животного мира. На их использовании построена значительная часть сельско-хозяйственного производства и пищевой промышленности (например биотехнология). Продуктом биотехнологических превращений, протекающих с участием микроорганизмов, являются вещества неживой природы.

В теоретических основах технологии охраны окружающей среды, базирующихся на общих законах физической и коллоидной химии, термодинамики, гидро- и аэродинамики, изучается физико-химическая сущность основных процессов природоохранных технологий. Такой системный подход к природоохранным процессам позволяет сделать обобщения по теории таких процессов, применить к ним единый методологический подход.

В зависимости от основных закономерностей, характеризующих протекание природоохранных процессов, последние подразделяют на следующие группы:

- механические;
- гидромеханические;
- массообменные,
- химические;
- физико-химические;
- тепловые;

- биохимические;
- процессы, осложненные химической реакцией.

В отдельную группу выделены процессы защиты от энергетических воздействий, в основном базирующиеся на принципах отражения и поглощения избыточной энергии основных технологических процессов природопользования.

К *механическим процессам*, основой которых является механическое воздействие на твердые и аморфные материалы, относят измельчение (дробление), сортирование (классификация), прессование и смешивание сыпучих материалов. Движущей силой этих процессов являются силы механического давления или центробежная сила.

К *гидромеханическим процессам*, основа которых в гидростатическом или гидромеханическом воздействии на среды и материалы, относят перемешивание, отстаивание (осаждение), фильтрование, центрифугирование. Движущая сила - гидростатическое давление или центробежная сила.

К *массообменным (диффузионным) процессам*, в которых большую роль наряду с теплопередачей играет переход вещества из одной фазы в другую за счет диффузии, относят абсорбцию, адсорбцию, десорбцию, экстрагирование, ректификацию, сушку и кристаллизацию. Движущая сила - разность концентраций переходящего вещества во взаимодействующих фазах.

Химические процессы, протекающие с изменением физических свойств и химического состава исходных веществ, характеризуются превращением одних веществ в другие, изменением их поверхностных и межфазных свойств. К этим процессам можно отнести процессы нейтрализации, окисления и восстановления. Движущая сила - разность химических (термодинамических) потенциалов.

Физико-химические процессы характеризуются взаимосвязанной совокупностью химических и физических процессов. К физико-химическим процессам разделения, основа которых в физикохимическом превращении веществ, можно отнести: коагуляцию и флокуляцию, флотацию, ионный обмен, обратный осмос и ультрафильтрацию, дезодорацию и дегазацию, электрохимические методы, в частности, электрическую очистку газов. Движущая сила - разность физических и термодинамических потенциалов разделяемых компонентов на границах фаз.

К *тепловым процессам*, основой которых является изменение теплового состояния взаимодействующих сред, относят нагревание, охлаждение, выпаривание и конденсацию. Движущая сила - разность температур (термических потенциалов) взаимодействующих сред.

Биохимические процессы, в основе которых лежат каталитические ферментативные реакции биохимического превращения веществ в процессе жизнедеятельности микроорганизмов, характеризуются протеканием биохимических реакций и синтезом веществ на уровне живой клетки. Движущая сила - энергетический уровень (потенциал) живых организмов.

Указанная классификация не является жесткой и неизменной. В реальной действительности многие процессы осложнены протеканием смежно-параллельных процессов. Например, массообменные и химические процессы часто сопровождаются тепловыми. Так, ректификацию, сушку и кристаллизацию можно отнести к комбинированным тепломассообменным процессам. Процессы абсорбции, адсорбции часто сопровождаются химическими превращениями. Химические процессы нейтрализации и окисления можно одновременно рассматривать как массообменные. Биохимические процессы сопровождаются одновременно тепло- и массообменом, а физико-химические - массообменными процессами.

6.5. Меры и средства защиты атмосферного воздуха от промышленных выбросов

6.5.1. Очистка выбросов от пылей и аэрозолей

В процессах пылеулавливания существенное значение имеют размеры частиц пыли, их плотность, заряд, удельное сопротивление, адгезионные свойства, смачиваемость и т.п.

По размеру твердых частиц выделяют следующие виды пыли: 1 - более 10 мкм, 2 - 0,25-10 мкм, 3 - 0,01-0,25 мкм, 4 - менее 0,01 мкм. Эффективность пылеулавливания мелких частиц меньше 50-80%, крупных больше 90-99,9%.

Пылеуловители: сухие и мокрые. Сухим путем пыль улавливают пылеосадительные камеры, циклоны, вихревые циклоны, электрофильтры и др. Для очистки от пыли мокрым способом применяют пенные аппараты, скрубберы Вентури и др.

Сухие пылеуловители. Пылеосадительные камеры – это наиболее простейшие аппараты, использующие для осаждения пыли поле гравитации, а при установке перегородок - инерционное поле. Эффективность улавливания пыли размером более 25 мкм составляет 50-80%. Для очистки горячих дымовых газов от пыли с размером более 20 мкм при температуре 450-600^{o}С используются жалюзные пылеотделители. В них отделение пыли от основного потока газа происходит за счет инерционных сил,

возникающих при резком повороте очищаемого газового потока, когда он проходит через жалюзи решетки. Эффективность очистки достигает 80%.

На рис. 6.1 и рис. 6.2 показана схема циклона (греч. kyklon - вращающийся) и скруббера (англ. scrub - скрести) Вентури соответственно для сухого и мокрого способов пылеулавливания.

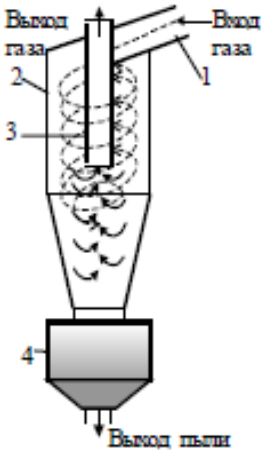


Рис. 6.1. Циклон для сухой очистки воздуха от пыли:
1 - патрубок для ввода газа; *2* - корпус; *3* - выходная труба; *4* - бункер

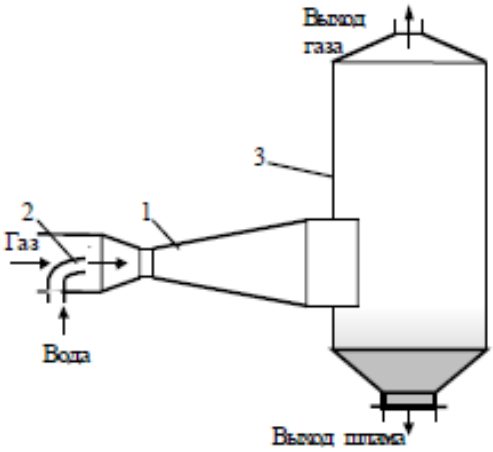


Рис. 6.2. Скруббер Вентури для мокрой очистки газа от пыли:
1 - сопло Вентури; *2* - форсунки для ввода жидкости; *3* - каплеуловитель

Циклоны - это основной вид аппаратов для улавливания пыли для ее осаждения использующий центробежное поле. В циклон газовый поток вводится через патрубок 1 по касательной к внутренней поверхности корпуса циклона *2* (рис. 6.1). Поток совершает вращательно-поступательное движение вдоль корпуса к бункеру *4*. Частицы пыли под действием центробежной силы образуют на стенке циклона пылевой слой, он осыпается и попадает в бункер. Газовый поток, освободившись от пыли, образует вихрь и через трубу *3* покидает циклон. Бункер при его накоплении периодически разгружается от пыли.

Избыточное давление газов, поступающих в циклон, не должно превышать 2500 Па, температура - не выше 400 ^{o}C. Допустимая входная концентрация слабо слипающейся пыли около 1000 г/м^3, среднеслипающейся до 250 г/м^3. Эффективность очистки газов от пыли более 5 мкм в цилиндрических циклонах 80-90%. Обычно их используют для предварительной очистки газов перед электрофильтрами и фильтрами. При очистке больших объемов газов применяют батареи, состоящие из необходимого числа параллельно установленных циклонов.

Ротационные пылеуловители - аппараты центробежного действия типа вентиляторов особой конструкции. Их используют для очистки газов от пыли с размером частиц более 5 мкм. Они компактны. Более перспективной модификацией являются противопроточные ротационные пылеотделители. Их размеры в 3-4 раза меньше, чем у циклонов, а энергозатраты меньше на 20-40%. Однако сложность конструкции и процесса эксплуатации затрудняет их широкое распространение.

Вихревые пылеуловители - аппараты центробежного действия, которые в качестве завихрителя газовых потоков используют наклонные сопла или лопатки. Они способны очищать большие объемы газов от тонких фракций пыли (меньше 3-5 мкм). Эффективность очистки достигает 99% и мало зависит от содержания пыли в пределах до 300 г/м^3.

Электрофильтры - устройства с набором трубчатых *осадительных*, положительно заряженных электродов (анодов), внутри которых по их осевому центру расположены тонкие стержни (струны) *коронирующих,* отрицательно заряженных электродов (катодов). Между этими электродами, представляющими цилиндрический электрический конденсатор, источником постоянного тока создается электрическое поле высокой напряженности (до 50-300 кВ/м). В этом сильном электрическом поле при столкновении заряженных частиц с молекулами происходит ударная ионизация газа. Однако до пробоя газа напряженность поля не повышают, т.е. создают условия для *коронного* разряда в газе. Аэрозольные частицы, поступающие в зону между катодом и анодом, адсорбируют образующие ионы, приобретают электрический заряд и движутся к электроду с противоположным зарядом. Так как площадь стержня (катода) значительно меньше площади трубки, плотность тока у катода будет значительно больше, чем у анода. Коронный разряд преимущественно локализуется у катода, что приводит к значительно большему разряду катионов и образованию отрицательно заряженных аэрозольных частиц. Поэтому примеси в основном движутся к аноду и осаждаются на нем.

При пропускании газа и примесей через электрофильтр скорость их потока обычно задают в пределах от 0,5 до 2 м/с. Скорость движения заряженных частиц к электродам зависит от их размера, заряда и напряженности электрического поля. При напряженности поля 150 кВ/м она составляет от 0,01 до 0,1 м/с для частиц с диаметром соответственно от 1 до 30 мкм. На электродах хорошо осаждаются и затем легко удаляются встряхиванием пыли с удельным сопротивлением до 10 Ом·см. При меньших его значениях частицы пыли легко разряжаются на электроде, перезаряжаются и возвращаются обратно в газовый поток. Пыль с удельным сопротивлением более 10^{10} Ом·см медленно разряжается

на электродах, препятствуют осаждению новых частиц и улавливается труднее всего. В этом случае используют увлажнение газа.

Электрофильтры используются для тонкой очистки газов от пыли и тумана. Сухие электрофильтры имеют производительность 30 - 1000 $м^3$/ч. Они способны очищать газы с эффективностью до 99,9% при содержании пыли до 60 $г/м^3$ и температуре газа до 250 ^oC.

Фильтры. Основным элементом фильтров является пористая перегородка - ***фильтроэлемент.*** По виду материала перегородки различают: зернистые, гибкие, полужесткие, жесткие фильтры.

Зернистые фильтры из гравия, кокса, песка используют для очистки газов от крупных фракций пыли, создаваемых дробилками, грохотами, мельницами и др. Эффективность очистки до 99,9%.

Гибкие пористые *фильтроэлементы* - это ткани, войлоки, губчатая резина, пенополиуретан. Ткани и войлоки изготавливают из синтетических волокон, стеклянных нитей, получая нитрон, лавсан, хлорин, стеклоткань. Их широко используют для тонкой очистки газов с исходным содержанием пыли 20-50 $г/м^3$. Эффективность очистки 97-99%.

Жесткие фильтроэлементы изготавливают из пористой керамики и пористых металлов. Они незаменимы при очистке от примесей горячих и агрессивных газов.

Полужесткие фильтры типа вязаных металлических сеток, прессованных спиралей и стружек из нержавеющей стали, латуни, никеля применяют для очистки горячих газов с температурой до 500 ^oC от пыли с размером частиц более 15 мкм и начальной концентрацией до 50 $г/м^3$.

Процесс фильтрования заключается в осаждении дисперсных частиц на поверхности пор фильтроэлемента. Осаждение происходит в результате эффекта касания, диффузионного, инерционного, гравитационного процессов, кулоновского взаимодействия заряженных частиц. Последнее характерно для нашедших в настоящее время широкое применение фильтров Петрянова из перхлорвиниловых волокон (ФПП). Такие ультратонкие волокна несут на своей поверхности заряды, что позволяет в начальной стадии фильтрования достигать эффективности очистки газов от аэрозолей (до 99,99% при скорости фильтрации 0,01 м/с и диаметре частиц 0,34 мкм). Эти фильтры используют для очистки воздуха от радиоактивных аэрозолей. После нейтрализации заряда эффективность очистки снижается до 90%.

Если размер частиц больше размера пор, то наблюдается ситовой эффект с образованием слоя осадка. Этот эффект, а также постепенное закупоривание пор оседающими частицами увеличивают сопротивление фильтроэлемента и эффективность очистки, но снижает ее производительность. Поэтому фильтроэлементы периодически регенерируют.

Конструкции фильтров: рукавные, рулонные, рамочные.

Рукавные фильтры наиболее широко применяются для сухой очистки газовых выбросов. В цилиндрическом корпусе с конусным дном рукава из ткани или войлока крепятся к отверстиям нижней перегородки и заглушкам верхней перегородки. Запыленный газ, подаваемый снизу через отверстия нижней перегородки, поступает в рукава, фильтруется и через межрукавное пространство и отверстия верхней перегородки выводится из аппарата. Регенерацию фильтра производят после его отключения от системы очистки встряхиванием рукавов специальным устройством (пыль собирается в конусном дне) и обратной продувкой их сжатым газом. Допустимая концентрация пыли на входе в рукавный фильтр 20 г/м^3, наибольшая температура газов 130 ^{o}С для рукавов из лавсана и 230 ^{o}С для стеклоткани, производительность до 50 м^3/ч, эффективность очистки около 98%.

Мокрые пылеуловители. Аппараты мокрой очистки газов характеризуются высокой эффективностью тонкой очистки мелких пылей (0,3-1 мкм), а также возможностью очистки от пыли горячих и взрывоопасных газов. Они работают, используя осаждение частиц пыли на поверхности капель или пленки жидкости. При этом действуют силы инерции, броуновского движения, диффузии, происходит взаимодействие заряженных частиц, конденсация, испарение и т.п. Важным фактором является смачиваемость частиц жидкостью.

По конструкции мокрые пылеуловители разделяют на скрубберы Вентури, форсуночные и центробежные скрубберы, на аппараты ударно-инерционные, барботажно-пенные и др.

Скруббер Вентури (рис. 6.2). Основная часть этого скруббера - сопло Вентури *1*, в сужающуюся часть которого вводится запыленный газ, а через центробежные форсунки *2* распыляется вода. При этом происходит разгон газа от входной скорости 15-20 м/с до скорости 30-200 м/с в узком сечении сопла. Для эффективной очистки очень важна равномерность распределения капель воды по сечению сопла. В расширяющейся части сопла поток тормозится до скорости 15-20 м/с и подается в каплеуловитель *3* - прямоточный циклон. Расход воды 0,1-6 л/м^3. Скрубберы Вентури обеспечивают высокую эффективность очистки (до 99,9%) от аэрозолей со средним размером частиц 1-2 мкм при их начальной концентрации до 100 г/м^3. Производительность скрубберов Вентури до 80 000 м^3/ч.

Форсуночные и центробежные скрубберы эффективно улавливают частицы размером более 10-20 мкм. В них газовый поток направляется под углом на зеркало воды, выступающей над поверхностью шлама (рис. 6.3, *а*). Крупные частицы оседают в воде, а мелкая пыль с газовым по-

током поднимается вверх навстречу дождевому потоку, создаваемому форсунками *2а*, или пленке воды, подаваемой через сопла в центробежном скруббере.

Удельный расход воды в форсуночных скрубберах 3 - 6 л/м^3, скорость движения потока газа 0,7 - 1,5 м/с, эффективность очистки доменного газа 60-70%. В центробежных скрубберах при запыленности газа до 20 г/м^3 удельный расход воды составляет 0,09 - 0,18 л/м^3, эффективность очистки при скорости газа 15 - 20 м/с от 80 до 98%.

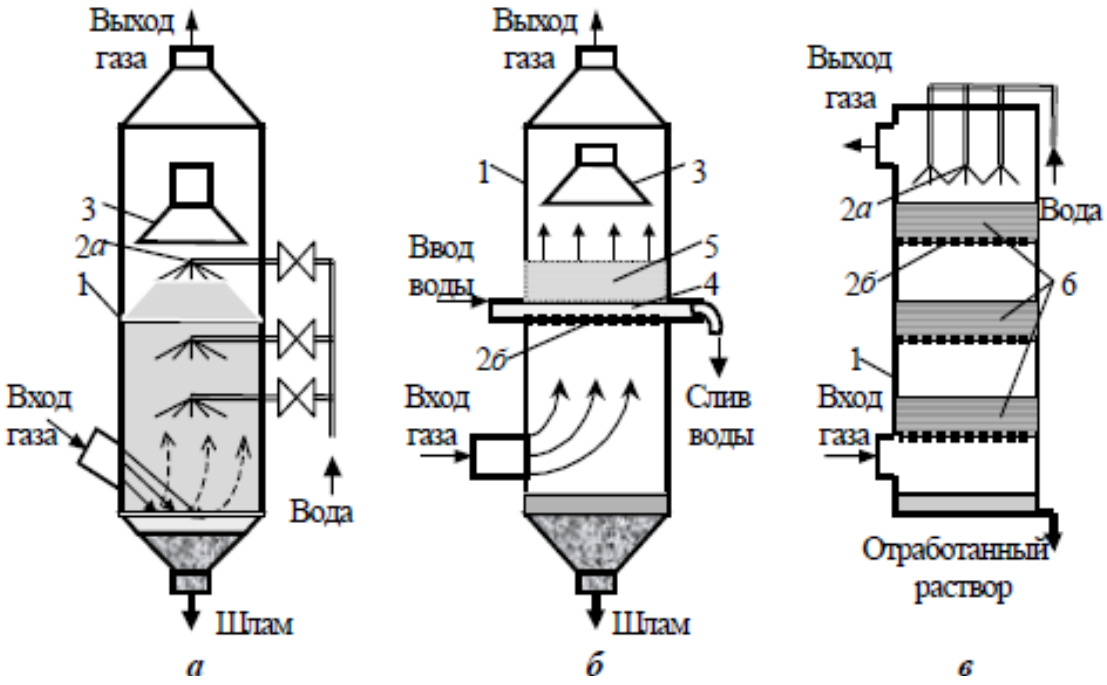


Рис. 6.3. Форсуночный скруббер (*а*), барботажно-пенный пылеуловитель (*б*), орошаемая противопроточная насадочная башня (*в*):
1- корпус; *2а* - форсунки; *2б* - решетка; *3* - брызгоуловитель; *4* - вода; *5* - пена; *6* – насадка

Барботажно-пенные пылеуловители (рис. 6.3, *б*). Газ на очистку поступает под горизонтальную решетку *2б*, затем проходит через отверстия в решетке и слой жидкости *4* и пены 5. При скорости газа до 1 м/с наблюдается барботажный режим очистки. При росте скорости до 2-2,5 м/с возникает пенный слой над жидкостью, что приводит к повышению эффективности очистки, но также растет унос брызг из аппарата. Эффективность очистки газа от мелкой пыли достигает 95-96% при удельном расходе воды 0,4-0,5 л/м^3.

Туманоуловители служат для очистки воздуха от туманов кислот, щелочей, масел и других жидкостей. Туманы улавливают волокнистыми фильтрами, на поверхности пор которых осаждаются капли и затем жидкость стекает под действием сил тяготения. В качестве материала применяется стекловолокно с диаметром волокон 7-30 мкм или

полимерные волокна (лавсан, полипропилен) диаметром 12 - 40 мкм. В низкоскоростных туманоуловителях (со скоростью движения газа менее 0,15 м/с) преобладает механизм диффузионного осаждения капель, а в высокоскоростных (2-2,5 м/с) действуют инерционные силы.

Для *низкоскоростного туманоуловителя* используют трубчатые фильтрующие элементы. Их формируют (набирают) из волокнистых материалов в зазоре шириной 5-15 см между двумя сетчатыми цилиндрами, диаметры которых отличаются на 10-30 см. Эти элементы, в отличие от рукавных фильтров, с одного конца крепятся вертикально *к отверстиям верхней* перегородки цилиндрического аппарата, а нижние концы через трубчатые гидрозатворы погружаются в стаканы с конденсированной жидкостью. Туман, проходя с наружной стороны цилиндра во внутреннюю полость, задерживает капли. Образующаяся из них жидкость стекает в стакан. Эффективность очистки частиц размером менее 3 мкм 99,9%.

Высокоскоростные туманоуловители имеют меньшие размеры и обеспечивают эффективность очистки 90-98%. Для очистки воздуха ванн хромирования от тумана и брызг хромовой и серной кислоты с температурой до 90 ^{o}C разработана конструкция фильтра с волокнами из полипропилена ФВГ-Т. Его производительность 3500-80000 м^3/ч, эффективность очистки 96-99%.

6.5.2. Очистка воздуха от газо- и парообразных загрязнений

Методы очистки воздуха от паро- и газообразных загрязнителей по виду используемых физико-химических процессов можно разделить на пять групп: абсорбционные, адсорбционные, хемосорбционные, термической нейтрализации, каталитического окисления.

Метод абсорбции - поглощение компонентов газовых смесей в объеме жидкого поглотителя (абсорбента). Эффективность абсорбции зависит от растворимости абсорбируемого компонента в абсорбенте, площади поверхности раздела, скорости процессов диффузии, смешения.

К абсорбентам предъявляются следующие требования:

- хорошая растворимость парогазовых примесей, которая определяет емкость абсорбента;
- повышенная температура кипения (выше 150 ^{o}C), что уменьшает потери абсорбента;
- низкая вязкость, увеличивающая скорость массо- и теплопередачи, перекачивания;
- избирательность при разделении газовых смесей;

• термохимическая устойчивость, что важно в циклических абсорбционных процессах.

Вода как абсорбент применяется тогда, когда растворимость загрязняющего компонента в ней составляет сотни граммов в 1 л воды. Это примеси аммиака, хлористого и фтористого водорода и др. Для улавливания паров воды используют концентрированную серную кислоту, углеводородов - вязкие масла, метана - жидкий азот и т. п.

Аппаратура метода абсорбции аналогична применяемой для мокрой очистки воздуха от пыли: скрубберы Вентури (рис. 6.2), форсуночные скрубберы (рис. 6.3, *а*), барботажно - пенные аппараты (рис. 6.3, *б*), а также противопоточные насадочные башни. В последних (рис. 6.3, *в*) загрязненный газ входит в нижнюю часть башни, а очищенный выходит из нее через верхнюю часть, куда подается и разбрызгивается абсорбент. Очистка происходит при контакте газа с каплями или с пленками абсорбента, когда он растекается по насадке. Образующийся загрязненный раствор стекает на дно башни и выводится из нее. Далее этот раствор в *разомкнутом* процессе отправляют в отходы, в *циркуляционном* процессе регенерируют десорбцией и снова возвращают для абсорбции.

Насадка позволяет значительно увеличить поверхность контакта газа и жидкости. В качестве насадки используют химически инертные тела различной геометрической формы: кольца Рашига, Палля, седла Берля, «Инталокса», розетки Теллера. Материал насадок: керамика, фарфор, пластмассы, металлы. Вместо насадок широко применяют колпачковые тарелки, иногда - перфорированные (дырчатые) пластины-перегодки с множеством мелких отверстий диаметром около 6 мм.

Метод хемосорбции основан на химическом превращении поглощаемых паров и газов в другие, обычно мало летучие или малорастворимые соединения. Например, сероводород можно поглощать щелочным раствором оксисульфомышьяковой соли (реакция А) с последующей регенерацией ее из образующегося продукта реакции окислением кислородом (вторая реакция):

$$Na_4As_2S_5O_2 + H_2S = Na_4As_2S_6O + H_2O,$$
$$Na_4As_2S_6O + {}^1/_2O_2 = Na_4As_2S_5O_2 + S_2.$$

В качестве побочного компонента образуется сера - ценное сырье.

Для поглощения оксидов углерода CO_2, серы SO_2, азота NO_x широко используют водные щелочные растворы извести, соды, аммиака.

Аппаратура метода хемосорбции аналогична применяемой в методе абсорбции. Так, газы травильных ванн, содержащие оксиды азота, пары серной, хлоро- и фторводородной кислот, направляются в форсуночный скруббер, где они нейтрализуются раствором извести. Очищенный газ проходит через центробежный каплеуловитель и выбрасывается наружу.

Эффективность очистки от оксидов азота составляет 17-86%, от паров кислот 95%.

Также применяют башни с подвижной насадкой, обеспечивающие высокую эффективность очистки.

Методы абсорбции и хемосорбции называют ***мокрыми.*** Их недостатки:

- понижение температуры выбрасываемых газов, что снижает эффективность их рассеяния;
- образуется большое количество отходов, возникают проблемы их утилизации. Это осложняет и повышает стоимость очистки загрязненных газов.

Метод адсорбции основан на способности поверхности твердых адсорбентов (поглотителей) избирательно поглощать и концентрировать отдельные компоненты газопаровой смеси. Адсорбция может быть физической, промежуточной (активированной) и химической. Достоинство физической адсорбции - обратимость процесса, что позволяет относительно просто проводить регенерацию адсорбента, обычно методом нагрева при повышенной температуре, так как физическая адсорбция значительно снижается с увеличением температуры. Процесс химической адсорбции, как правило, необратим, и регенерировать адсорбент не удается.

В качестве адсорбентов используют мелкодисперсные порошки активированного угля, оксида алюминия, глинозема, силикагеля, цеолитов и т. п. Основным параметром при выборе адсорбента является его адсорбционная способность, т. е. количество вещества, поглощаемое единицей массы адсорбента или площади его поверхности.

Конструктивно адсорберы представляют вертикальные, горизонтальные или кольцевые емкости, заполненные пористым адсорбентом, через который фильтруется поток очищаемого газа. В адсорберах *периодического* действия адсорбент неподвижен, он периодически регенерируется. Эти адсорберы просты, но представляют значительное сопротивление газовому потоку, поэтому требуют больших энергетических затрат. В *непрерывных* адсорберах адсорбент постоянно движется под действием сил тяжести или в восходящем потоке очищаемого воздуха. Это позволяет полнее использовать поглощающую способность сорбента, упростить эксплуатацию оборудования. Их недостаток - большие потери сорбента (он истирается).

Термическая нейтрализация основана на способности горючих токсичных газов и паров окисляться кислородом при высокой температуре до менее токсичных продуктов. Достоинства метода: отсутствие шламов и необходимости их переработки, небольшие габариты

установок и простота их обслуживания, высокая эффективность обезвреживания при низкой стоимости очистки. Однако нельзя сжигать газы, содержащие, например, галогены, серу, фосфор, так как продукты их окисления более токсичны, чем очищаемый выброс.

Различают три способа термической нейтрализации газовых выбросов: прямое сжигание в пламени; термическое и каталитическое окисление.

Прямое сжигание ведут при температуре 600-800 ^{o}C. Это экономически выгодно, когда при сжигании очищаемые газы обеспечивают не менее 50% общей теплоты сгорания. Примеры: сжигание в факеле горелки углеводородов, содержащих токсичные газы (например, HCN); дожигание органических газовых загрязнений лакокрасочных цехов в камере при горении природного газа. В последнем случае время пребывания газа в камере должно быть не менее 0,5-0,7 с; эффективность очистки 90-99%. Недостаток данного способа - образование оксидов азота при избытке воздуха и высокой температуре пламени (до 1300 ^{o}C).

Термическое окисление применяют тогда, когда газовые выбросы имеют высокую температуру, а также дефицит кислорода или когда концентрация горючих примесей низка и не обеспечивает теплоту, необходимую для поддержания пламени. При этом время пребывания газа в камере должно составлять 0,3-0,8 с, газ должен хорошо перемешиваться с кислородом воздуха за счет турбулентного движения, температура при окислении углеводородов 500-760 ^{o}C, оксида углерода 680-800 ^{o}C. Достоинство способа - относительно низкая температура очистки, что позволяет избежать образования оксидов азота.

Каталитическое окисление. Этот способ отличается от термического, во-первых, более низкой температурой процесса окисления (300-400 ^{o}C), во-вторых, высокой скоростью его протекания, доли секунды, что позволяет значительно уменьшить размеры реактора. Катализаторами могут быть платиновые металлы, оксиды меди, марганца и др. Платиновые металлы, обычно в количестве сотых долей процента от массы катализатора, наносятся на поверхность спиралей, пластин, шариков, изготовленных из нихрома, никеля, оксида алюминия.

Об активности катализатора судят по *объемной скорости* каталитического процесса w (ч$^{-1}$), которая представляет отношение объема газа V_g (м^3/ч), очищаемого в единицу времени, к объему V_{kat} (м^3), занимаемому катализатором, $w = V_g / V_{kat}$. Обычно эффективность очистки в 85-95% достигается при объемной скорости газового потока от 2000 до 60000 ч$^{-1}$. Каталитическая активность окисления углеводородов возрастает в следующем ряду: ароматические углеводороды < парафины

разветвленного строения < парафины линейного строения < олефины < ацетиленовые углеводороды.

Пример. Катализатор - нихромовая проволока диаметром 0,4-0,5 мм, свитая в спираль диаметром 4-5 мм, с нанесенной пленкой платины и палладия. При температуре 350-450 ^{o}C и объемной скорости 30-60 тыс. ч$^{-1}$ он позволяет практически полностью окислять примеси этилена, пропилена, бутана, пропана, ацетальальдегида, метилового, этилового, пропилового и других спиртов, ацетона, бензола, толуола, ксилола и т.п.

На рис. 6.4, *а* приведена схема каталитического реактора для окисления толуола. Воздух, содержащий толуол, сначала подогревается горячими, отходящими газами в рекуператоре *5*. Затем он поступает в камеру *3*, где подогревается пламенем горелки до 250-350^{o}C. Эта температура оптимальна для каталитического окисления толуола на поверхности катализатора *1* в камере *4*. В качестве катализатора используется природная марганцевая руда (пиромзит) в виде гранул размером 2-5 мм, активированных азотнокислым палладием. При каталитическом окислении толуола кислородом воздуха образуются CO_2 и водяные пары. Перед выбросом в атмосферу горячая парогазовая смесь охлаждается в теплообменнике-рекуператоре *5*, через который проходит поток входящего в аппарат очищаемого газа.

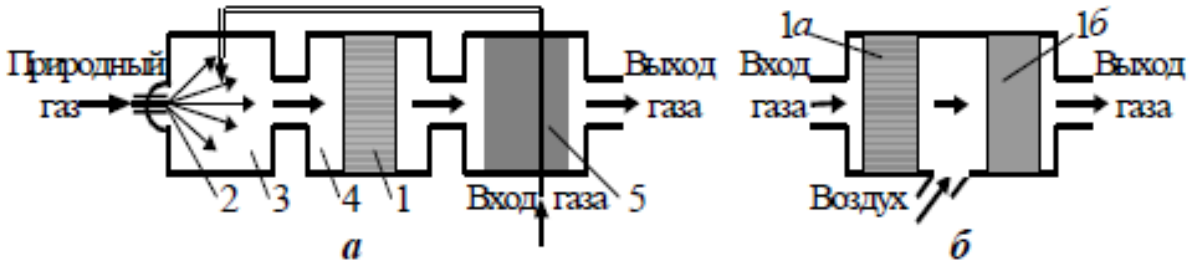


Рис. 6.4. Схемы каталитических реактора (*а*) и нейтрализатора (*б*):
1 - катализатор; *2* - горелка; *3* - подогреватель;
4 - контактная камера; *5* – рекуператор

Эффективность очистки составляет 95-98% при объемной скорости процесса 8-10 тыс. ч$^{-1}$. Расход природного газа 3,5-4 м^3 на 1000 м^3 очищаемого воздуха.

Другие методы. Это мембранные методы раздельного улавливания газов (например водорода) - палладиевой мембраной, органических растворителей из воздушных выбросов покрасочных камер - мембранным модулем из полидиметилсилооксана на полисульфоне. Для дезодорации (лат. des - уничтожать, odor - запах) дурно пахнущих газовых выбросов используют их обработку озоном, а также биохимические методы.

Последние основаны на способности микроорганизмов употреблять в своей жизнедеятельности различные органические и неорганические соединения, что приводит к их разрушению и преобразованию.

Выбор метода очистки газа зависит от следующих факторов: природы и концентрации загрязнителей, требуемой степени очистки, фонового загрязнения окружающей атмосферы, объемов очищаемых газов и их температуры, требуемых финансовых и технических затрат, наличия необходимого оборудования, сорбента, катализатора, природного газа и т.п., возможности утилизации продуктов улавливания и потребности в них.

6.6. Защита гидросферы. Очистка сточных вод. Оборотное водоснабжение предприятий

Различают загрязнители гидросферы *по природе*: минеральные (около 42%), органические (около 58%), биологические (бактериальные); *по объекту:* промышленные, хозяйственно-бытовые, фекальные; *по растворимости*: нерастворимые, растворимые и т.п.

К минеральным загрязнителям относят песок, глину, шлак, соли, кислоты, щелочи, минеральные масла и т.п., содержащиеся в сточных водах металлургической и машиностроительной промышленности, отходах нефтяной и перерабатывающей промышленности.

Органические загрязнители по происхождению делят на растительные - трава, растительные и пищевые остатки, бумага, нефтепродукты; животные - загрязнения животноводческих ферм, выделения животных, стоки боен скота, кожевенных заводов, биофабрик.

Источники загрязнения гидросферы - это объект или субъект, вносящий в воду загрязняющие вещества, микроорганизмы или теплоту. Ими являются: атмосферные и талые воды городов, бытовые и промышленные сточные воды, животноводческие стоки и грунтовые воды, загрязненные удобрениями и пестицидами. Ежегодно в водоемы сбрасывается около 30 млрд $м^3$ неочищенных вод. Основная причина загрязнения морских вод - разливы нефти. Загрязнение водных систем более опасно, чем атмосферы, потому что процессы очищения воды протекают значительно медленнее.

Качество воды - характеристика свойств и состава воды, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования.

Нормирование качества воды состоит в установлении совокупности допустимых значений показателей состава и свойств воды для водного объекта, в пределах которых надежно обеспечиваются здоровье

населения, благоприятные условия водопользования и экологическое благополучие водного объекта.

Сточная вода - это вода, использовавшаяся в бытовом, промышленном или сельскохозяйственном употреблении или прошедшая с загрязнением через какую-либо территорию.

По размеру твердых частиц в сточных водах различают:

- грубые суспензии >100 мкм,
- тонкие суспензии 10-100 мкм,
- тонкие суспензии 1-10 мкм, мути 0,1-1 мкм, коллоиды < 0,1 мкм.

Производственные стоки *по содержанию примесей* делят на четыре группы: I - до 0,5 г/л; II - 0,5-5 г/л; III - 5-30 г/л; IV - более 30 г/л.

В технологических процессах образуются различные сточные воды: реакционные, промывные, охлаждающие воды, маточные растворы, водные экстракты, абсорбционные жидкости и др.

Наибольшее количество воды в промышленности (65-80%) тратится на охлаждение веществ в теплообменниках. В промышленных стоках наибольшую долю составляют сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности (около 20%), химической промышленности 17%, теплоэнергетики 13%.

Норма водопотребления - оптимальное количество воды, необходимое для производственного процесса, установленное на основании передового опыта или научно обоснованного расчета. Например, средние удельные расходы воды ($м^3$/т) на производство стали составляют 220-245, чугуна - 280, никеля - 4000, серной кислоты - около 100, пластмассы - 500-1000.

Норма водоотведения - установленное среднее количество сточных вод, отводимое от производства в водоем при оптимальной норме водопотребления. Например, укрупненная норма водоотведения при выплавке 1 т стали или чугуна равна 0,1 $м^3$ сточных вод, при добыче нефти - 0,4 $м^3$, угля - 0,3 $м^3$, при производстве соды - 8-10 $м^3$, вискозного волокна - 230 $м^3$, при выработке 1 МВт-ч электроэнергии - 5 м.

6.6.1. Нормирование выпуска сточных вод

Допустимая степень загрязнения сточных вод и их сбрасываемое количество зависят от возможностей водоема, куда они сбрасываются, и от *санитарных требований* к воде этого водоема. Это количество определяется расчетами в соответствии с технологическим регламентом.

Расчет допустимого состава сточных вод по концентрации ***взвешенных*** *веществ* $С_{ввзв}$ проводится по формуле

$$C_{о,взв} \le C_{в,взв} + n\text{ПДК}_{взв}, \qquad (6.1)$$

где $C_{о,взв}$ - допустимая концентрация взвешенных частиц в сточной воде; $C_{в,взв}$ - их концентрация в водоеме до сброса сточной воды; $ПДК_{взв}$ - предельно допустимая концентрация взвешенных веществ в водоеме; n - кратность разбавления сточных вод в водоеме.

Расчет состава сточных вод по концентрации ***вредных веществ***

$$C_{о,А} \le n(C_{m,А} - C_{в,А}) + C_{в,А}, \quad (6.2)$$

где $C_{оА}$ - допустимая концентрация вредного вещества А; $C_{вА}$ - концентрация вредного вещества А в воде водоема до сброса сточных вод; n - кратность разбавления; $C_{m,А}$ - максимально допустимая концентрация вредного вещества А в присутствии других i-х вредных веществ одного лимитирующего показателя вредности,

$$C_{m,А} = ПДК_А [1 - \Sigma(C_{m,i\text{-}А} / ПДК_i)].$$

Расчет ***кратности разбавления*** сточных вод

$$n = (C - Cв) / (C - Cв), \quad (6.3)$$

где $Cо$ - концентрация загрязняющих веществ в сточной воде; $Cв$ и C - концентрация загрязняющих веществ в водоеме до и после спуска в него сточных вод.

Расчет ***кратности разбавления*** для водоемов с направленным течением

$$n = (mQ_е + Q_v) / Q_v, \quad (6.4)$$

где $Q_е$ - объем воды, расходуемый водоемом; Q_v - объем сбрасываемых сточных вод; m - коэффициент смешения, показывающий долю воды в водоеме, затрачиваемой на смешение.

При условии полного перемешивания сточных вод концентрация примесей в водоеме C в произвольный момент времени равна

$$C = t\cdot(C_0 Q_v + \Sigma C_в Q_в)/V, \quad (6.5)$$

где V - объем водоема; $t = V / (Q_v + \Sigma Q_в - Q_п)$ - период полного обмена воды в водоеме; $Q_п$ - потери чистой воды водоема, например при испарении.

6.6.2. Очистка сточных вод

Очистка - это разрушение или удаление загрязнений из воды. ***Обеззараживание*** - уничтожение в сточных водах патогенных организмов.

Для очистки сточных вод используют методы: гидромеханические, физико-химические, химические, электрохимические, термические, биохимические методы. Конкретный способ их очистки зависит от количества вод, вида и концентрации в них загрязняющих веществ.

Для отделения *нерастворимых* примесей, кроме отстойных сооружений, применяют гидроциклоны, центрифуги, фильтры, флотаторы.

Физико-химические методы очистки: коагуляция, окисление, сорбция, ионообмен, экстракция, мембранные способы. Они позволяют удалять ионы тяжелых металлов, растворенные соли, кислоты, щелочи, биогенные соединения.

*Биохимические мет*оды используют для разложения *органических* веществ, поскольку некоторые микроорганизмы способны употреблять органические вещества сточных вод для питания. Очистку ведут с применением аэротенков, биофильтров, окситенков, биологических прудов и полей.

Возможности очистки сточных вод разными методами иллюстрирует табл. 6.1.

Таблица 6.1

Степень очистки промышленных сточных вод

Методы очистки	**Степень очистки,%**	
	по нерастворимым веществам	**по $БПК_п$***
Гидромеханические	60-90	30-40
Химические	80-90	40-50
Физико-химические	90	50-75
Биологические	90	80-90

*$БПК_п$ - биологическая потребность в кислороде.

Гидромеханические методы очистки сточных вод

Для очистки сточных вод ***от твердых примесей*** используются гидромеханические методы: *процеживание, отстаивание, осветление, центрифугирование, фильтрование.*

Процеживание - начальная стадия очистки сточных вод от нерастворимых примесей размером до 25 мм и волокнистых загрязнений. При этом используются решетки для крупных отходов (обломки древесины, бумага, тряпье, мусор, камни) и сита для более мелких примесей. Решетки изготовляют из металлических стержней с зазором 15-20 мм. Их устанавливают в клетках сточных вод вертикально или под углом 60-70^o. Скорость движения сточных вод 0,8-1 м/с. Специальными граблями решетки очищают от накоплений, которые измельчают в специальных дробилках и снова возвращают в поток. Сита могут быть барабанными, дисковыми, ленточными из латунной или нержавеющей проволоки диаметром от 0,3 мм до 1-1,5 мм, размер ячеек от 0,3х0,3 до

5х5 мм. Скорость движения воды для плоских сит 0,2-0,4 м/с, для вращающихся 0,8-1,2 м/с. Эффективность очистки 40-45%.

Отстаивание - удаление твердых частиц размером 0,15-0,25 мм под действием сил гравитации. Аппаратура для отстаивания: песколовки, отстойники, нефтеловушки, осветители, илоуплотнители и др. Нефтеловушки соответствуют отстойникам: горизонтальным, вертикальным, радиальным, но отходы всплывают вверх. Эффективность очистки до 60%.

Пропускная способность песколовок (рис.6.5, *а*) 70-280 тыс. $м^3$/сут, скорость движения воды 0,15-0,3 м/с. Из приямка песок удаляют гидроэлеваторами или песковыми насосами.

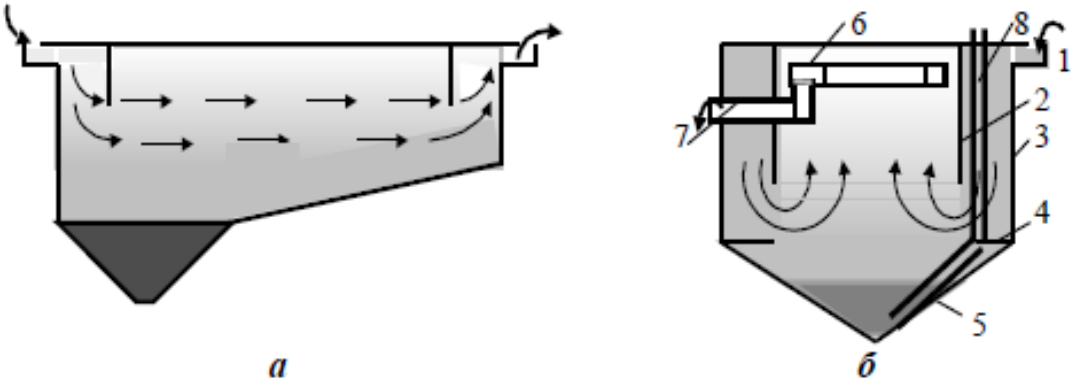


Рис. 6.5. Горизонтальная песколовка (*а*) и вертикальный отстойник (*б*):
1 - ввод сточной воды; *2* - цилиндрическая перегородка;
3 - корпус отстойника; *4* - отражательное кольцо; *5* - сборник шлама;
6 - кольцевой водосборник; *7* - трубопровод для вывода очищенной воды;
8 - трубопровод для вывода шлама

В отстойнике (рис. 6.5 *б*) цилиндрическая перегородка *2* и отражательное кольцо *4* обеспечивают криволинейное движение сточной воды сначала вниз, а затем вверх к кольцевому водосборнику *6*. Центробежные силы на повороте потока способствуют оседанию твердых частиц в сборнике шлама *5*. Шлам отсасывается через трубопровод *8*. Эффективность очистки 50-70%.

В радиальных отстойниках сточная вода поступает снизу через патрубок с расширяющимся диаметром и движется из него в радиальном направлении. Значительное уменьшение скорости движения потока приводит к осаждению твердых частиц. Осевший шлам направляется вращающимся скребком в сборник шлама и затем периодически удаляется из аппарата. Очищенная вода выводится из отстойника через верхний трубопровод.

Всплывающие примеси - нефть, масла, жиры, смолы - удаляются из сточной воды в нефтеловушках. Их глубина 1,5-3 м, высота слоя

всплывающих примесей около 0,1 м, скорость всплывания 0,15 - 0,6 мм/с. Эффективность очистки 60-70%.

Фильтрование - заключительный процесс для удаления тонкодисперсных примесей. Обычно применяются зернистые фильтры: песок, керамзит, шлак. Их классификация: *по размеру зерен*: мелко- (до 0,4 мм), средне- (0,4-0,8 мм) и грубозернистые фильтры (более 0,8 мм); *по производительности* - медленные (0,1- 0,3 м/ч), скорые (5-12 м/ч), сверхскоростные (более 25 м/с); *по напору* - гравитационные (открытые), напорные (с внешним давлением); *по числу слоев* - одно-, двух-, трех- и многослойные фильтры.

Каркасно-насыпной фильтр - аппарат высотой до 5 м, состоящий из нижнего слоя гравия, в слое которого помещен коллектор для сбора и отвода профильтрованной воды; днища - перегородки с мелкими отверстиями, опирающегося на этот слой гравия; фильтрующего слоя песка на днище с диаметром зерен 0,5 – 2 мм, слоя мелкого и затем более крупного гравия. Сточная вода подается сверху через кольцевой трубопровод с отверстиями. Высота фильтрующего слоя 0,4 - 2 м, слоя воды над ним - более 2 м. Скорость фильтрования 5 - 12 м/ч. Регенерацию фильтра осуществляют через 8 - 12 ч продувкой сжатого воздуха, подаваемого через трубопровод с отверстиями, размещенный под слоем песка. Затем производится обратная промывка водой через коллектор отвода воды.

Для отделения твердых примесей в поле действия центробежных сил также используются открытые или напорные гидроциклоны и центрифуги. Эффективность очистки до 70%.

Ультрафильтрация используется для концентрирования и выделения относительно ценных компонентов и очистки воды от весьма токсичных веществ: цианидов, ионов хрома, никеля, меди, свинца и т.п. Установка включает два элемента: насос для создания давления жидкости в 1-10 МПа, камеру с полупроницаемыми мембранами. Мембраны изготавливают из различных полимерных материалов (полиамиды, полиуретаны, полиакрилонитрилы, эфиры целлюлозы), пористого стекла, металлической фольги.

По способу расположения мембран различают фильтр-прессы с плоскокамерным, трубчатым и рулонным фильтрующим элементом, с мембранами в виде полых волокон. Фильтр-прессы могут быть непрерывные, периодические, прямоточные, циркуляционные.

Химические методы

В химических методах очистки сточных вод используются реакции нейтрализации, окисления и восстановления.

Нейтрализация щелочных и особенно кислых сточных вод до pH 6,5-8,5 - наиболее распространенная и обязательная операция перед сбросом в водоемы. Используются следующие виды очистки стоков нейтрализацией:

- смешение между собой кислых и щелочных сточных вод;
- добавление к кислым растворам сточных вод щелочных реагентов: известкового молока, раствора соды:

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2\ (5\%\ CaO) = CaS0_4\ (\text{осадок}) + 2H_2O;$$

- фильтрация кислых сточных вод через крупнозернистые фильтры из известняка, доломита;
- нейтрализация щелочей кислыми дымами (CO_2, SO_2, NO_x).

Образующиеся осадки выделяются отстаиванием в шламовых болотах или аппаратах.

Окисление токсичных примесей хлором, хлорной известью $Ca(OC1)_2$, озоном, кислородом:

$$CN^- + OC1^- = CNO^- + Cl^-;\ CNO^- + H+ + H_2O = CO_2\ (\text{газ}) + NH_3\ (\text{газ}),$$

$$2CNO^- + 4OH^- + 3C1_2 = 2CO_2\ (\text{газ}) + N_2\ (\text{газ}) + 6C1^- + 2H_2O.$$

Для ***обеззараживания*** воды от бактерий используют хлор и хлорсодержащие окислители. *Озонирование* более эффективно. Озон убивает не только бактерии, но и вирусы. Он окисляет фенолы (хлор их не окисляет), нефтепродукты, сероводород, ПАВ, цианиды, пестициды. Получают его из кислорода воздуха в озонаторах - трубчатых или пластинчатых конденсаторах - в условиях коронного электрического разряда.

Восстановление применяется для очистки от соединений хрома (VI), мышьяка, ртути и других металлов. В качестве восстановителей используют активированный уголь, SO_2, сульфиты, соли Fe^2+. Пример: восстановление примесей хрома (VI) гидросульфитом натрия при pH 3-4:

$$2\ Cr_2O_7^{2-} + 5H_2SO_4 + 6NaHSO_3 = 4Cr^{3+} + 3Na_2SO_4 + 8SO_4^{2-} + 8H_2O.$$

Далее Cr^3+ может быть осажден щелочным раствором и отделен.

Для восстановления ртути растворы ее соединений обрабатывают сероводородом, гидросульфитом натрия, сульфидом железа (II), железным порошком.

Физико-химические методы

Для очистки воды и сточных вод от примесей эффективны следующие физико-химические методы: коагуляция, флотация, кристаллизация, сорбция, ионообмен, экстракция, ректификация.

Коагуляция (лат. coagulatio - свертывание) тонкодисперсных взвесей, эмульсий - широко используемый метод очистки воды от загрязнений. В качестве коагулянтов обычно используют 10 - 17% растворы сульфатов и хлоридов алюминия (III) и железа (III) по отдельности или совместно.

Коагуляция происходит за счет разряда заряженных коллоидных частиц электролитом и при соосаждении примесей вследствие их сорбции хлопьевидной, очень развитой поверхностью гидроксидов алюминия (III) и железа (III), образующихся при гидролизе. Они захватывают ионы тяжелых металлов, бактерии, гуминовые вещества. При очистке сточных вод доза коагулянта составляет от 50 до 700 мг/л, при обработке природных вод 25 - 80 г/м^3.

Более эффективно дополнительное использование флокулянтов (лат. flocculi - клочки, хлопья) - высокомолекулярных соединений типа крахмала, белковых дрожжей, полиакриламида в количестве 0,5-2 г/м^3. Они позволяют ускорить осаждение хлопьев, снизить расход коагулянтов.

Процесс очистки воды коагуляцией слагается из следующих стадий: добавление и смешение реагентов с водой, хлопьеобразование, осаждение хлопьев, их удаление из воды. Смешение природной или сточной воды с растворами коагулянтов проводят в смесителях различного типа. Это аппараты: с дырчатыми перегородками или с отверстиями в виде проемов; вертикальные емкости с вводом смеси через нижнюю коническую часть со скоростью около 1 м/с и понижением в верхней части до 0,025 м/с; баки с механическим перемешиванием смеси лопастными или пропеллерными мешалками. Осаждение хлопьев происходит в отстойниках и осветителях.

Флотация (англ. flotation - всплывание) - увлечение всплывающими пузырьками воздуха прилипающих к ним дисперсных частиц. Затем образующуюся пену удаляют с поверхности воды. Флотацию используют для удаления из сточных вод всплывающих примесей: масел, нефтепродуктов, смол, ПАВ, полимеров. Степень очистки - до 80-95%. В зависимости от способа образования пузырьков воздуха различают несколько видов флотации: напорную, пневматическую, пенную, химическую, биологическую, электрофлотацию и т.п. Из ряда способов чаще используются напорная и импеллерная (крыльчатая) флотация.

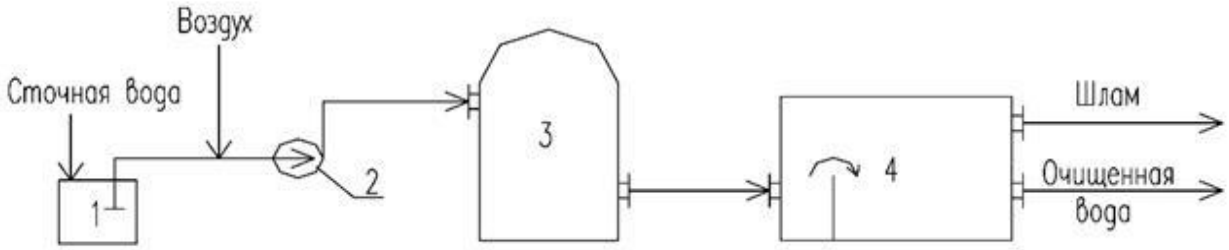


Рис. 6.6. Схема установки напорной флотации:
1 - резервуар воды; *2* - напорный насос; *3* - сатуратор; *4* – флотатор

В установке напорной (т.е. под давлением) флотации (рис. 6.6) сточная вода с содержанием примесей до 4-5 г/л из резервуара *1* поднимается с помощью насоса *2* и вмест с засасываемым через трубопровод воздухом подается под давлением 0,15-0,4 МПа в сатуратор *3* (лат. saturatio - насыщение). В нем происходит насыщение воды воздухом, он начинает выделяться в виде пузырьков во флотаторе *4*, в котором давление уменьшается до атмосферного. Всплывающие пузырьки воздуха увлекают вверх прилипающие к ним частицы примесей. Пенообразный шлам удаляется через верхний слив, очищенная вода - через нижний слив.

В импеллерном (англ. impeller – рабочее колесо, крыльчатка) флотаторе очищается сточная вода с содержанием примесей более 2 г/л. Скорость поступления воздуха, число образующихся мелких пузырьков воздуха и эффективность флотации зависят от скорости вращения импеллера, которая ограничивается разрушением хлопьев при высокой турбулентности потока.

Кристаллизация используется обычно тогда, когда образующиеся кристаллы пригодны для производственных целей. Ее варианты:

- кристаллизация с охлаждением раствора; охладитель обычно вода, реже воздух;
- кристаллизация с частичным удалением растворителя испарением или вымораживанием;
- комбинированная кристаллизация.

Вакуум-кристаллизация. При создании вакуума в аппарате раствор, обычно сначала горячий, начинает кипеть и охлаждаться. Испарение и охлаждение приводит к кристаллизации примесей из пересыщенного раствора.

Аппаратура для кристаллизации: выпарные аппараты - кристалл-лизаторы, вакуумные кристаллизаторы и емкости с охлаждением раствора: вертикальные аппараты со змеевиком, башенные градильни с

разбрызгиванием горячего раствора. Последние наиболее просты, производительны, энергоэкономны.

Адсорбция используется для глубокой очистки сточных вод от органических веществ, фенолов, гербицидов, ПАВ, пестицидов, красителей. Эффективность очистки зависит от химической природы и структуры адсорбента и адсорбируемых примесей и достигает 80-95%.

Адсорбенты: активированный уголь, силикагель, шлаки, торф. Требования к адсорбентам: гидрофильность (смачиваемость водой), устойчивость к истиранию, высокая адсорбционная емкость при небольшой удерживающей способности (возможность регенерации), низкая стоимость и т.п. Наиболее широко используются различные марки активированного угля: порошкообразного с размером частиц менее 0,25 мм и гранулированного более 1 мм.

Адсорбция проводится фронтальным способом в статических или динамических условиях. При *статической адсорбции* жидкость движется вместе с частицами сорбента, обычно активированного угля, размером 0,1 мм и менее. Происходит интенсивное перемешивание. Для более эффективной очистки сточной воды от примесей используют многоступенчатые установки или с последовательным введением свежего, дешевого адсорбента в каждую ступень и вывода из нее отработанного адсорбента, или с противоточным введением более дорогого адсорбента, начиная с последней ступени. Последний процесс иллюстрирует рис. 6.7.

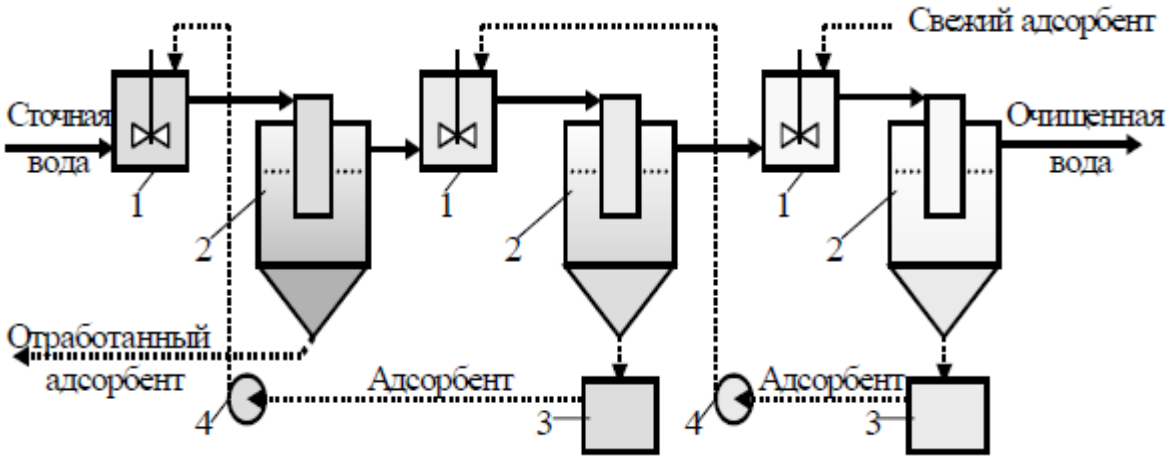


Рис. 6.7. Схема противоточной адсорбционной установки:
1 - смесители; *2* - отстойники; *3* - приемники адсорбента; *4* – насосы

При *динамической адсорбции* используется противоточное движение: сточная вода подается снизу в колонну, заполненную сорбентом высотой 1-2 м. Размеры частиц абсорбента 0,8-5 мм. Скорость фильтрования воды 5-20 см/мин (3-12 м/ч). Процесс ведут до проскока загрязнений, после чего

воду подают в другую колонку. В первой колонне проводят регенерацию сорбента (угля), обычно обрабатывая его перегретым водяным паром (200-300 ^{o}C) или экстрагируя примеси органическим растворителем. Реже для регенерации сорбента используют деструктивные методы: термические (500-1000 ^{o}C), окисление хлором, озоном.

Ионный обмен применяют для глубокой очистки прозрачных сточных вод, содержащих до 3-4 г/л солей, от ионов цветных и тяжелых металлов, цианидов, мышьяка, радиоактивных веществ.

Иониты - твердые вещества (с матрицей R), содержащие на своей поверхности функциональные группы, способные к ионизации и обмену образующихся ионов на ионы раствора.

Типы реакций ионного обмена:

- катионный обмен: $RSO_3H + Na^+ = RSO_3Na + H^+$;
- анионный обмен: $ROH + Cl^- = RCl + OH^-$.

Катиониты - иониты, обладающие кислотными свойствами и способны обменивать свои катионы, обычно H^+ (в Н-форме), на катионы электролита.

Аниониты. Они обладают щелочными свойствами и обменивают свои анионы, обычно OH^- (в ОН-форме), на анионы электролита.

Иониты могут быть природными и искусственными: алюминаты, цеолиты (полевые шпаты), гидроксиды, силикагели, пермутиты, сульфоугли. Наибольшее применение находят органические искусственные материалы - ионообменные смолы.

Их классифицируют следующим образом:

- сильнокислотные катиониты - содержат сульфогруппы SO_3H или группы $PO(OH)_2$;
- слабокислотные катиониты - содержат карбоксильные и фенольные группы C_2H_5OH;
- сильноосновные аниониты - содержат четвертичные аммонийные основания NR_3OH;
- слабоосновные аниониты - содержат первичные NH_2 и вторичные аминогруппы NH;
- смешанные иониты - проявляют свойства смеси кислот и оснований разной силы.

В нашей стране наиболее известны катионные сульфоугли СМ и СК, катиониты КУ-1, КУ-2, КБ, КФ; аниониты АН-2ФН, АН-18-8, АВ-17-8 и др. Их выпускают в виде зерен диаметром ~1 мм.

Поглощающая способность ионитов характеризуется *обменной емкостью* - числом эквивалентов ионов, поглощаемых единицей массы

или объема ионита. Различают полную, статическую и динамическую обменную емкость.

Полная обменная емкость - количество вещества, поглощенного до полного насыщения ионита:

- статическая (равновесная) емкость - количество вещества, поглощенного ионитом в данных рабочих условиях;
- динамическая емкость - емкость ионита до «проскока» ионов в фильтрат. Она минимальна.

Аппаратура ионного обмена. Как правило, это цилиндрическая пластмассовая колонна высотой 1,5-3 м, заполненная ионитом. В аппаратах периодического действия очищаемая вода обычно подается сверху со скоростью 15-40 см/мин. В аппаратах непрерывного действия очищаемая вода подается снизу, а ионит - сверху. При этом ионит находится во взвешанном состоянии, что увеличивает эффективность очистки и уменьшает затраты.

Регенерация катионитов, т.е. обратный их перевод в Н-форму, осуществляется промывкой 5-10%-ным раствором сильных кислот: HCl или H_2SO_4. Регенерация в натриевую форму (Na-форма) - промывка концентрированным раствором NaCl. Аниониты переводят в ОН-форму их промывкой 2-6%-ным раствором NaOH, Na_2CO_3, а в хлоридную форму (Cl-форма) - 2-6%-ным раствором NaCl.

Экстракция (лат. extrahere - извлечение) - извлечение обычно органической жидкостью компонентов твердого вещества или другой жидкости, несмешивающейся с первой. Она применяется для очистки сточных вод, содержащих фенолы, масла, органические кислоты, анилин, тяжелые металлы в повышенной концентрации примесей (3-4 г/л и более). Эффективность извлечения фенолов достигает 90-98%. Экстракционная очистка состоит из следующих стадий: смешение сточной воды с органическим экстрагентом, разделение образующихся фаз, регенерация экстрагента из экстракта и рафината.

Терминология экстракции. *Экстрагент* - органический растворитель или раствор, содержащий экстракционный реагент, извлекающий нужный компонент из другой фазы. *Экстракционный реагент* - вещество, образующее с извлекаемым компонентом соединение, способное растворяться в органической фазе. *Экстракт* — органическая фаза, содержащая извлеченный компонент. *Рафинат* (фр. raffiner - очищать) - водной раствор, оставшийся после экстракции.

В качестве экстрагентов используются эфиры (бутилацетиловый, диизопропиловый), спирты, $CC1_4$, бензол, толуол, хлорбензол, трибутилфосфат в керосине и др.

При выборе экстрагентов учитывают следующее:

- избирательность к извлекаемому компоненту, коэффициент распределения, нерастворимость и несмешиваемость с водой, различие с ней в плотности;
- вязкость, летучесть, простоту и легкость реэкстракции извлекаемого компонента, токсичность, воспламеняемость, химическую и радиационную устойчивость;
- возможность регенерации экстрагента, низкую стоимость.

При очистке сточных вод обычно используют ступенчато-противоточную экстракцию в ряде аппаратов (рис. 6.8, *а*) и непрерывно-противоточную экстракцию в одном аппарате (рис. 6.8, *б*). Насадками служат кольца Рашига, блочные структуры из керамики, пластмассы. Тяжелая фаза - обычно сточная вода.

Регенерацию растворителя из экстракта осуществляют ректификацией из очищенной воды путем отгонки острым паром в насадочной колонне.

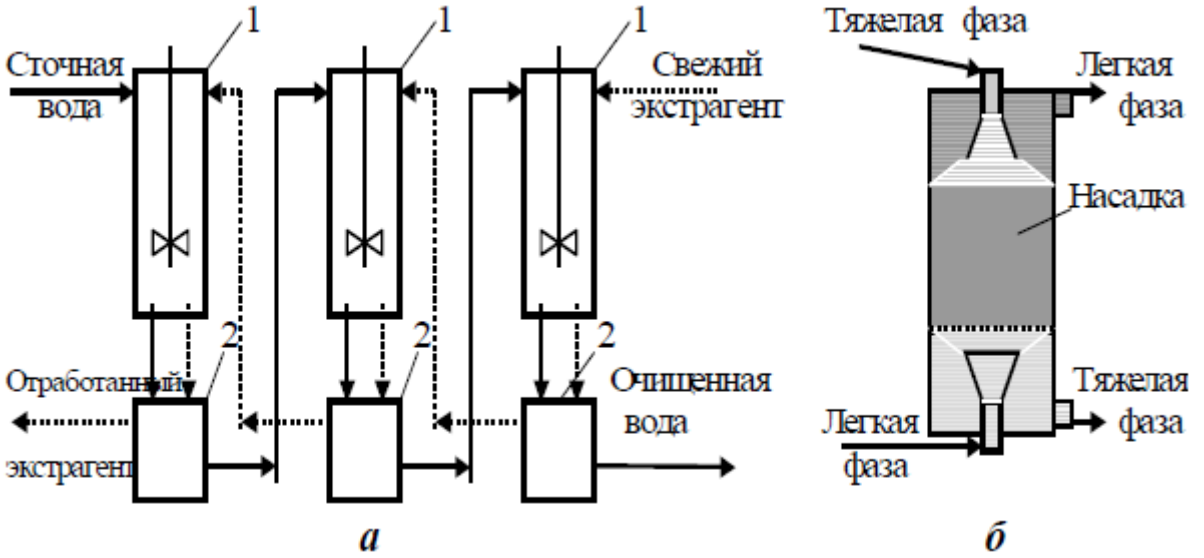


Рис. 6.8. Схемы экстракции:
а - противоточной ступенчатой *1* - смесительные камеры; *2* – отстойники;
б - противоточной непрерывной

Перегонка и ректификация. Их включают в состав технологических схем основных производств и применяют при необходимости практически полного выделения из сточных вод малых концентраций примесей, обычно растворенных органических жидкостей. Выделенные вещества, как правило, используются снова в технологическом процессе.

Виды перегонок: простая, с водяным паром, азеотропная. Простую перегонку проводят постепенным испарением сточной воды в перегонном кубе с конденсацией дистиллята в холодильнике. Ее применяют для очистки сточных вод от примесей, кипящих ниже 100 °С (ацетон, метиловый

спирт и т.п.). Перегонка острым паром, т.е. непосредственное введение его или воздуха, азота или других газов в сточную воду, позволяет упростить конструкцию аппаратов, снизить расход тепла. Азеотропная отгонка нераздельно кипящих смесей воды с органическими веществами (бензол, толуол, хлороформ, CCl_4, бутилацетат и др.) происходит при температуре ниже температуры кипения воды. Отгонка ведется в насадочной колонне, в нижнюю часть которой подается острый водяной пар. Затем в отстойнике-сепараторе конденсат органического вещества отделяется от водяного конденсата.

Ректификация (лат. rectificare - исправлять, очищать) - способ разделения и очистки легко кипящих жидкостей путем многократного их нагрева до кипения и конденсации. Виды ректификации: простая, азеотропная и пароциркуляционная.

Простую ректификацию проводят в ректификационных колоннах тарельчатого или насадочного типа. Сточная вода подается на верхнюю тарелку (или насадку) и с нижней тарелки поступает в кипятильник. В нем при кипячении образуется поток паров, которые, проходя через колонну, увлекают пары органических примесей (бензол, хлорбензол, бутилацетат и др.) в верхнюю часть колонны. Затем пары поступают в конденсатор. Очищенная вода из кипятильника (кубовый остаток) отводится как конечный продукт.

Пароциркуляционная ректификация, или *эвапорация* (лат. evaporatio - выпаривание), сточных вод проводится в ректификационных колонках с использованием циркулирующего водяного пара. Основой этого метода очистки является разное распределение примесей между жидкой и паровой фазами. Она применяется для отгонки из сточных вод органических веществ, являющихся слабыми электролитами: крезолы, нафтолы, карбоновые кислоты, фенолы. Эффективность извлечения фенолов составляет 85-92%.

Эвапорация проводится в колоннах, которые делятся на эвапорационную (нижнюю) часть, где происходит очистка сточных вод, и поглотительную (верхнюю) часть, где идет регенерация пара. Сточная вода подается не сверху, а на эвапорационную часть колонны и стекает по насадке в приемник очищенной воды. Снизу колонны подается острый пар, который нагревает сточную воду до 100 ^{o}C. Пары примесей вместе с паром проходят в верхнюю часть колонны через нагретый примерно до 100 ^{o}C поглотитель, в котором из пара удаляются летучие примеси (регенерация пара). Очищенный пар снова направляется в колонну для очистки сточных вод.

Электрохимические методы

Для проведения электрохимических процессов используют электролизеры. В простейшем виде это два электрода (электронные проводники), погруженные в раствор электролита (ионный проводник), который находится в ванне. Через электроды пропускают обычно постоянный ток. На катоде, т. е. электроде, подсоединенном к отрицательному полюсу источника напряжения, протекают процессы электрохимического восстановления положительно заряженных ионов раствора, т. е. катионов. На инертном аноде, т. е. электроде, подсоединенном к положительному полюсу источника напряжения, протекают процессы электрохимического окисления отрицательно заряженных ионов раствора, т.е. анионов. На растворимом аноде происходит окисление материала анода с переходом его растворимых соединений в раствор. Процессы электрохимического восстановления и окисления количественно описываются известным законом Фарадея.

В зависимости от природы электрохимических процессов, используемых для удаления примесей из сточных вод, различают методы электрохимического окисления и восстановления, электрокоагуляции и флотации, электродиализа.

Электрохимическое окисление и восстановление. Методы электролиза применяют при небольших расходах сточных вод, содержащих повышенные концентрации примесей. Минимальная концентрация солей должна быть не менее 0,5 г/л, чтобы электропроводность сточной воды была достаточной для электролиза. Анодным окислением можно очищать сточные воды от цианидов, аминов, альдегидов, сульфидов, меркаптанов, красителей, нитросоединений, превращая их в CO_2, воду, азот, аммиак. Катодным восстановлением можно удалять ионы тяжелых металлов: свинца, ртути, меди, мышьяка, хрома и т. п.

В качестве анодов применяют нерастворимые материалы: графит, магнетит, титан. Катоды: легированная сталь, сплавы железа, свинца, цинка. Для разделения катодного и анодного пространства используют керамические, полиэтиленовые, стеклянные диафрагмы. Электропроводность раствора увеличивают добавлением 5-10 г/л NaCl. Анодная плотность тока составляет 100-150 А/м^2, межэлектродное пространство 3 см. Эффективность очистки до 80-100%.

Электрокоагуляция и электрофлотация. В этом методе используют растворимые аноды из железа (стали), алюминия, при анодном окислении образующие ионы Fe^{3+} и Al^{3+}. Катионы железа и алюминия:

- коагулируют заряженные коллоиды;
- образуют в воде гидроксиды железа или алюминия в виде хлопьев;

- способствуют соосаждению примесей на них.

Если напряжение на электролизере достаточно для параллельного разложения воды, то пузырьки газов водорода H_2 и кислорода O_2, образующиеся при электролизе на катоде и аноде, будут обеспечивать флотацию примесей. Такие электролизеры с растворимыми электродами называют электрокоагуляционно-флотационными.

Электроды в электролизерах располагают в виде набора пластин с расстоянием между ними для стальных электродов 5-10 мм, для алюминиевых 12-15 мм. Анодная плотность тока 150-250 А/м^2 для стальных электродов и 80-120 А/м^2 для алюминиевых электродов. Скорость движения воды между электродами от 0,03 до 0,5 м/с. По направлению движения воды и флотирующихся газов электрофлотаторы разделяют на прямо- и противоточные, по расположению электродов - на горизонтальные и вертикальные.

Электрокоагуляцию с алюминиевыми анодами применяют для обработки сточных вод, содержащих эмульсии масел, жиров и нефтепродуктов с начальной концентрацией не более 10 г/л. Эффективность очистки от масел 55-70%, от жиров до 92-99%. Стальные электроды используют для электрокоагуляции хроматов, тяжелых металлов, фосфатов, полимеров.

Электродиализ (гр. dialysis - отделение) - разделение ионов раствора M^+ и X^- происходит под воздействием разности концентраций частиц и разности потенциалов, создаваемой в электродиализаторе по обе стороны мембран. Простейший электродиализатор представляет собой ванну, разделенную на три камеры двумя диафрагмами или мембранами (рис. 6.9).

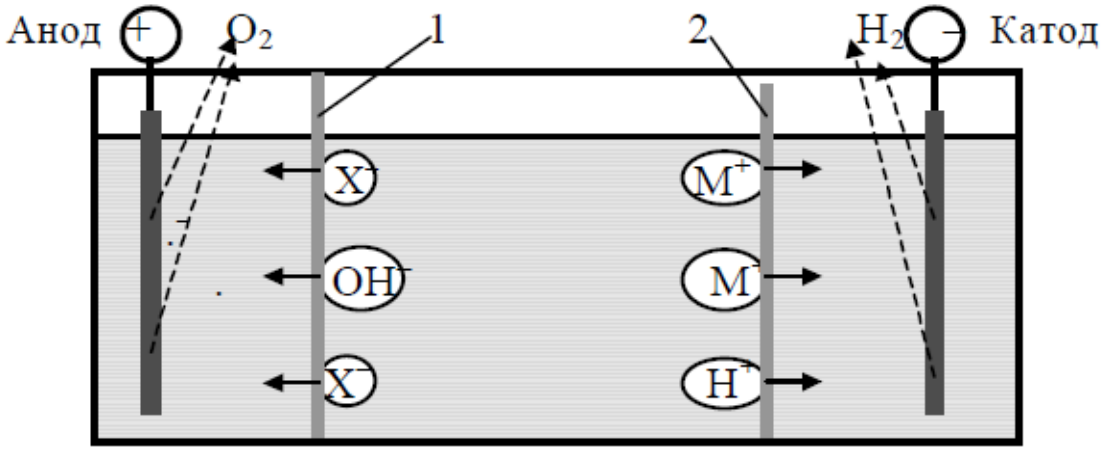


Рис. 6.9. Схема электродиализатора:
1 - анионитовая мембрана; *2* - катионитовая мембрана

В качестве диафрагм используют инертные пористые природные и синтетические материалы: асбест, стеклоткань, поли хлорвиниловую ткань и др. В качестве мембран применяют иониты. От средней камеры анионитовая мембрана *1* отделяет камеру с анодом, а катионитовая *2* - камеру с катодом.

При пропускании через электродиализатор постоянного тока на аноде происходит окисление анионов, обычно OH^-, или выделение кислорода при разложении воды:

$$2OH^- \rightarrow O_2 + 2H^+\uparrow + 4e^- ; \quad 2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+\uparrow + 4e^-.$$

Образующиеся катионы водорода H^+ не могут переходить через анионитовую мембрану в среднюю камеру. Они увеличивают кислотность в анодной камере. Уменьшение концентрации анионов по сравнению с концентрацией катионов ведет к росту разности потенциала и концентрации анионов между анодной и средней камерой. Это увеличивает скорость перехода анионов X^- из средней камеры в анодную камеру через анионитовую мембрану или диафрагму.

Аналогичное явление, но противоположное по знаку, наблюдается в катодной камере, где происходит катодное восстановление катионов водорода или воды:

$$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2\uparrow; \quad 2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2\uparrow + 2OH^-.$$

Раствор в катодной камере обогащается OH^--ионами, возрастает его pH, дефицит катионов, разность потенциалов. Ускоряется переход катионов M+ из средней камеры в катодную.

Таким образом, при пропускании через электродиализатор постоянного тока анионы X^- из средней камеры переходят в анодную, а катионы M^+ в катодную камеру, практически до полного их удаления. Применение ионитовых мембран позволяет создавать в анодной камере кислую среду, а в катодной - щелочную. Диафрагмы же не мешают переходу H^+-ионов из анодной камеры и OH^--ионов из катодной камеры в среднюю камеру. В ней они взаимодействуют, образуя воду. Поэтому pH в камерах практически не изменяется.

Аноды и катоды изготавливают из инертных материалов: графита, магнетита, платинированного титана. Число камер в электродиализаторах достигает 100-200. На снижение содержания солей с 250 до 5 мг/л расходуется 7 кВт-ч/м.

Биохимические методы

Биохимические методы применяются для очистки бытовых и производственных сточных вод от органических веществ, а также сероводорода, сульфидов, аммиака, нитритов. Процесс очистки основан на способности микроорганизмов использовать эти вещества на обеспечение своей жизнедеятельности. Очистка осуществляется сообществом множества различных бактерий, простейших, а также грибов, водорослей, образующих биологически активный ил. Известны аэробные и анаэробные методы биохимической очистки.

Аэробные методы основаны на использовании аэробных групп микроорганизмов, для жизнедеятельности которых необходим постоянный приток воздуха.

Анаэробные биохимические процессы протекают без доступа кислорода. Их используют для обработки осадков. Оптимальная температура очистки 20-40 °С.

Достоинства биохимической очистки: можно удалять из сточных вод широкий спектр органических и некоторые неорганические вещества, простота аппаратуры, низкие эксплуатационные затраты, возможна высокая степень очистки. Недостатки метода: высокие капитальные затраты (огромные сооружения), необходимость точного соблюдения технологического режима очистки, разбавления сточных вод из-за высокой концентрации примесей, возможно наличие примесей, отравляющих микроорганизмы.

Механизм процесса очистки микроорганизмами веществ из сточных вод условно делят на три стадии: массопередачу вещества из жидкости к поверхности клетки путем конвенции воды и диффузией примесей; диффузию вещества примеси через оболочку клетки микроорганизма вследствие градиента концентрации; процесс превращения вещества в клетке (метаболизм) с выделением энергии и синтезом нового клеточного вещества.

Скорость массопередачи определяется законами диффузии и гидродинамики. Вихревое движение потока разрушает хлопья активного ила на мелкие колонии микробов и приводит к быстрому обновлению поверхности их раздела со средой. Скорость биохимических превращений в клетке, их последовательность определяется ферментами. Синтез новых белковых веществ (анаболические превращения) протекает с затратой энергии Q, например

$$C_6H_4O_2 + NH_3 + O_2 + (\text{ферменты}) \rightarrow C_5H_7NO_2 + CO_2 - Q.$$

Биохимическое аэробное окисление органического вещества клетки (*катаболизм*) или сточной воды сопровождается потреблением кислорода и выделением энергии Q:

$C_5H_7NO_2 + 5O_2 + (\text{ферменты}) \longrightarrow 5CO_2 + NH_3 + 2H_2O + Q.$

Условия биохимической очистки. На эффективность биохимической очистки сточной воды оказывают влияние следующие факторы: равномерность поступления сточной воды, концентрация в ней примесей, наличие кислорода в воде, ее температура, pH, перемешивание воды, присутствие в воде примесей, токсичных для микроорганизмов, концентрация биомассы. Снабжение сооружений биохимической очистки кислородом воздуха должно быть непрерывным и в таком количестве, чтобы в очищенной воде содержание кислорода было не менее 2 мг/л. Оптимальная температура для аэробных процессов 20-30 °С, хотя отдельные бактерии выдерживают температуру от -8 до 85 °С. Оптимальная реакция среды нейтральная (pH около 6,5). Количество взвешенных частиц для биологических фильтров должно быть не более 100 мг/л. Оптимальное количество микроорганизмов в виде активного ила 2-4 г/л. Наиболее эффективен молодой активный ил возраста 2-3 сут.

Регенерация активности ила: его аэрация в отсутствие питательных веществ.

Для жизнеобеспечения микроорганизмов, очищающих сточные воды, требуется наличие в ней достаточного количества соединений углерода, азота, фосфора. Однако соединения ртути, свинца, сурьмы, серебра, хрома, кобальта являются клеточными ядами. Их концентрация должна быть ниже ПДК для микроорганизмов.

Технология биохимической очистки. Аэробную очистку проводят в естественных условиях и в искусственных сооружениях.

Естественные условия: поля орошения и фильтрации, биологические пруды.

Поля орошения - это сельскохозяйственные угодья, предназначенные для очистки сточных вод и одновременного выращивания растений. На *полях фильтрации* растения не выращивают. Обычно это резервные участки типа прудов для принятия сточных вод. На полях орошения очистка сточных вод основана на воздействии микрофлоры почвы, воздуха, солнца и жизнедеятельности растений. Солей в стоках должно быть меньше 4-6 г/л. Сточные воды подаются на поля орошения в летний период через 5 дней.

Биологические пруды - искусственные водоемы глубиной 0,5-1 м, хорошо прогреваемые солнцем и заселенные водными организмами. Они могут быть проточные (серийные или каскадные) и непроточные. Время пребывания воды в прудах с естественной аэрацией от 7 до 60 сут., с

искусственной - 1-3 сут. В последних ступенях каскадных прудов разводят рыбу, что позволяет избежать образования ряски. В непроточных прудах сточная вода подается после ее отстаивания и разбавления. Продолжительность очистки 20-30 сут.

Достоинства биологических прудов в невысокой стоимости строительства и эксплуатации, а недостатки: сезонность работы, большая площадь, низкая окислительная способность, трудность чистки.

Биохимическая очистка в биофильтрах. Биофильтры - это большие круглые или прямоугольные сооружения из железобетона или кирпича, загруженные фильтрующим материалом, на поверхности которого выращивается биопленка. Аэрация их может быть естественной и искусственной. По типу загрузки материала биофильтры делятся на две группы: с объемной (зернистой) и плоской загрузкой. *Объемная загрузка*: гравий, щебень, галька, шлак, керамзит, кольца, кубы, шары. *Плоская загрузка*: металлические, тканевые и пластмассовые сетки, решетки, гофрированные листы, пленки.

Биофильтры с объемной загрузкой могут быть трех типов: капельные, высоконагружаемые, башенные. Капельные биофильтры наиболее просты, загружаются мелким материалом высотой 1-2 м, имеют производительность до 1000 $м^3$/сут и обладают высокой степенью очистки. *Высоконагружаемые* биофильтры заполняют крупным материалом высотой 2-4 м. Высота загрузки башенных биофильтров 8-16 м, производительность до 50 тыс. $м^3$/сут.

Применение находят также биофильтры с плоской загрузкой, обладающие более высокой окислительной способностью, погружные (дисковые) биофильтры и биотенк-биофильтры. В них в шахматном порядке по горизонтали и вертикали размещены лотки в виде блюдец, которые сверху заполняются сточной водой до их переполнения и перелива избытка воды. Снаружи лотков образуется активная биопленка. Она обеспечивает высокую эффективность очистки воды. Недостатки биофильтров: заиливание фильтров, снижение их окислительной способности, появление неприятных запахов.

Биохимическая очистка в аэротенках. *Аэротенки* - крупные 1500 - 15000 $м^3$ железобетонные сооружения глубиной 3-6 м со свободно плавающим в воде активным илом, бионаселение которого использует загрязнения сточных вод для своей жизнедеятельности. Объем сточных вод, очищаемых при использовании аэротенков, весьма большой: от нескольких сот до миллионов кубических метров в сутки.

Показатели биохимической очистки в аэротенках:

- *конструкция*: круглые, прямоугольные, шахтные, комбинированные, фильтротенки, флототенки;

- *режим сточных вод*: проточные, полупроточные, капитальные, с переменным уровнем;
- *структура потока*: аэротенки-вытеснители, аэротенки- смесители, аэротенки с рассредоточенной подачей сточной воды, окситенки;
- *аэрация*: пневматическая, комбинированная гидродинамическая, пневмомеханическая;
- *способ регенерации активного ила*: в отдельном аппарате, в совмещенном аппарате;
- *число ступеней*: одно-, двух-, многоступенчатые;
- *нагрузка на активный ил*: высокая, обычная, низкая.

Классификация аэротенков. В аэротенках-вытеснителях (рис. 6.10, *а*) нагрузка загрязнений на ил максимальна в начале и минимальна в конце процесса. Их длина достигает 50-150 м, объем от 1,5 до 30 тыс. м^3.

Аэротенки-смесители (рис. 6.10, *б*) наиболее пригодны для очистки концентрированных производственных сточных вод ($БПК_п$ до 1 г/л) при значительных колебаниях их расхода и концентрации загрязнения. Их недостаток - высокая остаточная концентрация примесей в очищенной воде.

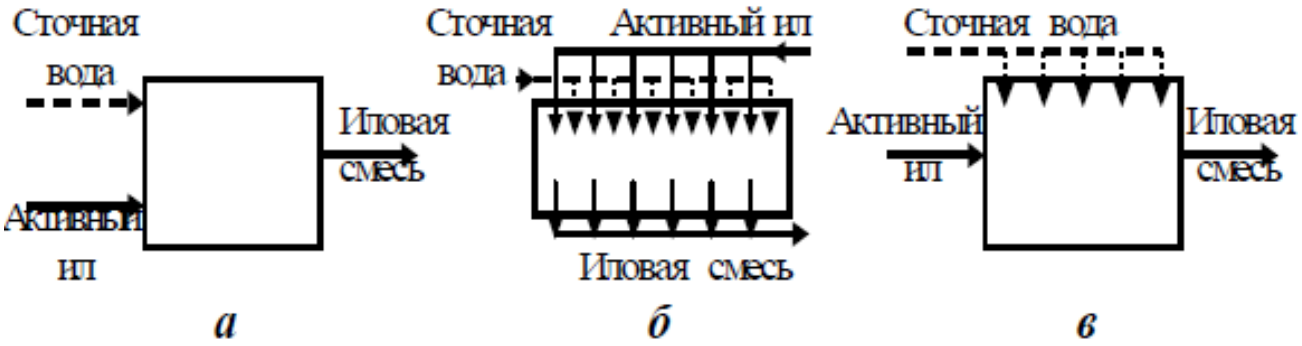


Рис. 6.10. Схемы аэротенка-вытеснителя (*а*), аэротенка-смесителя (*б*), аэротенка с рассредоточенной подачей сточной воды (*в*)

В аэротенках с равномерной подачей сточной воды нагрузка на ил по его длине равномерно уменьшается (рис. 6.10, *в*). Они используются для очистки смесей промышленных и городских стоков.

В *окситенках* вместо воздуха применяется технический кислород что позволяет увеличить в 5-10 раз окислительную способность процесса, повысить дозы активного ила до 6-10 г/л.

Важный фактор биологического окисления примесей - кислород. При механической аэрации воду с илом перемешивают мешалками, турбинками, щетками и т. п. Пневматическую аэрацию в зависимости от размера пузырьков воздуха подразделяют на три вида: мелкие пузыри

(1-4 мм) при подаче воздуха в аэротенк под давлением через керамические или пластинчатые диффузоры; средние пузыри (5-10 мм) - подача воздуха через перфорированные трубы, щелевые устройства; крупные пузыри (>10 мм) - подача воздуха через сопла, трубы.

На рис. 6.11 приведена технологическая схема аэротенка с регенерацией ила. Сточная вода подается в аэротенк *1*, где обрабатывается активным илом. Смесь воды с илом поступает в отстойник *2*, из которого после отстоя через верхнюю часть выводится очищенная вода, а через донное отверстие - отстоянный ил. Из насосной станции *3* часть ила через его регенератор *4* возвращается в аэротенк, а избыточного часть ила отправляется на переработку в метантенк.

При высокой исходной концентрации органических примесей в воде ($БПК_п$ > 0,15 г/л) используют двухступенчатую очистку с окислением 50-70% примесей на первой ступени.

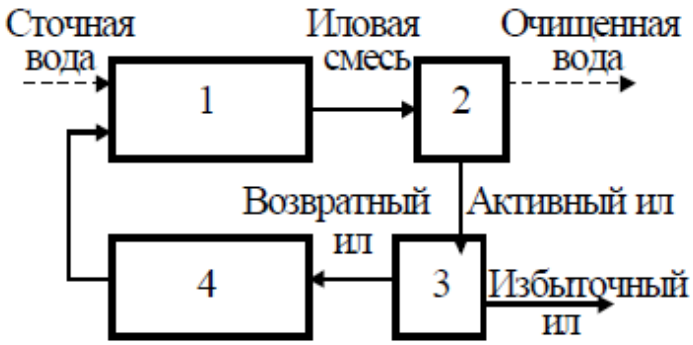


Рис. 6.11. Технологическая схема очистки сточных вод в аэротенке с регенерацией ила:
1 – аэротенк; *2* – отстойник; *3* – насосная станция; *4* – регенератор ила

Выбор технологий очистки зависит от природы основного загрязняющего вещества, его концентрации, объёма сточных вод, наличия дополнительных примесей, требований к качеству очистки воды для сброса (нормы ПДК) или её возврата в технологический цикл (требования ГОСТ). **Очистка промышленных сточных вод** до норм ПДК осуществляется в результате подбора оптимальной технологии очистки, выбора высокоэффективного инженерного экологического оборудования, фильтрующих элементов и химических реагентов на основании результатов качественного анализа образующихся на предприятии стоков.

Наиболее широкое распространение за рубежом и в России получили: мембранные технологии, электромембранные, флотационные, флотомембранные, электрофлотомембранные процессы, ионный

обмен на синтетических сорбентах, адсорбция на активированных углях, озонирование, биохимические технологии и реагентное осаждение с использованием новых химических осадителей.

Инновационные технологи очистки сточных вод

Существует огромный выбор технологий и оборудования для очистки сточных вод от высокотоксичных загрязняющих веществ.

При выборе технологий, обладающих высоким инновационным потенциалом, необходимо учитывать следующие факторы:

- высокую эффективность (степень очистки 98-99%), время обработки жидкости не более 10 мин, остаточная концентрация загрязняющего вещества на уровне ПДК для рыбохозяйственных водоёмов;
- обоснованный уровень цены технологии и оборудования для данного качества очистки;
- невысокие эксплутационные затраты на обслуживание оборудования и системы водоочистки;
- низкий расход химических реагентов и других расходных материалов на 1 $м^3$ сточной воды;
- высокую удельную производительность оборудования (объём очищаемой жидкости с площади, занимаемой установкой);
- отсутствие вторичного загрязнения воды и увеличения количества твёрдых отходов;
- отсутствие высококонцентрированных жидких отходов, образующихся в процессе водоочистки;
- возможность полной автоматизации технологического процесса водоочистки;
- наличие патентов, защищающих интеллектуальную собственность авторов;
- максимальную универсальность технологии удаления широкого спектра загрязняющих веществ разной природы из сточных вод в одной технологической операции;
- опыт промышленной эксплуатации оборудования (не менее 1 года);
- возможность обучения производственного персонала и авторский надзор производителя за эксплуатацией новых технологии и оборудования.

Необходимым условием для реализации новых технологий очистки является наличие производственных площадей для размещения оборудования, финансовые ресурсы и квалифицированный персонал для обслуживания.

Оборотное водоснабжение предприятий

Машиностроительные и смежные отрасли промышленности являются наиболее водоемкими, и в тоже время на предприятиях данных отраслей в технологических процессах происходит образование особо токсичных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, растворимые органические соединения и другие виды загрязнений. В связи с этим сегодня стоит острая необходимость сокращения сброса промышленных сточных вод в водные объекты и создание систем оборотного водоснабжения.

При переходе к рациональному водопотреблению и минимизации сброса сточных вод, необходимо использовать наилучшие доступные технологии для создания малоотходных и безотходных (безводных) технологических процессов, основанных на мембранных технологиях, электрофлотации, вакуумном выпаривании, термической утилизации твердых и жидких отходов производства.

Системы оборотного водоснабжения - замкнутые системы, позволяющие повторно использовать промышленные сточные воды, прошедшие процесс очистки на очистных сооружениях замкнутого цикла. Система оборотного водоснабжения предприятия полностью исключает сброс промышленных сточных вод в водные объекты или системы канализации. Оборотное водоснабжение позволяет решить важнейшие экологические и экономические задачи: значительно (на 85-95%) сократить водопотребление промышленного предприятия, снизить потери ценных компонентов со сточными водами, избежать платы за водоотведение и превышение ПДК сточных вод.

Большинство современных промышленных очистных сооружений, базирующихся на традиционных технологиях реагентной, механической, электрокоагуляционной и биологической очистки, не обеспечивают очистку сточных вод от тяжелых металлов до ПДК рыбохозяйственных водоемов, так и снижение солесодержания в сточных водах. При полном или частичном возврате очищенных данными методами сточных вод на повторное использование, через несколько технологических циклов происходит постепенное засоление циркулирующей в системы воды, что приводит к большому количеству проблем: коррозии оборудования, ухудшению качества гальванических покрытий в процессах обработки поверхности металла и т.д.

Основы создания систем оборотного водоснабжения:

- проектирование систем замкнутого водоснабжения промышленных предприятий необходимо начинать с аудита технологических процессов производства с целью минимизации водопотребления;

• создание систем оборотного водоснабжения следует сочетать с организацией мало- и безотходного производства с максимальным извлечением из сырья целевых продуктов;

• потоки сточных вод необходимо разделять по типу загрязняющих веществ и их концентрации с целью локальной очистки каждого типа сточных вод;

• для технологических процессов со значительным водопотреблением следует установить научно обоснованные нормативные требования к качеству технической воды;

• системы оборотного водоснабжения следует объединять со станциями промышленной водоподготовки с целью дополнительного снижения капитальных и эксплуатационных затрат.

Внедрение систем оборотного водоснабжения на промышленных предприятиях обусловлено основными факторами: наличием и стоимостью водных ресурсов; наличием водных объектов или инженерных коммуникаций, предназначенных для сброса сточных вод; более высокой рентабельностью в сравнении с существующей технологией, т.е. очисткой сточных вод до региональных требований ПДК на очистных сооружениях перед сбросом.

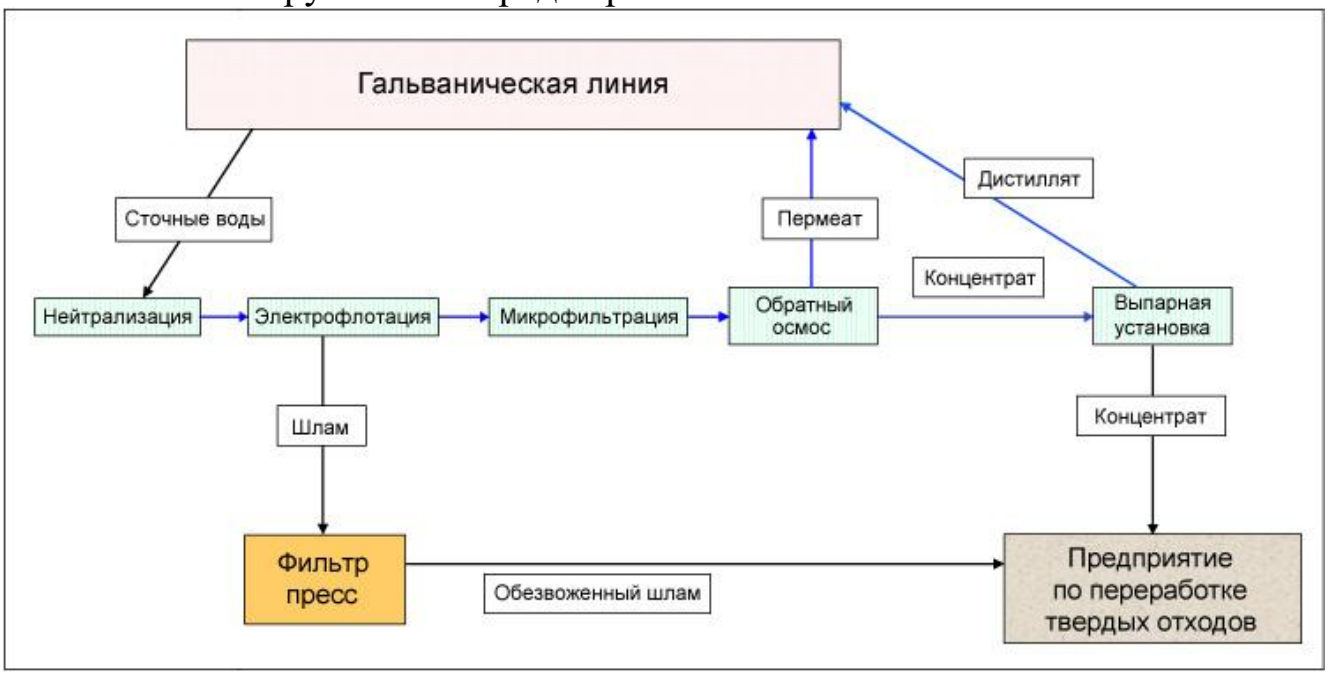


Рис. 6.12. Система оборотного водоснабжения гальванического цеха

Анализ существующих технологических решений и проектных материалов показывает, что создание систем оборотного водоснабжения на промышленных предприятиях является, хотя и достаточно сложной, но решаемой задачей. Современные технологии и оборудование для очистки сточных вод позволяют обеспечить получение воды любой требуемой

степени чистоты из любой природной и/или сточной воды, при этом создание замкнутого водоснабжения может тормозиться лишь причинами экономического характера.

6.7. Методические основы обращения и управления отходами производства и потребления

Острой, требующей немедленного решения является проблема экологически безопасного управления отходами производства и потребления.

Среди различных видов деятельности в области управления отходами особую роль играет их переработка, поскольку большинство отходов является источниками вторичных материальных ресурсов. Современные технологические процессы и выпускаемые для их реализации аппараты позволяют утилизировать различными методами почти все виды отходов производства и потребления. Существующее законодательство устанавливает необходимые требования к производителям материалов и изделий, позволяющие при завершении сроков эксплуатации провести их утилизацию с наибольшей эффективностью.

Отходы производства негативно воздействуют на окружающую природную среду и, в конечном итоге, отрицательно влияют на качество жизни человека. Однако отходы, загрязняющие окружающую среду, не только могут быть использованы, но их применение во многих случаях выгодно с экономической точки зрения.

Использование отходов в качестве вторичных материальных ресурсов решает ряд важнейших хозяйственных задач, таких как: экономия основного сырья, увеличение объемов производства деталей и изделий, производство новых для предприятия товаров.

Несмотря на это, вследствие различных, как правило, организационных и экономических причин, в стране происходит накопление значительных масс отходов, прежде всего твердых, поскольку газообразные и жидкие выбрасываются в окружающую среду и распыляются в ней.

6.7.1. Ресурсоемкость и образование отходов

Уровень затрат важнейших видов сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в экономике России значительно превосходит аналогичные показатели развитых стран. Так, потребление электроэнергии в расчете на единицу сопоставимого ВВП в России выше, чем в США в 2,5 раза, в Германии и Японии в 3,6 раза.

Более высокий уровень потребления характерен для производства в России стального проката, деловой древесины, цемента. Вместе с тем, удельные показатели потребления прогрессивных материалов (алюминий и пластмассы) в России ниже в среднем примерно в 2 раза.

Основной причиной отставания России от ведущих стран мира по показателям ресурсоемкости экономики является более низкий уровень развития производственной базы. Доля многих видов продукции, выпускаемой в России по прогрессивным ресурсосберегающим технологиям, составляет несколько процентов. Лишь по отдельным видам она превышает 50 % (в развитых странах мира, как правило, близка к 100 %).

Негативное воздействие на ресурсоемкость экономики России оказывает также широкое использование устаревшего оборудования. Из-за несовершенства технологической базы значительная часть перерабатываемого сырья переходит в категорию отходов. Основными причинами образования отходов являются:

- несовершенство технологии;
- применение морально устаревшего оборудования;
- несоответствие оборудования характеру технологических процессов;
- низкое качество сырья;
- нарушение технологического регламента;
- нарушение регламента эксплуатации оборудования;
- нарушение условий хранения и подготовки сырья и др.

Наибольшими удельными показателями образования отходов характеризуются те виды производства, которые связаны с добычей и первичной обработкой минерального сырья. Удельные показатели образования отходов в этих отраслях можно оценить от 30 до 95 % добытого сырья (в отдельных случаях и более).

Высоки объемы образования отходов и при переработке природного сырья, в частности, в химической промышленности, черной и цветной металлургии, в топливно-энергетическом комплексе.

Отходы, образующиеся при механической обработке материалов, зависят от вида материала, формы заготовки, используемой технологии. Масштабы их образования характеризуются величинами от единиц до десятков процентов количества обрабатываемого материала. Так, металлическая стружка при изготовлении деталей из проката черных металлов образуется в количестве 15 % массы заготовок (в среднем), при обработке чугунных отливок – 35 % массы заготовки. Опилки при распиловке древесных материалов и изготовлении из них различной продукции образуются в количестве 7-18 % массы используемого сырья.

Средний уровень хозяйственного использования отходов составляет около 35 %, при этом большая часть используемых отходов (около 80 %, преимущественно в виде вскрышных пород и отходов обогащения) применяется для закладки выработанных пространств шахт и карьеров.

Использование отходов в различных отраслях промышленности характеризуется следующими цифрами, %:

деревообработке.……88
черной металлургии.…….....69
производстве стройматериалов….……45
топливно-энергетическом комплексе.……32
машиностроении…….29
цветной металлургии…….....20
химии и нефтехимии….……12
электроэнергетике…….7

Высокий уровень ресурсоемкости образования отходов свидетельствует о низкой эффективности использования сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов в экономике России и о наличии значительных резервов их экономии.

Машиностроительные предприятия с разнообразными технологиями производства оказывают существенное влияние на состояние окружающей природной среды. Номенклатура отходов, образующихся на машиностроительных предприятиях, чрезвычайно велика и включает как отходы производства, так и потребления.

Наибольшая часть отходов машиностроительных предприятий — металлолом. Это готовое вторичное сырье, переработка которого налажена либо на этих же заводах, если они обладают своим литейным производством, либо на металлургических или соседних машиностроительных предприятиях.

На крупных машиностроительных предприятиях, имеющих свое литейное производство, образуются золошлаковые отходы, а также отходы огнеупорных материалов и формовочных земель. На многих предприятиях есть отходы лакокрасочных материалов. Значительны объемы накопления на машиностроительных заводах отходов полимерных материалов: пластмасс, резин, клеев. Количество таких отходов будет возрастать в связи с расширением использования этих материалов в конструкциях машин и механизмов.

Помимо твердых отходов, в машиностроении образуются отходы различных технологических жидкостей: электролитов и шламов гальванического производства, смазывающе-охлаждающих жидкостей, индустриальных масел и др.

Наконец, в этой отрасли значительны объемы отходов потребления,

среди которых велика доля выводимых из эксплуатации станков, машин, оборудования, электронной техники и т. п., имеющих сложный видовой состав и требующих для утилизации специального оборудования и технологий разборки.

Другие отрасли экономики страны, в том числе химическая, нефтехимическая, легкая, пищевая, транспорт, сельское хозяйство, строительство, также вносят существенный вклад в загрязнение окружающей среды. Поэтому задачи уменьшения образования отходов и их утилизации актуальны не только для машиностроения, но и для всего хозяйства страны.

В настоящее время действия юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в области обращения с отходами производства и потребления регламентируются Федеральным законом от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 9 марта 2021г.) (далее - Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ) и Федеральным законом от 24 июня 1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (ред. от 07.04.2020 г.) (далее - Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ).

Категории объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду

В соответствии со ст. 4.2. Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду (НВОС), в зависимости от уровня такого воздействия подразделяются на четыре категории (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Категории объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду

Категория НВОС объекта	**Характеристика уровня воздействия на окружающую среду**
Объекты I категории	Оказывают значительное негативное воздействие на окружающую среду и относятся к областям применения наилучших доступных технологий
Объекты II категории	Оказывают умеренное негативное воздействие
Объекты III категории	Оказывают незначительное негативное воздействие
Объекты IV категории	Оказывают минимальное негативное воздействие

Присвоение объекту соответствующей категории осуществляется при его постановке на государственный учёт объектов, оказывающих

негативное воздействие на окружающую среду, в соответствии с критериями, изложенными в Постановлении Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».

В соответствии со ст. 67 Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ в целях обеспечения выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов, а также в целях соблюдения требований в области охраны окружающей среды, установленных законодательством в области охраны окружающей среды, юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие хозяйственную и (или) иную деятельность на объектах I, II и III категорий негативного воздействия на окружающую среду, разрабатывают и утверждают программу производственного экологического контроля, осуществляют производственный экологический контроль в соответствии с установленными требованиями, документируют информацию и хранят данные, полученные по результатам производственного экологического контроля.

В рамках производственного экологического контроля проводится инвентаризация отходов производства и потребления и объектов их размещения. В рамках проведения инвентаризации производится сбор сведений, касающихся:

- источников образования отходов в ходе производственного процесса в подразделениях организации;
- количества наименований отходов, их кодов ФККО, их массы, агрегатного состояния, передачи на утилизацию, обезвреживание и размещение;
- характеристик объектов накопления (размещения) отходов, имеющихся в структуре организации (расположение, вместимость).

В Федеральном законе № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» определено, что обращение с отходами – это деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по сбору, использованию и обезвреживанию, транспортировке и размещению отходов.

Переработка отходов, образующихся в сфере производства и потребления, имеет важнейшее значение для рационального ресурсопользования. Она позволяет получить из них вторичное сырье, пригодное для замены первичных материалов при производстве товарной продукции. Поэтому политика охраны окружающей среды от загрязнения, основанная на обезвреживании отходов, должна уступить место политике

ресурсосбережения, основанной на комплексном использовании сырья, максимальном вовлечении в хозяйственный оборот вторичных ресурсов, ускоренном внедрении малоотходных технологий и утилизации отходов производства и потребления.

В хозяйственном цикле «добыча – обработка - потребление - утилизация» восполнение потерь в основном осуществляется за счет добытых первичных материальных ресурсов. В настоящее время при производстве стали используется всего 30 % вторичных материальных ресурсов, при производстве бумаги 25 %, цветных металлов 20 %.

Переработка отходов и производство из них вторичных материальных ресурсов позволяют уменьшить:

- потребление природных ресурсов;
- размер ущерба, наносимого окружающей среде выбросом отходов;
- площади земель, занятых накопителями и свалками отходов;
- загрязнение окружающей среды от переработки первичного сырья;
- термическое загрязнение окружающей среды.

6.7.2. Региональный подход к использованию отходов

Максимально полное использование сырья возможно при объединении в одну структуру нескольких перерабатывающих предприятий. При этом происходит соединение в комплекс разных производств, представляющих собой последовательные ступени обработки сырья (например выплавка чугуна из руды, передел чугуна в сталь, производство готовых изделий из стали, возврат отходов в металлургическое производство). Образующиеся на одних предприятиях комплекса при переработке сырья отходы используются другими в качестве материальных ресурсов. Комплексное применение имеющихся ресурсов путем комбинирования различных производств позволяет использовать отходы одного производства в качестве исходного сырья для другого.

Региональный подход к переработке материальных и энергетических ресурсов способствует сокращению потерь сырья, материалов, энергии, снижает транспортные расходы и трудозатраты, расширяет ассортимент продукции, изготавливаемой из используемого сырья.

Создание в регионе комбинированных производственно-хозяйственных систем, включающих группу предприятий различных отраслей промышленности, вызывает необходимость формирования общей технологической цепи. В этом случае возможна разработка региональной технологии, которая представляет собой совокупность технологий отдельных производств, размещенных на данной территории и

связанных задачей максимального использования исходного сырья с наименьшими затратами.

6.7.3. Классификация отходов

Классификация позволяет определить пути дальнейшего движения отходов (утилизация на местах образования, передача другим предприятиям, вывоз на полигон, сброс в канализацию, сжигание и т. п.). На основе классификации разрабатывается схема сбора, вывоза и переработки промышленных отходов для использования в качестве вторичного сырья и предотвращения отрицательного воздействия на окружающую среду.

Большая номенклатура отходов, образующихся на предприятиях различных отраслей экономики, затрудняет их классификацию, учет, сбор и переработку. В основе классификации отходов лежат следующие *классификационные признаки*: место образования отходов (отрасль промышленности); стадия производственного цикла; вид отхода; степень ущерба окружающей среде и здоровью человека; направление использования; эффективность использования; величина запаса и объемы образования; степень изученности и разработанности технологий утилизации.

Различают отходы производства и потребления.

Отходы производства — это остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, образующиеся в процессе производства продукции, которые частично или полностью утратили свои качества и не соответствуют стандартам. Эти остатки в ряде случаев после предварительной обработки, а иногда и без нее, могут быть использованы для производства побочной товарной продукции. Побочная продукция не является целью производственного процесса, но ее производство планируется предприятием.

Производственные отходы являются следствием несовершенства технологических процессов, неудовлетворительной организации процесса, а также несовершенства экономического механизма. К ним относят: отходы, образующиеся при добыче и обогащении полезных ископаемых; отходы при переработке сырья и материалов; вещества, улавливаемые при очистке отходящих технологических газов и сточных вод.

Отходы потребления — это бывшие в употреблении изделия и материалы, изменившие в процессе эксплуатации свои первоначальные характеристики, восстановление которых экономически нецелесообразно. Например, изношенные или морально устаревшие машины, изделия производственного назначения (*отходы производственного потребления*).

По способу использования в качестве вторичного сырья отходы можно подразделить на четыре группы:

- отходы, используемые без доработки в качестве добавки взамен первичного сырья и материалов (отходы металлов, пластмасс, строительных материалов и др.);
- отходы, используемые для производства вторичного сырья, предназначенного для частичной или полной замены первичного (например регенерат из изношенных шин используется в шинном производстве взамен каучука; гранулят из отработанных изделий из термопластов применяется взамен первичного полимерного сырья; макулатурная масса является заменителем первичной целлюлозы в производстве бумаги и картона и т. п.);
- сырье или материалы, которые могут быть использованы в другом технологическом цикле (например активные угли, образующиеся при пиролизе автопокрышек, могут использоваться в качестве адсорбентов для очистки газов);
- сырье или материалы, характеризующиеся принципиально новыми свойствами, отсутствующими у первичного сырья (металлургические шлаки, стеклобой, зола тепловых электростанций могут быть использованы в производстве строительных материалов).

Все отходы подразделены на пять *классов опасности*:

I класс – чрезвычайно опасные;

II класс – высокоопасные;

III класс – умеренноопасные;

IV класс – малоопасные;

V класс – практически неопасные.

Согласно приказу МПР РФ от 4 декабря 2014 г. № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду», устанавливается класс опасности отходов по *степени возможного вредного воздействия на окружающую природную среду* (ОПС) при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее в соответствии с критериями, приведенными в табл. 6.3.

Классификация отходов находится в центре системы по обращению с отходами. Прежде чем юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю вести какую-либо деятельность по обращению с отходом, необходимо выяснить его место в системе классификации отходов. Для этой цели был разработан Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО).

Таблица 6.3

Класс опасности отходов в зависимости от их степени возможного вредного воздействия на ОПС

п/п	Степень вредного воздействия опасных отходов на ОПС	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для ОПС	Класс опасности отхода для ОПС
1	**Очень высокая**	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует	**I класс** чрезвычайно опасные
2	**Высокая**	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия	**II класс** высокоопасные
3	**Средняя**	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника	**III класс** умеренноопасные
4	**Низкая**	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3 лет	**IV класс** малоопасные
5	**Очень низкая**	Экологическая система практически не нарушена	**V класс** практически неопасные

ФККО представляет собой иерархически выстроенную базу данных, в которой виды отходов сгруппированы по отраслям хозяйственной деятельности, и каждому виду присвоено официальное название и уникальный 11-значный идентификационный номер, последняя цифра которого обозначает класс опасности. Первые восемь знаков кода используются для кодирования происхождения вида отходов и их состава. Девятый и десятый знаки кода используются для кодирования агрегатного состояния и физической формы вида отходов. Одиннадцатый знак кода -

для кодирования класса опасности вида отходов в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду.

В 11-м знаке кода цифра 0 используется для блоков, типов, подтипов, групп и подгрупп; для видов отходов значащая цифра обозначает: 1 - I класс опасности; 2 - II класс опасности; 3 - III класс опасности; 4 - IV класс опасности; 5 - V класс опасности.

Каталог периодически обновляется, в него добавляются новые виды отходов. Он имеет статус официально утверждённого документа. В настоящий момент действует редакция ФККО, утверждённого Приказом Министерством природных ресурсов и экологии РФ № 242 от 22.05.2017 г. (с изменениями на 2 ноября 2018 г).

Если отходы не вошли в ФККО, то класс опасности определяется расчётным или экспериментальным методами. Если отходы отнесены расчётным методом к V классу опасности, это должно быть подтверждено экспериментальным методом, в противном случае эти отходы относят к IV классу опасности.

Отнесение отходов к классу опасности осуществляется одним из двух следующих способов:

- по ФККО, если данный вид отхода включен в классификатор;
- расчетным или экспериментальным методом в соответствии с показателями степени опасности отходов для окружающей среды, если отход не включен в ФККО.

В зависимости от класса опасности отходы размещают и захоранивают на различно обустроенных шламохранилищах и полигонах 1, 2 или 3-й категорий. Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных отходов производится с соблюдением требований ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов».

Определив название и номер отхода в ФККО, юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, в процессе деятельности которых образуются отходы, в соответствии с п.1 ст.14 Федерального закона № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (ред. от 07.04.2020 г.) обязаны подтвердить отнесение соответствующего отхода к конкретному классу опасности в порядке, установленном Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор). Для этого на основании данных о составе отходов, оценки степени их негативного воздействия на окружающую среду составляется паспорт отходов I-IV классов опасности. На отходы V класса опасности паспорт составлять не нужно. Порядок паспортизации отходов и типовые формы паспортов установлены в соответствии с Приказом Минприроды России от 08.12.2020

№ 1026. Порядок отнесения отхода к конкретному классу опасности осуществляется в соответствии с Приказом Минприроды России от 08.12.2020 № 1027 «Об утверждении порядка подтверждения отнесения отходов I - V классов опасности к конкретному классу опасности».

В целях создания единой информационной базы данных по классификации и движению отходов был создан ***Государственный кадастр отходов*** (п. 1 ст. 20 Федерального закона от 24.06.1998 г. №89-ФЗ). Он включает в себя ФККО, государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО), а также банк данных об отходах и технологиях утилизации и обезвреживания отходов различных видов.

Государственный кадастр отходов ведется по единой для РФ системе. Порядок ведения определяется Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор).

6.7.4. Паспортизация отходов

Паспортизация отходов помогает решить задачи наиболее эффективного обращения с ними и использования их в качестве вторичных материальных ресурсов. *Паспорт отхода* является важнейшим документом, устанавливающим степень его опасности, происхождение и возможные способы обращения с ним.

Паспорта составляются на отходы, обладающие опасными свойствами (токсичностью, пожароопасностью, взрывоопасностью, высокой реакционной способностью, содержанием возбудителей инфекционных болезней). В паспорте указывается наименование технологического процесса, в результате которого материалы и полуфабрикаты утратили свои потребительские свойства.

6.7.5. Этапы обращения с отходами

Обращение с отходами - это деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов. Образующиеся в организации отходы в соответствии с Федеральным законом от 24.06.1998 г. №89-ФЗ (с изменениями на 7 апреля 2020 г.) могут накапливаться на предприятии в специализированных объектах в течение срока, не превышающего 11 месяцев, после истечения которого они подлежат утилизации, обезвреживанию, захоронению или передаче другой организации, имеющей лицензию на сбор, транспортирование, обработку, утилизацию, обезвреживание, размещение отходов I-IV классов

опасности, выданную Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) в соответствии с Федеральным законом от 4 мая 2011 г. № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» и на основе Постановление Правительства РФ от 26 декабря 2020 г. № 2290 «О лицензировании деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности». На обращение с отходами V класса опасности лицензия не требуется.

Утилизация отходов - использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов, в том числе повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), а также извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация).

Обезвреживание отходов - уменьшение массы отходов, изменение их состава, физических и химических свойств (включая сжигание и (или) обеззараживание на специализированных установках) в целях снижения негативного воздействия на здоровье человека и окружающую среду.

В соответствии СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» накопление и временное хранение промотходов на производственной территории осуществляется по цеховому принципу или централизованно. Условия сбора и накопления определяются классом опасности отходов, способом упаковки и отражаются в Техническом регламенте (проекте, паспорте предприятия, ТУ, инструкции) с учетом агрегатного состояния и надежности тары. При этом хранение твердых промотходов I класса разрешается исключительно в герметичных оборотных (сменных) емкостях (контейнеры, бочки, цистерны), II - в надежно закрытой таре (полиэтиленовых мешках, пластиковых пакетах); III - в бумажных мешках и ларях, хлопчатобумажных мешках, текстильных мешках; IV - навалом, насыпью, в виде гряд.

Накопление отходов - временное складирование отходов (не более 11 месяцев) в местах (на площадках), обустроенных в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в целях их дальнейших утилизации, обезвреживания, размещения, транспортирования.

Транспортирование отходов - это их перемещение с помощью транспортных средств за пределы места образования. Если нахождение отходов на территории организации превышает 11 месяцев, то дальнейшее их накопление переходит в статус «размещения отходов».

Размещение отходов - хранение и захоронение отходов. Размещение осуществляется на объектах размещения отходов - специально оборудованные сооружения, предназначенные для размещения отходов (полигон, шламохранилище, в том числе шламовый амбар, хвостохранилище, отвал горных пород и др.) и включающие в себя объекты хранения и захоронения отходов. Требования к организации, строительству и эксплуатации объектов размещения отходов прописаны в ст. 12 Федерального закона от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ.

Хранение отходов - складирование отходов в специализированных объектах сроком более 11 месяцев в целях утилизации, обезвреживания, захоронения. Хранение отходов на территории организации может осуществляться только на основе лицензии по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I-IV классов опасности. Отходы, являющиеся непригодными для дальнейшей утилизации, подлежат захоронению.

Захоронение отходов - изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду. Согласно п. 6 ст.12 Федерального закона от 24.06.1998 г. №89-ФЗ объекты размещения отходов вносятся в Государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО), где им присваивается идентификационный номер. Организация, передающая свои отходы на захоронение полигону ТБО, обязана самостоятельно удостовериться, что объект размещения отходов занесён в реестр, так как согласно п.7 ст.12 Федерального закона от 24.06.1998 г. №89-ФЗ размещение отходов на объектах, не внесенных в ГРОРО, запрещается.

6.7.6. Нормирование в области обращения с отходами

Количество образования отходов необходимо знать на всех стадиях обращения с отходами, включая стадию установления ***лимитов на их размещение.***

В соответствии с Федеральным законом от 29.06.98 № 89-ФЗ (ред. от 07.04.2020 г.) «Об отходах производства и потребления» под ***лимитом на размещение отходов*** понимается предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которые разрешается размещать определенным

способом на установленный срок на объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки на данной территории.

Целью установления лимитов является:

- осуществление учета и экологического контроля;
- наложения ограничений на размещение отходов;
- нормативное обеспечение расчета платежей в экологические фонды за такое размещение.

Нормирование в области обращения с отходами осуществляется в соответствии с гл. 5 Федерального закона от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и ст. 18 Федеральным законом от 24.06.1998 г. №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

Для контроля за образованием, транспортированием, обезвреживанием, утилизацией и размещением отходов государство в соответствии со ст. 11 Федерального закона от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ обязывает юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при эксплуатации зданий, сооружений и иных объектов, связанной с обращением с отходами:

1) разрабатывать проекты нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР) в целях уменьшения количества их образования, за исключением субъектов малого и среднего предпринимательства:

- в соответствии со ст. 18 «Нормирование в области обращения с отходами» Федерального закона от 24.06.1998 г. №89-ФЗ необходимость разработки ПНООЛР ложится только на предприятия I и II категорий негативного воздействия на окружающую среду, для предприятий III и IV категорий разработка проекта не требуется;

2) вносить плату за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов (плата за НВОС):

- в соответствии со ст. 16.1. Федерального закона от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» плату за негативное воздействие на окружающую среду обязаны вносить юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие на территории РФ, континентальном шельфе РФ и в исключительной экономической зоне РФ хозяйственную и (или) иную деятельность, оказывающую негативное воздействие на окружающую среду, за исключением юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих хозяйственную и (или) иную деятельность исключительно на объектах IV категории;

3) представлять в Федеральную службу по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) в установленном порядке необходимую информацию в области обращения с отходами (отчетность по форме 2ТП, технический отчёт по обращению с отходами):

1 января 2019 г. в соответствии с п.2 ст.3 Федерального закона от 21.07.2014 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон Об охране окружающей среды» и отдельными законодательными актами РФ вступила в силу новая редакция ст. 18 «Нормирование в области обращения с отходами» Федерального закона от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ, в соответствии с которой для предприятий IV категорий негативного воздействия на окружающую среду представление отчётности по обращению с отходами не требуются.

Субъекты малого (доход не более 800 млн. руб. в год и численность от 15 до 100 чел.) и среднего предпринимательства (доход не более 2 млрд руб. в год и численность от 101 до 250 чел.) согласно ст. 18 Федерального закона от 24.06.1998 г. №89-ФЗ и Приказу Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 08.12.2020 № 1029 «Об утверждении порядка разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение» освобождаются от обязанности разрабатывать проекты НООЛР и представляют в уведомительном порядке в Росприроднадзор только отчетность об образовании, утилизации, обезвреживании, о размещении отходов.

Контроль за исполнением организациями указанных обязанностей возложено на Федеральную службу по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор).

Проекты нормативов образования отходов разрабатываются на основании расчетов и имеющихся данных об удельном образовании отходов при производстве продукции, выполнении работ, оказании услуг. Нормативы образования отходов служат для определения ожидаемых количеств образующихся отходов конкретных видов с учетом планируемых объемов производства продукции, выполняемых работ, оказания услуг, числа людей, работающих на предприятии или проживающих в общежитиях.

Согласно п.4. ст.18 Федерального закона от 24.06.1998 г. №89-ФЗ, разработка ПНООЛР производится в соответствии с методическими указаниями по их разработке. В настоящее время действуют Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 07.12.2020 № 1021 «Об утверждении методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение». Также регионы РФ разрабатывают свои методические указания по разработке ПНООЛР. Так, в Нижегородской области, согласно Приказу Министерства природных ресурсов и экологии Нижегородской области от 19. 01.2016 г. №113 «О порядке разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение», действуют собственные методические указания по разработке ПНООЛР. В зависимости от принадлежности

объекта федеральному или региональному экологическому надзору составленный на него ПНООЛР проходит согласование (проверку правильности проведения расчётов, оформления документа и комплектности его приложений) в федеральном органе исполнительной власти, уполномоченном Правительством РФ, либо в органе исполнительной власти в области обращения с отходами субъекта РФ, где располагается объект (в соответствии с приказами региональных органов исполнительной власти).

Основными задачами при разработке ПНООЛР являются:

- определение (расчет) нормативов образования отходов;
- обоснование количества отходов, предлагаемых для использования и (или) обезвреживания;
- обоснование количества отходов, предлагаемых для размещения в конкретных объектах размещения отходов.

На основании нормативов образования отходов в ПНООЛР приводятся обоснования предлагаемых нормативов образования конкретных видов отходов в среднем за год, которые указываются в тоннах в год. Расчёт нормативов образования отходов является основой проекта НООЛР.

Разработке ПНООЛР предшествует проведение инвентаризации отходов производства и потребления, в ходе которой на предприятии устанавливается перечень образующихся отходов, а также производится сбор исходных данных технологических процессов предприятия, ведущих к образованию отходов, данных о собственных объектах накопления и хранения отходов, дальнейшей передаче отходов сторонним организациям на утилизацию, обезвреживание и захоронение.

В рамках подготовки ПНООЛР производится расчёт нормативов образования отходов, даётся общая характеристика предприятия, приводятся схемы производственных процессов, приводящих к образованию отходов, сообщаются сведения о движении отходов. На основе сведений, полученных в результате инвентаризации, о количестве видов отходов и технологических процессах, в результате которых они образуются, производится расчёт нормативов образования отходов.

Норматив образования отхода - установленное количество отхода конкретного вида при производстве единицы продукции.

Алгоритм расчёта годовых нормативов образования отходов в зависимости от специфики предприятия может основываться на разных методах:

- расчета по материально-сырьевому балансу;
- расчета по удельным отраслевым нормативам образования отходов;
- расчетно-аналитический;

- экспериментальный;
- расчета по фактическим объемам образования отходов (статистический метод).

Чаще всего в практике подготовки ПНООЛР применяется метод, основанный на использовании удельных отраслевых нормативов образования отходов, взятых из справочного материала. В этом случае расчётную единицу (единицу произведённой продукции, единицу массы используемого сырья, единица площади поверхности, единица расстояния, единица места, человека) умножают на удельный норматив образования отхода. Формула расчёта имеет вид

$$ПН_0 = H_0 \cdot Q,$$

где $ПН_о$ - предлагаемый норматив образования отходов в среднем за год в тоннах; H_o - норматив образования отходов, тонн на расчетную единицу; Q - предлагаемый годовой объем выпускаемой продукции, перерабатываемого сырья, выполненных услуг, относительно которых рассчитан норматив образования отходов.

Рассчитанные нормативы образования отходов служат основой для установления лимитов на размещение установленной массы отхода на полигоне для его захоронения и платы за негативное воздействие на окружающую среду. Плата за НВОС взимается только за массу отходов, размещённых на полигоне, за отходы, переданные на обезвреживание и утилизацию, плата не производится.

ПНООЛР составляется на бумажном носителе в двух экземплярах, один из которых хранится у хозяйствующего субъекта, а второй вместе с версией на электронном носителе представляется в соответствующий территориальный орган Росприроднадзора или Министерства природных ресурсов и экологии.

Проект НООЛР включает в себя следующие разделы:

1) титульный лист;
2) структура ПНООЛР (содержание);
3) общие сведения о хозяйствующем субъекте (полное и сокращённое наименование организации, все реквизиты и др.);
4) сведения о хозяйственной и иной деятельности (краткая характеристика и показатели хозяйственной и иной деятельности, в процессе которой образуются отходы);
5) расчет и обоснование предлагаемых нормативов образования отходов в среднем за год (расчеты нормативов образования отходов, рассчитанные (определенные) для каждого вида отхода с использованием методов определения (расчета) нормативов образования отходов;

6) сведения о предлагаемом образовании отходов (сведения о предлагаемом ежегодном образовании отходов отдельно по каждому структурному подразделению в табличном виде;

7) сведения о местах накопления отходов (перечень и вместимость мест накопления отходов);

8) сведения о предлагаемой ежегодной передаче отходов другим хозяйствующим субъектам с целью их дальнейшего использования, и (или) обезвреживания, и (или) размещения (приводятся данные о предлагаемой ежегодной передаче отходов другим хозяйствующим субъектам с целью их дальнейшего использования, обезвреживания и размещения в табличном виде;

9) сведения о предлагаемом ежегодном использовании отходов и (или) обезвреживании отходов (этот раздел оформляется хозяйствующими субъектами, самостоятельно утилизирующими и обезвреживающими образующиеся отходы, сводные сведения оформляются в табличном виде;

10) сведения о предлагаемом размещении отходов на самостоятельно эксплуатируемых (собственных) объектах размещения отходов (раздел оформляется хозяйствующими субъектами, самостоятельно эксплуатирующими собственные объекты размещения отходов, сводные сведения оформляются в табличном виде;

11) предложения по лимитам ежегодного размещения отходов (указываются перечень и количество видов отходов, предполагаемых к ежегодному размещению в конкретных объектах размещения отходов, в табличном виде;

12) список использованных источников (приводится перечень использованных нормативно-методических документов);

13) приложения (заверенные хозяйствующим субъектом копии документов, подтверждающих данные материально-сырьевого баланса по основному производству; заверенные хозяйствующим субъектом копии договоров на передачу отходов конкретным хозяйствующим субъектам с целью их использования, обезвреживания, размещения конкретных количеств отходов определенных видов и классов опасности; карта-схема расположения самостоятельно эксплуатируемых (собственных) объектов размещения отходов; карта-схема расположения мест накопления отходов; иные документы и материалы по усмотрению хозяйствующего субъекта).

6.7.7. Механизмы управления обращения с отходами

Экономическое регулирование в области обращения с отходами включает в себя:

- платность размещения отходов;
- уменьшение количества отходов и вовлечение их в хозяйственный оборот;
- экономическое стимулирование деятельности в области обращения с отходами.

В отношении отходов производства и потребления с указанных лиц плата за НВОС взимается за их размещение (хранение и захоронение). Формы платы определяет Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (с изменениями на 9 марта 2021 г). Платежной базой для исчисления платы за НВОС в данном случае являются объем или масса размещенных в отчетном периоде отходов производства и потребления.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели, разработавшие и утвердившие нормативы образования отходов, осуществляют плату в пределах ставок платы, установленных для каждого класса опасности отходов отдельно и утверждённых Постановлением Правительства РФ от 13.09.2016 г. № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» (с изменениями на 24 января 2020 г).

Плата за размещение отходов природопользователем осуществляется в зависимости от класса опасности отхода, количества образованного отхода и вида захоронения.

В случае отсутствия утверждённых нормативов образования отходов либо размещения массы отходов, превышающей установленные нормативы, плата за размещение отходов взимается с применением коэффициента 5, т.е. осуществляется в пятикратном размере.

6.7.8. Административная ответственность за несоблюдение требований законодательства в области обращения с отходами производства и потребления

Согласно ст. 8.2 Кодекса РФ об административных правонарушениях (КоАП РФ) от 30.12.2001 № 195-ФЗ (с изменениями на 20 апреля 2021г.), несоблюдение экологических и санитарно-эпидемиологических требований при сборе, накоплении, использовании, обезвреживании, транспортировании, размещении и ином обращении с отходами производства и потребления влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от одной тысячи до двух тысяч рублей; на

должностных лиц - от десяти тысяч до тридцати тысяч рублей; на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, - от тридцати тысяч до пятидесяти тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток; на юридических лиц - от ста тысяч до двухсот пятидесяти тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток.

На рис. 6.13 приведена обобщённая блок-схема обращения с отходами в организации.

Рис.6.13. Обобщённая блок-схема обращения с отходами в организации

Контрольные вопросы

1. Какие вопросы должна решать экологическая служба предприятия?
2. Что включает в себя структура и содержание экологического паспорта природопользователя?
3. Кто несет ответственность за достоверность информации и полноту заполнения таблиц и разделов экопаспорта?

4. Зачем должны осуществлять производственный контроль природопользователи?
5. Перечислите, какие документы должны иметься на предприятии в случае использования для проведения производственного контроля собственной лаборатории?
6. Какими органами осуществляется и на что направлен государственный контроль в области охраны окружающей среды действующего предприятия?
7. Что включает в себя производственный контроль в области обращения с отходами?
8. Перечислите способы и аппараты очистки выбросов предприятий от пылей и аэрозолей.
9. Перечислите способы и аппараты очистка воздуха от газо- и парообразных загрязнений.
10. Какие основные методы используют для очистки сточных вод предприятий?
11. От каких факторов зависит выбор конкретного способа очистки стоков?
12. Назовите основные инновационные технологи очистки сточных вод.
13. Перечислите основы и принципы создания систем оборотного водоснабжения на предприятии
14. Перечислите стадии (этапы) обращения с отходами производства и потребления.
15. На какие отходы производства составляется паспорт отхода?
16. Что понимается под лимитом на размещение отходов?
17. Для предприятий каких категорий негативного воздействия не требуется разработка ПНООЛР?
18. В чем суть механизма экономического регулирования в области обращения с отходами?

7. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ

7.1. Структура системы управления охраной окружающей среды

Система управления охраной окружающей среды определяется как часть общей системы административного управления, которая включает в себя организационную структуру, планирование, ответственность, методы, процедуры, процессы и ресурсы, необходимые для разработки, внедрения, реализации, анализа и поддержания экологической политики.

Нормативным документом, позволяющим создать систему управления окружающей средой, пригодную для независимой оценки и документального подтверждения соответствия определенным критериям с выдачей сертификата, удостоверяющего наличие надлежащей системы управления охраной окружающей среды, является стандарт ГОСТ Р ИСО 14001-07 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению».

Инструментами экологического управления являются экологический менеджмент (ЭМ) и экологический аудит (ЭА). В 1992 г. в Великобритании был принят международный стандарт в области ЭМ -BS 7750. Он предполагает следующие стадии в управлении охраны окружающей среды:

- обзор ситуации и разработка экологической политики;
- оценка степени воздействия предприятия (составление перечня выбросов, сбросов, размещения отходов);
- разработка систем контроля всех стадий и видов деятельности, включая случаи нарушений требований экологической политики;
- аудиты, заключающиеся в оценке того, согласуется ли функционирование системы ЭМ с запланированными целями и задачами.

В этом же 1992 г. в Рио-де-Жанейро на конференции ООН было решено разработать серию международных стандартов в области экологического менеджмента - ISO 14000. Центральный документ серии - ISO 14001, в котором организация объявляет о своей экологической политике, что находит свое отражение в установлении целевых и плановых показателей и создании системы их достижения.

В 1998 г. в РФ были приняты первые документы серии ГОСТ Р ИСО 14000, представляющие собой переводы на русский язык соответствующих стандартов ISO 14000. Как и в западном аналоге, основной документ - стандарт ГОСТ Р ИСО 14001, который устанавливает требования к системе управления окружающей средой (т.е. экологическую политику). Таким образом, предприятие демонстрирует,

что оно контролирует воздействие на окружающую среду свою деятельность, продукцию или услуги с учетом своей экологической политики и целевых показателей.

Перечень основных стандартов серии ISO 14000 представлен в табл. 7.1. [1].

Таблица 7.1

Система документов стандартов серии ISO 14000

Номер	Название
Принципы экологического менеджмента	
ISO 14001	Системы экологического менеджмента - Спецификация и руководство по применению
ISO 14004 ISO 14014	Системы экологического менеджмента - Общее руководство по принципам, системам и методам Руководство по определению « начального уровня» экологической эффективности предприятия. Должно использоваться перед созданием формальной системы экологического менеджмента
Инструменты экологического контроля и оценки	
ISO 14010	Общие принципы экологического аудита
ISO 14011/1	Процедуры аудита систем экологического менеджмента
ISO 14012	Критерии квалификации экологических аудиторов
ISO 14031	Руководство по оценке экологических показателей деятельности организации
Стандарты, ориентированные на продукцию	
ISO 14020 (серия документов)	Принципы экологической маркировки продукции
ISO 14040 (серия документов)	Оценка жизненного цикла - Принципы и структура
ISO 14050	Глоссарий
ISO 14060	Руководство по учету экологических аспектов в стандартах на продукцию

Ключевым понятием серии ISO 14000 является понятие системы экологического менеджмента в организации (предприятии или компании). В соответствии с принятым в международных стандартах определением, ***система экологического менеджмента*** (СЭМ) представляет собой часть общей системы менеджмента, включающую организационную структуру, планирование деятельности, распределение ответственности, практическую работу, а также процедуры, процессы и ресурсы для разработки, внедрения, оценки достигнутых результатов и совершенствования экологической политики.

В основе функционирования СЭМ лежит спираль, повторяющийся цикл, направленный на последовательное совершенствование системы менеджмента в целом. Для СЭМ характерна ярко выраженная обратная связь, практически отсутствующая в формальном экологическом управлении (рис. 7.1).

Рис. 7.1. Обобщенная модель СЭМ

Основными мотивами, которые побуждают организацию разработать эффективную СЭМ и сертифицировать ее на соответствие требованиям международных стандартов, являются:

- укрепление благоприятного имиджа предприятия, основанного на ответственности и экологической состоятельности;
- улучшение имиджа и повышение доверия со стороны инвесторов;
- дополнительные основания для получения преимуществ и льгот при инвестициях и кредитах;
- дополнительные возможности для повышения эффективности маркетинга и рекламы, конкурентоспособности производимой продукции и услуг;
- улучшение экологической обстановки;
- сокращение затрат, особенно незапланированных;
- повышение эффективности природоохранных мероприятий;
- оценка и учет рисков загрязнения окружающей среды;
- преимущества при участии в тендерах и конкурсных торгах;
- облегчение доступа на международные рынки.

Система экологического менеджмента должна быть оформлена документально, при этом степень документирования определяется минимальными требованиями стандарта, а также практической необходимостью, например:

- фиксировать полномочия и ответственность;

- информировать персонал о рабочих процедурах;
- накапливать, представлять и анализировать информацию о функционировании СЭМ.

Деятельность в рамках СЭМ должна обеспечиваться необходимыми ресурсами (финансовыми, человеческими, информационными) и последовательно улучшаться, т.е. анализироваться и пересматриваться для повышения результативности.

Координация действий и связи между элементами системы должна обеспечиваться процедурами и ответственностью.

Система представляет собой инструмент достижения стоящих перед организацией целей, и должна периодически анализироваться и развиваться вместе с ними. Система требует пересмотра при изменениях в организации, например при изменении ее структуры, ресурсов, технических возможностей или изменениях в окружающей среде (изменение приоритетов заинтересованных сторон или состояния природной среды).

7.2. Экологическая политика организации

На первом этапе организация должна выработать ***экологическую политику*** [2] – это специальный документ о намерениях и принципах организации, который служит основой для экологически значимых действий организации и определения экологических целей и задач.

Экологическая политика должна соответствовать масштабу, природе и экологическим воздействиям, создаваемым деятельностью, продуктами и услугами компании. Экологическая политика, среди прочих, должна содержать заявления о стремлении к соответствию нормативам, а также к постоянному улучшению СЭМ и предотвращению загрязнений. Документ требуется довести до сведения всех сотрудников организации и он должен быть доступен общественности.

Экологическая политика является «двигателем» в деле внедрения и улучшения системы управления окружающей средой для данной организации, чтобы она могла поддерживать и потенциально повышать свою экологическую эффективность. Поэтому политика должна отражать обязательство высшего руководства соблюдать действующие законы и постоянно улучшать систему управления окружающей средой. Политика создает основу, с помощью которой организация устанавливает свои целевые и плановые экологические показатели. Политика должна быть достаточно четкой, чтобы ее могли понять внутренние и внешние заинтересованные стороны; необходимо периодически анализировать и

пересматривать, чтобы отражать изменяющиеся условия функционирования организации.

Организации следует выработать и соблюдать процедуры для определения значимых воздействий на окружающую среду.

Рассматриваемые экологически значимые воздействия должны быть связаны не только непосредственно с деятельностью организации, но и с ее продукцией и услугами. Кроме того, организация должна систематически учитывать все законодательные требования, связанные с экологическими аспектами ее деятельности, продукции и услуг, а также все прочие требования, связанные с воздействиями на окружающую среду.

С учетом значимых экологических воздействий, законодательных и других требований организация должна выработать экологические цели и задачи по возможности количественные. Они должны быть основаны на экологической политике и определены для каждой области деятельности и каждого уровня организации. При их формулировке принимаются во внимание взгляды «заинтересованных сторон» (под которыми понимаются любые группы и граждане, чьи интересы затрагиваются экологическими аспектами деятельности предприятия, или кто озабочен этими аспектами).

Для достижения поставленных целей организации необходимо выработать программу экологического менеджмента, в котором определяются ответственные, средства и сроки для достижения целей и задач.

Определяется соответствующая структура ответственности. Для обеспечения работы СЭМ требуется выделить достаточные человеческие, технологические и финансовые ресурсы. Назначается ответственный за работу СЭМ на уровне организации, в обязанности которого входит периодически докладывать руководству о работе СЭМ.

Должен выполняться ряд требований по обучению персонала, а также по подготовке к нештатным ситуациям.

Организации следует осуществлять мониторинг или измерение основных параметров той деятельности, которая может оказывать существенное воздействие на окружающую среду. Устанавливаются процедуры для периодической проверки соответствия основных параметров деятельности предприятия действующим законодательным и другим требованиям в области охраны окружающей среды.

Требуется проведение периодического аудита СЭМ с целью выяснения, соответствует ли система требованиям стандарта ISO 14001, внедрена ли и работает ли она надлежащим образом. Аудит может проводиться как самой компанией, так и внешней стороной. Результаты

аудита обязательно докладываются руководству компании. Руководство организации должно периодически рассматривать работу СЭМ с точки зрения ее адекватности и эффективности. Обязательно рассматривается вопрос о необходимых изменениях в экологической политике, целях и других элементах СЭМ. При этом учитываются результаты аудита, изменившиеся обстоятельства и стремление к «постоянному улучшению».

Система экологического менеджмента должна быть интегрирована с общей системой управления организацией. Стандарт ISO 14000 не требует, чтобы лица, ответственные за работу СЭМ, не имели других обязанностей, или чтобы документы, связанные с экологическим менеджментом, были выделены в специальную систему документооборота.

7.3. Планирование мероприятий по охране окружающей среды

Планирование мероприятий по охране окружающей среды на предприятии осуществляется в соответствии с приказом Минприроды РФ от 17.12.2018г. №667 «Об утверждении правил разработки плана мероприятий по охране окружающей среды».

План включает перечень мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду, сроки их выполнения, объем и источники финансирования, перечень ответственных за их выполнение должностных лиц.

Программа повышения экологической эффективности включает перечень мероприятий по реконструкции, техническому перевооружению объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, сроки их выполнения, объем и источники финансирования, перечень ответственных за их выполнение должностных лиц.

Для установления временно разрешенных выбросов, временно разрешенных сбросов план мероприятий по охране окружающей среды, программа повышения экологической эффективности включают показатели и график поэтапного снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Не подлежат включению в план мероприятий по охране окружающей среды, программу повышения экологической эффективности мероприятия, направленные на обеспечение эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, устройств природоохранного значения.

План предприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов состоит из следующих разделов:

- охрана атмосферного воздуха;
- охрана и рациональное использование водных ресурсов;

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

Основой разработки мероприятий первого раздела – «Охрана атмосферного воздуха» – является прогноз воздействия предприятия на состояние воздушного бассейна. При этом учитывается соотношение устанавливаемых для предприятия *лимитов,* т. е. относительного ограничения загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, роста объема и изменение структуры производства. Проведение мероприятий по охране атмосферного воздуха должно быть направлено на максимальное снижение количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу с газами и воздухом, отходящим от стационарных источников загрязнения и передвижных транспортных средств.

В перспективных и годовых планах разрабатываются мероприятия, обеспечивающие снижение концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы до установленных норм. Для стационарных источников загрязнения намечаются мероприятия по переходу на коллективное нормирование выбросов, организации систем контроля выбросов, оснащению источников вредных выбросов газоочистными и пылеулавливающими установками, установками для утилизации веществ из газа и др.

Второй раздел плана – «Охрана и рациональное использование водных ресурсов» – содержит комплекс мероприятий, которые обеспечивают:

- сокращение потребления воды из водных источников, ее потерь при транспортировке и использовании;
- полное прекращение (уменьшение) сбросов загрязненных и не обезвреженных вод в реки и другие водоемы;
- извлечение из сточных вод ценных веществ с последующей их утилизацией.

Определяется перспективная и годовая потребность в водных ресурсах и объем сточных вод, его соответствие лимиту допустимых сбросов сточных вод в поверхностные водоемы. При этом объем потребления воды рассчитывается исходя из ее расхода на производственные и хозяйственно-бытовые нужды (включая объем воды, используемый предприятием для санитарно-бытовых и хозяйственных целей), а также роста производства и прогрессивных норм водопотребления.

К целевым мероприятиям по охране и рациональному использованию водных ресурсов относятся:

- строительство и реконструкция очистных сооружений для сточных вод предприятий с системой их транспортировки;
- внедрение систем оборотного и бессточного водоснабжения всех видов;
- строительство опытных установок и цехов, связанных с разработкой методов очистки сточных вод и переработкой жидких отходов;
- реконструкция или ликвидация накопителей жидких отходов;
- очистка дождеприемников ливневой канализации предприятия, промывка сетей хозяйственной канализации на территории предприятия;
- создание и внедрение автоматической системы контроля над составом и объемом сброса сточных вод.

В разделе «Охрана и рациональное использование земель» приводятся данные по общей площади земель предприятия, трансформации земельных угодий с целью рационального их использования, созданию (расширению) защитных зеленых зон, сокращение площади нарушенных земель. Хозяйственная деятельность предприятия нередко связана с ростом площади нарушенных земель. Все они нуждаются в *рекультивации,* т. е. приведении в состояние, пригодное для использования в народном хозяйстве.

Таким образом, основным мероприятиям по охране и рациональному использованию земель относятся:

- создание защитных зеленых зон;
- строительство противоэрозионных сооружений;
- своевременная и полная рекультивация нарушенных земель и приведение их в состояние, пригодное для хозяйственных, культурно-оздоровительных и других целей;
- предупреждение (ликвидация) загрязнения земли отходами производства;
- прочие мероприятия, обеспечивающие сохранность и рациональное использование земельных участков, которые находятся в ведении предприятия.

На ряде предприятий все более актуальной и сложной становится проблема накопления отходов производства. Поэтому в планах природоохранной деятельности выделяют отдельный раздел «Обращение с отходами производства и потребления», в котором отражается наличие отходов на начало планируемого периода (года), их образование,

использование (утилизация), удаление отходов с территории предприятия, наличие отходов на конец планируемого периода (года). Намечается проведение мероприятий, направленных на уменьшение объема образования отходов производства и потребления, их переработку и использование:

- раздельный сбор отходов и их реализация (металлов, макулатуры, пластмассы, отработанных масел и т. д.);
- внедрение технологий, установок, оборудования и машин для переработки, сбора и транспортировки отходов с территории предприятия;
- строительство установок для получения сырья (продукции) из отходов производства;
- разработка технологических процессов, оборудования, приборов реагентов, обеспечивающих глубокую переработку сырья с утилизацией образующихся отходов.

Мероприятия, включаемые в план по охране окружающей среды, должны быть обоснованы расчетами экономической эффективности с учетом материально-технического и финансового обеспечения.

7.4. Внедрение и функционирование системы экологического менеджмента на предприятии

Ключевым звеном в системе экологического управления и менеджмента является экологическая служба предприятия, или (в случае небольших производств) отдельный квалифицированный специалист (менеджер), уполномоченный решать соответствующие задачи [2]. На практике встречаются четыре основных типа структур систем экологического управления и менеджмента, различающиеся по положению в них экологической службы предприятия или уполномоченного специалиста:

- с отсутствующей экологической службой или специалистом в области экологического менеджмента;
- экологическая служба (должностные обязанности менеджера) совмещена с каким-либо другим подразделением (другими должностными обязанностями) предприятия;
- экологическая служба (менеджер) выделена в отдельное подразделение (должность);
- экологическая служба выделена в отдельное подразделение с руководителем, равным по рангу заместителю директора предприятия.

Наименее эффективной является структура экологического управления и менеджмента первого типа. Решение производственных экологических задач в данном случае возложено на то или иное должностное лицо в качестве дополнительной нагрузки. Это могут быть главный инженер, главный технолог, главный энергетик и др. Так как эти должностные лица в первую очередь выполняют свои непосредственные обязанности, то вся природоохранная деятельность сводится ими преимущественно к выполнению формальных требований действующего природоохранительного законодательства, например, к заполнению необходимой отчетности.

Для структуры второго типа характерно существование подразделения или отдельного специалиста, занимающегося вопросами экологического управления и менеджмента. При этом их функции (должностные обязанности) совмещены с другими функциями (должностными обязанностями). Например, достаточно часто происходит совмещение в одном подразделении экологической службы и службы охраны труда или совмещение экологической службы и службы эксплуатации природоохранного оборудования. Для систем экологического управления и менеджмента данного типа характерны следующие недостатки:

- недостаточное внимание экологическим аспектам деятельности предприятия;
- ограниченность времени и ресурсов для практической реализации природоохранной деятельности;
- большой объем обязанностей, ограничивающий возможности инициативной деятельности;
- недостаток авторитета экологической службы (специалиста-менеджера).

В третьем типе системы экологического менеджмента экологическая служба (специалист в области экологического менеджмента) выделена в отдельное подразделение предприятия (должность), имеет своего руководителя, но при этом не обладает достаточным весом в его иерархической структуре.

Недостаток заключается в том, что эффективность функционирования экологической службы (специалиста-менеджера) зависит от подчиненности и места в общей системе производственного управления и менеджмента. Вместе с тем, данный тип структуры экологического управления и менеджмента приобретает существенные достоинства:

- возможность комплексно и полноценно осуществлять экологическую деятельность;

- более высокий авторитет экологической службы (специалиста-менеджера);
- возможность детального изучения экологических проблем.

Наиболее эффективным и обладающим наибольшими потенциальными возможностями в использовании преимуществ экологического менеджмента является четвертый тип системы, в которой экологическая служба выделена в отдельное подразделение, а ее руководитель (специалист-менеджер) по должности в зависимости от размера предприятия равен заместителю директора или заместителю главного инженера. Для структур систем экологического управления и менеджмента четвертого типа характерны следующие возможности:

- наиболее комплексно, рационально и полноценно осуществлять экологическую деятельность;
- эффективного совмещения основных производственных и экологических целей и задач на предприятии;
- осуществления разнообразной и экономически эффективной экологической деятельности.

По способу организации деятельности возможно деление экологических служб предприятий.

Экологические службы дифференцированного типа

В структуре экологической службы такого типа обязанности сотрудников разделены по виду воздействия на окружающую среду. Для большинства служб такого типа можно выделить сотрудников, занятых:

- охраной атмосферного воздуха;
- охраной и рациональным использованием водных ресурсов;
- охраной окружающей среды от отходов производства и потребления;
- охраной и рациональным использованием земельных ресурсов.

Разделение обязанностей в экологических службах сходно со структурой государственных органов экологического контроля. Подобное разделения обязанностей оправдано для больших предприятий (производственных объединений), на которых экологическая служба включает более 10 чел.

К недостаткам относятся:

- изолированность областей деятельности специалистов;
- вероятность ситуаций, в которых при невозможности выполнения специалистом по каким-либо причинам своей работы, другим специалистам потребуется значительное количество времени, прежде чем

они квалифицированно смогут выполнять обязанности отсутствующего сотрудника;

- организационные сложности принятия комплексных природоохранных решений.

Достоинство экологической службы такого типа в возможности досконально изучить требования в определенной области деятельности, осуществлять более эффективное управление и менеджмент, например, в области обращения с отходами производства и потребления и принимать правильные решения.

Экологические службы интегрированного типа

Сотрудники экологической службы такого типа в составе подразделения, отвечающего за природоохранную деятельность на предприятии, все вместе выполняют работы, связанные с охраной окружающей среды и рациональным использованием природных ресурсов. Такой тип структуры экологической службы предприятия достаточно распространен для средних и мелких предприятий. Достоинства экологических служб подобного типа:

- взаимозаменяемость сотрудников;
- комплексный характер работ; при рассмотрении вопросов, связанных с одним видом воздействия на окружающую среду, учитываются и остальные аспекты такого воздействия. Так, при разработке обоснования лимитов размещения отходов важными являются не только знания и навыки в данной области, но и в области воздействия на атмосферный воздух, рационального использования водных и земельных ресурсов;
- возможность разработки правильной экологической политики, определения комплексных целей и задач предприятия в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- возможность наиболее эффективного управления охраной окружающей среды и рациональным использованием природных ресурсов; такое управление можно осуществлять только при комплексном подходе в определении экологической политики и стратегии, целей и задач.

Экологические службы смешанного типа

Сотрудники подобных экологических служб могут выполнять обязанности, связанные с различными видами воздействия на окружающую среду, а также заниматься экологическими проблемами

определенной технологической операции. Экологическим службам такого типа присущи достоинства и недостатки служб описанных типов.

При любой организации производственной экологической службы важен комплексный подход в осуществлении эффективного экологического управления и экологического менеджмента, в том числе при разработке экологической политики предприятия, определении основных целей и задач в данной области, организации деятельности, мотивации и контроле.

7.5. Производственный экологический контроль

Производственный контроль в области охраны окружающей среды (производственный экологический контроль) осуществляется в целях обеспечения выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов, а также в целях соблюдения требований в области охраны окружающей среды, установленных Федеральным законом «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002, №7-ФЗ.

Задачами производственного экологического контроля являются:

- контроль качества выполнения природоохранных программ, планов мероприятий по охране окружающей среды, графиков контроля источников выбросов, объектов переработки, размещения отходов;
- контроль соблюдения законодательства в области охраны окружающей среды на территории предприятия;
- контроль соблюдения установленных нормативов допустимого воздействия на окружающую среду;
- разработка природоохранных мероприятий с оформлением планов по охране окружающей среды;
- контроль выполнения мероприятий по охране окружающей природной среды;
- периодическое проведение анализа результатов природоохранной деятельности на предприятии, принятие мер по устранению выявленных нарушений;
- проведение анализа технологических процессов предприятия на соответствие современным природоохранным требованиям и представление соответствующих предложений руководителю организации;
- подготовка руководству предприятия предложений по снижению вредного воздействия на природу на основании данных

инструментальных замеров и контроля за выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, состояния окружающей среды в районе расположения предприятия.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие хозяйственную и (или) иную деятельность на объектах I, II и III категорий, разрабатывают и утверждают программу производственного экологического контроля, осуществляют производственный экологический контроль в соответствии с установленными требованиями, документируют информацию и хранят данные, полученные по результатам осуществления производственного экологического контроля.

Программа производственного экологического контроля содержит сведения [3]:

- инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и их источников;
- инвентаризации сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и их источников;
- инвентаризации отходов производства и потребления и объектов их размещения;
- подразделениях и (или) должностных лицах, отвечающих за осуществление производственного экологического контроля;
- собственных и (или) привлекаемых испытательных лабораториях (центрах), аккредитованных в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации;
- периодичности и методах осуществления производственного экологического контроля, местах отбора проб и методиках (методах) измерений.

Программа производственного экологического контроля для объектов I категории дополнительно содержит программу создания системы автоматического контроля (или сведения о наличии системы автоматического контроля), созданной в соответствии с Федеральным законом от 29.07.2018 № 252-ФЗ.

При осуществлении производственного экологического контроля измерения выбросов, сбросов загрязняющих веществ в обязательном порядке производятся в отношении загрязняющих веществ, характеризующих применяемые технологии и особенности производственного процесса на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду (маркерные вещества) согласно Федерального закона от 21.07.2014 № 219-ФЗ.

Документация, содержащая сведения о результатах осуществления производственного экологического контроля, включает в себя документированную информацию:

- о технологических процессах, технологиях, оборудовании для производства продукции (товара), выполненных работах, оказанных услугах, применяемых топливе, сырье и материалах, об образовании отходов производства и потребления;
- фактических объеме или массе выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, уровнях физического воздействия и методиках (методах) измерений;
- обращении с отходами производства и потребления;
- состоянии окружающей среды, местах отбора проб, методиках (методах) измерений.

Отчет об организации и результатах осуществления производственного экологического контроля в установленные сроки направляется в орган исполнительной власти субъекта РФ.

Форма отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля, *методические рекомендации* по ее заполнению, в том числе в формате электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью, утверждаются уполномоченным Правительством РФ федеральным органом исполнительной власти.

На объектах I категории стационарные источники выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, образующихся при эксплуатации технических устройств, оборудования или их совокупности (установок), *виды* которых устанавливаются Правительством РФ, должны быть оснащены автоматическими средствами измерения и учета показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, а также техническими средствами фиксации и передачи информации о показателях выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на основании программы создания системы автоматического контроля.

Программой создания системы автоматического контроля определяются стационарные источники и показатели выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, подлежащие автоматическому контролю, места и сроки установки автоматических средств измерения и учета показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, а также технических средств фиксации и передачи информации о показателях

выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, состав и форма передаваемой информации.

Согласно Федеральному закону от 29.07.2018 № 252-ФЗ, срок создания системы автоматического контроля не может превышать четыре года со дня получения или пересмотра комплексного экологического разрешения. В случае, если программой повышения экологической эффективности предусмотрены мероприятия, связанные с реконструкцией стационарных источников, подлежащих оснащению автоматическими средствами измерения и учета показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, а также техническими средствами фиксации и передачи информации о показателях выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, сроки оснащения таких стационарных источников определяются с учетом сроков реализации мероприятий программы повышения экологической эффективности.

Деятельность в области производственного экологического контроля тесно связана с экологическим аудитом, широко применяющимся в настоящее время.

7.6. Экологический аудит

Экологический аудит (ЭА) рассматривается как организационно-правовой механизм обеспечения национальной безопасности страны в экологической сфере. Нормативной базой ЭА являются принятые в качестве национальных международные стандарты серии 14000, а именно:

- ГОСТ Р ИСО 14001-2007 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению»;
- ГОСТ Р ИСО 14004-2007 «Системы экологического менеджмента. Общее руководство по принципам, системам и методам обеспечения функционирования»;
- ГОСТ Р ИСО 14011-98 «Руководящие указания по экологическому аудиту. Процедуры аудита. Проведение аудита систем управления окружающей среды».

В 2004 г. введен ГОСТ Р ИСО 19011-03 «Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента» [1].

В ГОСТ Р ИСО 14001-07 дано определение: «***аудит системы управления окружающей средой*** - систематический и документально оформленный процесс проверки объективно получаемых данных для

определения соответствия системы управления окружающей средой, принятой в организации, критериями аудита такой системы, установленной данной организацией, а также сообщение результатов, полученных в ходе этого процесса, руководству».

Другое толкование приведено в ГОСТ Р ИСО 19011-03: аудит (проверка) - систематический и документированный процесс получения свидетельств аудита и объективного их оценивания с целью установления степени выполнения согласованных критериев аудита.

В Федеральном законе «Об охране окружающей среды» дано следующее определение ЭА: «***Экологический аудит*** - это независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной или 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».

В зависимости от того, с какой целью проводятся аудиты, различают внутренние и внешние аудиты.

Внутренние аудиты, иногда называемые «аудитами первой стороной», как правило, проводятся самой организацией или от ее имени сторонней организацией (аудитором) для внутренних целей и являются важнейшим инструментом, обеспечивающим функционирование системы управления окружающей средой в организации. Однако при проведении внутреннего ЭА весьма проблематично обеспечить объективность и независимость результатов. Поэтому понятие «внутренний аудит» все реже упоминается в публикациях и нормативных правовых актах.

Внешние аудиты - это так называемые «аудиты второй стороной» или «аудиты третьей стороной». «Аудиты второй стороной» проводятся сторонами, заинтересованными в деятельности организации, например потребителями или другими лицами от их имени. «Аудиты третьей стороной» проводятся внешними независимыми организациями. Эти организации, как правило, осуществляют сертификацию или регистрацию на соответствие определенным требованиям, например требованиям стандартов ИСО 9001 и ИСО 14001.

Иногда ЭА подразделяют в зависимости от объема работы (анализа), срочности его проведения, степени детализации рассмотрения анализируемых аспектов и показателей. Выбор вида (в соответствии с целями и задачами) экологического аудита производит заказчик.

Каждый вид ЭА отличается методической (иногда и методологической) базой, регламентирующей оценку тех или иных экологических аспектов деятельности организации, выводами и рекомендациями.

При ЭА может применяться авторская методика, при которой аудитор использует собственные подходы к анализу и оценке экологических аспектов. При высокой квалификации аудитора такой вариант может быть весьма подходящим, но затрудняет воспроизведение результатов аудита и отслеживание результатов работы организации, если последующий аудит проводит другой аудитор или фирма.

Анализ и оценка экологических аспектов могут производиться по результатам сравнения с деятельностью других аналогичных подразделений или организаций. Однако здесь существует проблема выбора аналога, на который следует равняться или использовать в качестве эталона.

Анализ и оценка экологических аспектов и формулировка выводов по результатам ЭА может производиться путем сравнения с установленными нормами и стандартами, регламентирующими требования к объекту (производству), организационной структуре, системе управления, отдельным производственным процессам и др. (например с требованиями СТБ ИСО 14001, предъявляемыми к системе управления окружающей средой на предприятии). Преемственность, сопоставимость результатов ЭА, возможность отслеживания изменений (положительных и отрицательных) в деятельности и состоянии организации обеспечивается в том случае, когда проводится оценка на соответствие согласованным критериям аудита. Достижение этих целей обеспечивается использованием в менеджменте программ аудита методологии PDCA , что нашло отражение в СТБ ИСО 19011.

Как правило, ЭА осуществляется индивидуальным аудитором или группой аудиторов, представляющих аудиторскую организацию.

В ЭА участвуют три стороны: инициатор (клиент, заказчик), аудитор (аудиторская организация), проверяемый объект (аудируемый объект иди субъект). Права и обязанности участников ЭА устанавливаются соответствующими нормативными правовыми и нормативными техническими актами. Аудиторские организации и индивидуальные аудиторы обязаны установить и соблюдать правила внутреннего контроля качества проводимых ими аудиторских проверок. При проведении добровольного аудита заказчиком аудита является аудируемая организация (аудируемый субъект).

Аудитор в области экологии - физическое лицо, осуществляющее предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, отвечающее квалификационным требованиям, установленным специально уполномоченным государственным органом регулирования деятельности в области ЭА к аудиторам, и имеющее квалификационный аттестат аудитора в области экологии.

Аудиторская организация осуществляет ЭА по одному или нескольким направлениям, оказывает сопутствующие ЭА услуги, в ее штате должно быть не менее трех аудиторов. Аудиторская организация и индивидуальный аудитор осуществляют свою деятельность по проведению аудита после получения лицензии.

Работа по ЭА проводится на основании договора, который заключают индивидуальный аудитор (аудиторская организация), с одной стороны, и аудируемый субъект - с другой. Все расходы по финансированию ЭА несет аудируемый субъект. Работа осуществляется по заранее определенной программе проведения аудита, которая включает исчерпывающий перечень вопросов, параметров, подлежащих анализу и оценке в ходе ЭА, критерии аудита. Этот же документ определяет состав необходимых приложений и структуру отчета по аудиту, требования к аудиторскому заключению.

Существуют различные варианты перечней вопросов (протоколы, вопросники), на которые должны быть получены ответы в ходе экологического аудита. Часть из них определяется особенностями объектов аудирования. Так, специальные типы протоколов применяются в случаях аудита предприятий нефтеперерабатывающей, химической промышленности и др. В обычных случаях применяются стандартные формы протоколов. Содержание протоколов, их полнота и глубина определяются аудитором или фирмой, проводящей ЭА, с учетом требований заказчика. Большинство крупных аудиторских организаций обычно разрабатывают и используют свои собственные протоколы, например протоколы экологического аудита Европейского банка реконструкции и развития.

Организация и проведение ЭА полностью находятся в ведении заказчика. Он нанимает аудиторов (обычно аудиторскую организацию), оплачивает расходы, определяет цели и критерии аудита, порядок использования материалов аудиторской проверки. Выбор аудиторов может производиться заказчиком с учетом рекомендаций инициатора аудита. Цели и задачи, которые должны быть решены, выбираются в зависимости от того, что является основанием для проведения ЭА. Различные цели требуют разных методических подходов к проведению аудита и интерпретации его результатов, подбора аудиторов соответствующей квалификации. Экологический аудит проводится в течение нескольких дней (в зависимости от масштаба аудируемого объекта и целей).

Проведению аудита предшествует посещение объекта для выявления наиболее значимых проблем, требующих углубленного исследования, в том числе и с учетом мнения (требований) заказчика. Согласно

полученным данным об особенностях объекта уточняется программа ЭА, включающая следующие действия:

- обход объекта и посещение всех участков, намеченных в протоколе (программе) ЭА;
- при необходимости определение дополнительных условий, которые должны быть выполнены проверяемой организацией до начала аудита (отбор и анализ проб, подготовка информации по предлагаемым формам или опросным листам и др.);
- проведение беседы со специалистами и служащими на объекте (главный инженер, главный технолог, главный энергетик, начальник очистных сооружений, начальник экологического отдела, начальник лаборатории, начальники производственных участков и т. д.);
- анализ документов, фиксирующих выполнение природоохранных требований, норм санитарной, пожарной безопасности, техники безопасности и др., копий наиболее важных или иллюстрирующих нарушения на объекте документов;
- консультации с представителями государственных контрольных органов и ознакомление с «досье» объекта в архивах этих учреждений.

На практике работа по организации и проведению ЭА состоит из нескольких последовательных этапов.

Этап I. Подготовка аудита (обеспечивает заказчик):

- выбирается группа аудиторов или аудиторская фирма;
- составляется план и график ЭА;
- аудиторов обеспечивают на время работы защитной одеждой и оборудованием, проводят инструктаж по технике безопасности;
- определяются цели, уточняются критерии ЭА.

Этап II. Проведение ЭА аудиторами (аудиторской фирмой) непосредственно на объекте:

- обзор и анализ информации по объекту (в соответствии с целями аудита), инспекция объекта;
- сбор информации, которая дает максимально полное представление об уровне экологической опасности объекта;
- уточнение и дополнение данных, полученных при анализе информации по объекту и инспекции путем интервьюирования и опроса (анкетирования) персонала;
- метод материальных балансов и технологических расчетов, фотосъемка и видеосъемка;
- обобщение и оценка результатов аудита, составление проекта отчета с выводами и рекомендациями и информирование о них заказчика.

При выполнении I и II этапов может быть выявлено, что имеющихся данных и информации об объекте недостаточно для достижения целей, поставленных заказчиком. Это может служить основанием для прерывания аудирования и продолжения его после получения необходимой информации, естественно, если такое реально в достаточно короткий срок.

Этап III. Доработка и согласование выходных документов (проводят аудиторы) по результатам аудита. На этом этапе проект отчета по ЭА представляется на объекте, и по результатам его обсуждения с учетом уточнений и замечаний дорабатывается. Окончательный вариант отчета с выводами и рекомендациями представляется заказчику. Они являются основанием для принятия мер, формулировки заключения специально уполномоченными государственными органами.

Этап IV. Использование результатов аудита заказчиком. Все материалы, полученные в результате ЭА, все данные и окончательный отчет являются конфиденциальной информацией, принадлежащей заказчику ЭА. При реализации программы добровольного ЭА заказчик разрабатывает план действий по реализации рекомендаций с целью обеспечения соблюдения требований технических и правовых норм в области природопользования и охраны окружающей среды, создания системы управления окружающей средой, охраны здоровья персонала.

Опыт ЭА свидетельствует о том, что существует множество возможностей эффективного использования его результатов. Это:

- идентификация ранее не учтенных источников воздействия на окружающую среду и отходов;
- оптимизация потребления ресурсов;
- обоснование целесообразности проведения дополнительных изысканий и НИОКР;
- появление дополнительной продукции, услуг, вторичного сырья и энергетических ресурсов;
- обоснование и сравнение альтернативных вариантов, предложений по внедрению новой техники, природоохранных и других мероприятий;
- оценка дополнительных капитальных и производственных затрат по вариантам решений и срокам их окупаемости;
- определение вероятных источников финансирования (долевого участия предприятий в строительстве или реконструкции очистных сооружений и систем размещения и удаления отходов);
- изменение платежей за сбросы и размещение отходов, использование природных ресурсов, сбросы в городскую канализацию;

- возможное уменьшение или исключение существующих и снижение риска возникновения дополнительных штрафных санкций и эколого-экономической ответственности (возмещение ущербов);
- определение дополнительных затрат на развитие системы мониторинга и производственного экологического контроля;
- изменение затрат на эксплуатацию систем регулирования воздействия на окружающую среду;
- уменьшение производственных затрат и возможная прибыль, связанная с появлением дополнительной продукции.

При обязательном ЭА использование его результатов в компетенции заказчика аудита. Форма, содержание и порядок представления аудиторского заключения по результатам обязательного ЭА определяются правилами (стандартами) аудиторской деятельности, разрабатываемыми специально уполномоченным государственным органом в области ЭА.

Регулирование деятельности в области экологического аудита

Деятельность в области экологического аудита подлежит государственному регулированию. Функции специально уполномоченного государственного органа регулирования деятельности в области ЭА выполняет Минприроды. Основными его функциями являются:

- издание в пределах своей компетенции нормативных правовых актов, регулирующих деятельность в области ЭА;
- организация в установленном законодательством порядке системы аттестации, обучения и повышения квалификации аудиторов в области экологии, лицензирование аудиторской деятельности в области экологии;
- организация системы надзора за соблюдением аудиторскими организациями и индивидуальными аудиторами лицензионных требований и условий;
- контроль за соблюдением аудиторскими организациями и индивидуальными аудиторами правил аудиторской деятельности;
- определение объема и разработка порядка представления уполномоченному республиканскому органу отчетности аудиторских организаций и индивидуальных аудиторов и финансовой отчетности;
- ведение государственных реестров аттестованных аудиторов в области экологии и аудиторских организаций и учебно-методических центров в соответствии с положением о ведении реестров, утверждаемым специально уполномоченным государственным органом регулирования

деятельности в области ЭА, а также предоставление информации, содержащейся в реестрах, всем заинтересованным лицам.

При Минприроды должен быть создан совет по ЭА, принимающий участие в подготовке и предварительном рассмотрении основных документов о деятельности в области ЭА, проектов решений уполномоченного органа, разрабатывающий правила аудиторской деятельности.

Таким образом, введение в практику природоохранной деятельности ЭА будет способствовать решению комплекса проблем, связанных с охраной окружающей среды хозяйствующими субъектами. Расширение области использования ЭА будет стимулировать природоохранную деятельность на уровне хозяйствующих субъектов, способствовать созданию методической базы для оценки степени экологической опасности предприятий и производств, величины возможных ущербов и т. д. Без надлежащей постановки деятельности в области ЭА будет сдерживаться работа по экологической сертификации, созданию экономико-правового механизма экологического страхования. Внедрение в практику деятельности хозяйствующих субъектов принципов и методов ЭА обеспечит эффективное функционирование систем управления окружающей средой.

Контрольные вопросы

1. Какие элементы включает система управления охраной окружающей среды?
2. Какие нормативные документы лежат в основе управления охраной окружающей среды?
3. Что включает в себя экологическая политика организации?
4. Какие разделы включает план мероприятий по охране окружающей среды?
5. На кого в организации возлагаются обязанности по охране окружающей среды?
6. В чем состоит производственный экологический контроль?
7. Назначение и задачи экологического аудита.

8. ПРАКТИЧЕСКИЙ ТРЕНИНГ

Решение ситуационных экологических задач по снижению негативного воздействия предприятий по проблемам региона

Ситуационный анализ или «кейс-стади» является современной технологией имитации решения проблемных экологических задач с формированием профессиональных компетенций обучающихся. Он предусматривает комплексный критический анализ экологической проблемы, выбор оптимального алгоритма, построение проекта исследования. Блок-схема ситуационного анализа представлена на рис 8.1.

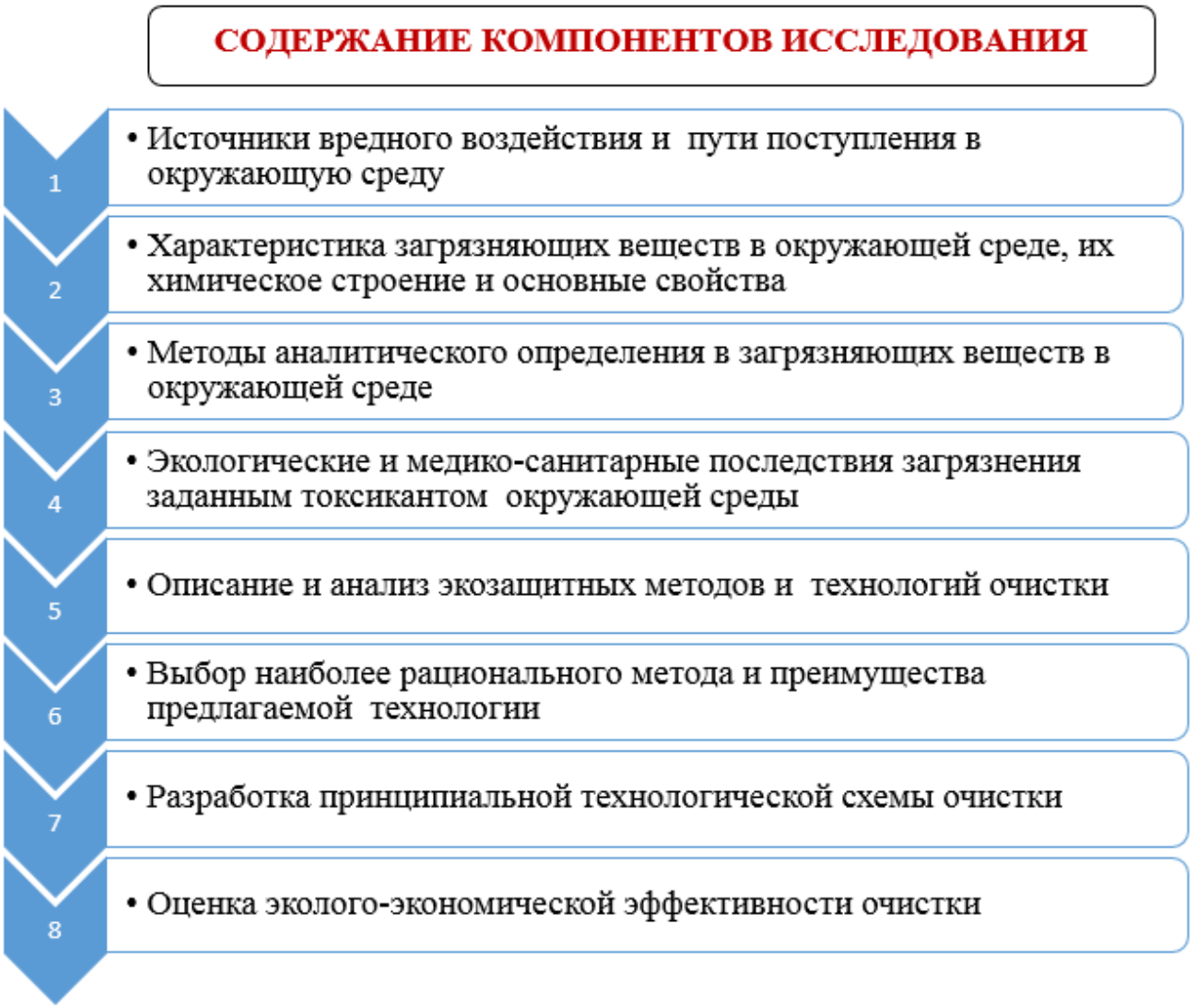


Рис. 8.1. Блок-схема ситуационного анализа

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1

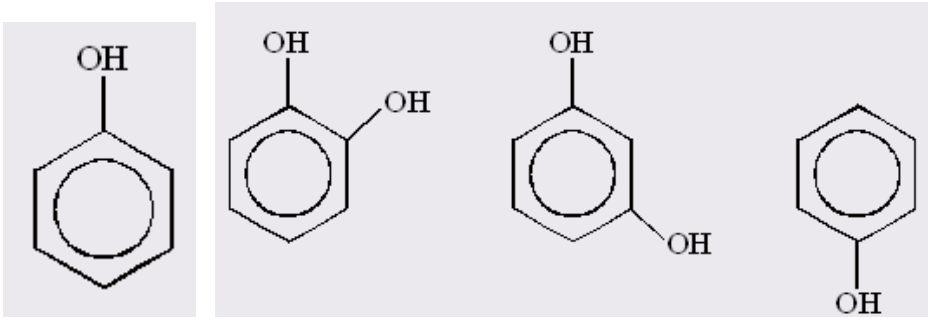
В пробах воды из источника питьевого водоснабжения г. Н.Новгорода р. Оки обнаружено содержание фенолов 0,01 мг/л. Оцените уровень загрязнения воды и назовите районы города с водоснабжением из р.Оки. Какие группы и формы фенольных соединений могут присутствовать в воде, какое их химическое строение и свойства? Какие методы аналитического определения фенольных соединений в воде? Установите возможные источники и экологические последствия загрязнения р.Оки и предложите эффективные способы очистки воды от фенолов в процессе питьевой водоподготовки на водопроводной станции.

1. Оценка экологического риска для водопотребителей

Превышение ПДК фенолов в 10 раз ($ПДК_{культ-быт}$ – 0,001 мг/л и $ПДК_{рыб-хоз}$ для фенолов в воде – 0,001 мг/л).

Районы нагорной части (правобережные) – Приокский, Советский и Нижегородский – водоснабжение из р. Оки водопроводными станциями «Слуда» и «Малиновая гряда». Районы заречной части (левобережные районы) – Автозаводский, Ленинский. Остальные районы заречной части в малой степени подвергаются риску загрязнения, так как водоснабжение идет главным образом волжской водой из Новосормовского водопрозабора (водопроводная система районов заречной части закольцована).

2. Типы фенольных соединений в воде, их химическое строение и свойства



Фенол Пирокатехин Резорцин Гидрохинон

Фенольным соединением называется вещество, имеющее в своей молекуле ароматическое (бензольное) ядро, содержащую одну, две или более гидроксильных групп. Число известных фенольных соединений несколько тысяч.

В зависимости от числа ОН-групп различают одноатомные фенолы (фенол и крезолы-метилфенолы) и двухатомные (пирокатехин, резорцин и гидрохинон) и многоатомные.

Фенольные соединения принято делить на две группы:

- летучие фенолы (фенол, крезолы, ксиленолы, гваякол, тимол);
- нелетучие фенолы (резорцин, пирокатехин, гидрохинон, пирогаллол и другие многоатомные фенолы).

Фенолы являются слабыми кислотами (рК фенола = 9,98). Их высокая реакционная способность в реакциях окисления находит техническое применение в качестве ингибиторов процессов автоокисления масел и жиров и имеет большое значение в биосинтезе природных фенольных соединений.

Наиболее важным свойством фенолов с точки зрения выделения и идентификации является способность к образованию солей с металлами.

В поверхностных водах фенолы могут находиться в растворенном состоянии в виде фенолятов, фенолят-ионов и свободных фенолов. В природных водах они могут вступать в реакции конденсации и полимеризации, образуя сложные гумусоподобные и другие довольно устойчивые соединения.

3. Методы аналитического определения фенольных соединений в воде

3.1. Взаимодействие с бромной водой (качественная реакция на фенол)

$$C_6H_5OH + 3Br_2 \rightarrow C_6H_2Br_3OH + 3HBr$$

образуется 2,4,6-трибромфенол — твёрдое вещество белого цвета.

3.2. Взаимодействие с концентрированной азотной кислотой

$$C_6H_5OH + 3HNO_3 \rightarrow C_6H_2(NO_2)_3OH + 3H_2O.$$

3.3. Взаимодействие с хлоридом железа (III) (качественная реакция на фенол)

$$6C_6H_5OH + FeCl_3 \rightarrow [Fe(C_6H_5OH)_6]Cl_3.$$

3.4. Титириметрический (бромометрический), спектрофотометрический (флуоресцентная спектроскопия с добавлением сульфата церия).

4. Потребление фенолов и возможные источники загрязнения р. Оки

Мировое потребление фенола имеет следующую структуру (данные 2006 г.):

- 44 % расходуется на производство бисфенола А, который, в свою очередь, используется для производства поликарбона и эпоксидных смол;

- 30 % расходуется на производство фенолформальдегидных смол;
- 12 % гидрированием превращается в циклогексанол, используемый для получения искусственных волокон — нейлона и капрона.

В РФ большое количество фенола используется в нефтепереработке для селективной очистки масел.

Источники загрязнения: нефтехимическая промышленность (производство пластмасс и анилиновых красителей) - г. Дзержинск (ОАО «Оргсинтез, Капролактам»), заправочные станции, аэропорт.

В сточных водах производства различных пластмасс содержится 2000-30000 мг/л (для фенолформальдегидных смол отмечен уровень 20000 мг/л).

В сточных водах заправочных станций аэропортов содержание фенола достигает 400 мг/л.

5. Экологические и медико-санитарные последствия загрязнения природных вод фенолами

Фенол - канцерогенное химическое вещество, обладающее мутагенными свойствами и являющееся сильнодействующим ядом, способным вызвать рак.

Многие одноатомные фенолы - сильные нейротоксины, поражают печень, почки, проникают через кожу; однако высшие члены ряда в производственных условиях мало опасны. Многоатомные фенолы при длительном поступлении в организм нарушают ферментативные процессы. Токсичность фенолов зависит от строения, положения и количества радикалов, от растворимости в воде и жирах. Летучие фенолы более токсичны и имеют более интенсивный запах. Наиболее резкие запахи дают простой фенол и крезолы. Обычно фенолы в естественных условиях образуются в процессах метаболизма водных организмов, при биохимическом распаде и трансформации органических веществ, протекающих как в водной толще, так и в донных отложениях. Фенольные соединения живых растительных тканей можно считать потенциально токсичными веществами, способными ингибировать рост патогенных грибов и бактерий.

Заболевания, вызываемые попаданием фенолов в организм человека. Попадание фенола в организм с питьевой водой приводит к развитию язвенной болезни, атрофии мышц, нарушению координации движений, кровотечениям. Кроме этого, ученые установили, что именно фенол является причиной возникновения раковых заболеваний, способствует развитию сердечной недостаточности и бесплодия. В организме фенол легко образует соединения с другими веществами. О последствиях воздействия фенола на репродуктивную функцию человека и

развивающийся плод неизвестно. Беременные животные, которые пили воду, содержащую большое количество фенола родили потомство, которое имеет малый вес при рождении и врожденные дефекты. По данным Управления по охране окружающей среды США (EPA), максимальная доза фенола, которая условно безопасная при попадании внутрь организма человека, составляет 0,6 мг/1 кг живого веса в течение 1 суток. Эта доза рассчитана без учета канцерогенного действия фенола, способного проявиться спустя много лет после попадания яда в организм.

6. Способы очистки воды от фенолов в процессе питьевой водоподготовки на водопроводной станции

Методы глубокой очистки условно можно разделить на две группы: регенеративные и деструктивные. В процедуре водоподготовки регенерационные методы для фенолов не применяются.

Озонирование – широко используемый способ глубокой очистки воды от фенолов и других нефтепродуктов. Озон обладает большой окислительной способностью, оказывает сильное бактерицидное действие, устраняет неприятный запах и привкус и возвращает воде естественный цвет. Окисление озоном протекает по месту двойной связи бензольного кольца и параллельно окисляется гидроксильный радикал с последующей рекомбинацией пероксирадикалов, Пероксид водорода реагирует с озоном, образуя воду и кислород. Для ускорения процесса инициирования целесообразно окисление проводить в щелочной среде. Оптимальное значение pH для окисления фенолов - 11.4.

Продуктами деструкции фенолов озоном являются альдегиды, щавелевая и дикарбоновые кислоты, гидропероксид, диоксид углерода и вода. Процесс озонирования осуществляют в условиях герметизации в реакционных ваннах или смесителях, в которых вода смешивается с озонируемым воздухом или кислородом. Это энергоемкий процесс: расход электроэнергии на 1кг окисленного фенола составляет до100 кВт ч в чистом водном растворе.

Адсорбционная очистка - универсальный метод, позволяющий практически полностью извлекать примеси из жидкой фазы. Адсорбционный метод основан на преимущественной адсорбции молекул загрязнений под действием силового поля в порах адсорбента.

Адсорбционная очистка эффективна во всем диапазоне концентраций растворенной примеси, однако ее преимущества проявляются наиболее полно по сравнению с другими методами очистки при низких концентрациях загрязнений. Активированный уголь способен задерживать фенолы в количестве 20-30 г на 1 кг собственной массы, с его помощью

можно получать воду, практически не содержащую фенолы. Однако срок службы активированного угля непродолжителен, а его регенерация и извлечение задержанных фенолов представляют известную сложность. Требуется промывка загрузки бензолом или другим растворителем фенолов с последующим извлечением фенола из растворителя известью или отгонкой. Можно регенерировать загрузку пропариванием с извлечением фенола из пара щелочью. Все это делает метод сорбции фенолов на активированном угле дорогостоящим, поэтому на практике его применяют редко.

Сорбция фенолов на золе и шлаке возможна в целях доочистки, когда не ставят задачу извлечения фенолов и их повторного использования. Сорбционная способность золы по фенолам зависит от ее происхождения. Так, торфяная зола способна сорбировать 1 г фенола на 1 кг собственной массы, зола бурого угля всего 160 мг/кг.

Очистка воды от молекулярно растворенных органических веществ производиться на самых распространенных адсорбентах - *активированных углях*. Максимальная очистка достигается при увеличении времени контакта воды и адсорбента до 30-50 мин. Обычная скорость течения воды через адсорбер составляет 10 $м^3$/ч. Удельная поверхность активированных углей 500-1000 $м^2$/г, сорбционная емкость 150-500 мг общего органического углерода на 1 г активированного угля, степень удаления органических веществ 90-100%. Способность активных углей сорбировать значительное количество кислорода из воды и их каталитические свойства позволяют добиться значительного увеличения эффективности очистки (в несколько раз) за счет химического окисления токсичных низкомолекулярных соединений. Одним из вариантов применения озонирования является насыщение воды озоном перед сорбционной обработкой. Доза озона составляет 2-3 мг/л при к.п.д. процесса 97-100%.

Биосорбция (окисление сорбированных веществ микроорганизмами). В этом процессе высокие скорости очистки достигаются в результате концентрирования компонентов биохимической реакции (субстрата, кислорода, ферментов и микроорганизмов) на поверхности пор сорбента. В сорбционном процессе с предварительным озонированием воды единицей объема активного угля сорбируется и окисляется на 30-50% больше органических соединений, чем при обычной биосорбции. Биосорбцию реализуют в традиционных сооружениях (аэротенках, биофильтрах, фильтрах) или в специальных установках. Количество загрязнений, изъятых с помощью активного угля в процессе биосорбции, обычно в 2-10 раз превышает максимальную сорбционную емкость активного угля в статических условиях (вне биологического процесса).

Биохимическая очистка с добавлением мочевины. Введение мочевины в загрязненную воду в качестве добавки приводит к снижению концентраций фенола в стоках примерно в 10 раз. Мочевина оказывает селективное ускоряющее воздействие на биоочистку, то есть увеличивается скорость биоразложения только фенола, в то время как на другие компоненты сточной воды заметное влияние не замечено. Мочевина играет роль не только биогенной азотосодержащей добавки, но также вещества, образующего с фенолом легко окисляемые соединения - включения. Она используются как биогенная азотосодержащая добавка и стимулятор биоокисления некоторых компонентов.

Баромембранный метод обратного осмоса способен улавливать микропримеси фенолов на стадии доочистки питьевой воды. Метод эффективен при малой скорости потока воды.

Хлорирование воды - метод дезинфекции бактерицидного действия, а также окисления и преобразования органических соединений, в частности, фенолов. При добавлении в воду с некоторым избытком хлора гипохлористый ион реагирует с молекулами фенола и образует малеиновую кислоту. При недостатке хлора возможно образование хлорфенола, малейшие следы которых (0,1 мкг/л) придают воде характерный привкус и запах, поэтому для надежности и полноты окисления прибегают к перехлорированию сточных вод, чтобы остаточное содержание активного хлора находилось в пределах 1-10 мг/л. При обеспечении 30-минутного контакта фенольной воды с хлором этот метод дает практически полную очистку.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №2

Актуальной экологической проблемой в Нижегородской области является загрязнение водных объектов нефтепродуктами. Разработайте рациональную схему очистки нефтесодержащих сточных вод с учетом эколого-экономической эффективности.

Источники образования:

1) нефтепроводы, продуктопроводы, нефтебазы;
2) нефтеперерабатываюшие предприятия;
3) нефтеналивные, нефтезаправляющие станции;
4) автотранспорт и железнодорожный транспорт;
5) судоходство и предприятия водного транспорта (порты).

Миграционные формы и пути поступления нефтепродуктов в природные воды

Миграционные формы:

1) плавающая нефтяная пленка;
2) растворенные или эмульгированные нефтепродукты;
3) осевшие на дно тяжелые фракции;
4) нефтепродукты, адсорбированные грунтом дна или берегов.

Пути поступления:

- в поверхностные воды:

1) аварии нефтеналивных танкеров и других судов;
2) аварии магистральных нефтепроводов или продуктопроводов;
3) отведение недостаточно очищенных сточных вод предприятий нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности;
4) отведение недостаточно очищенных сточных вод предприятий химической, металлургической и других отраслей промышленности;
5) аварии при транспортировке нефтепродуктов железнодорожным или автотранспортом;
6) отведение загрязненного автотранспортом поверхностного стока с помощью ливневой канализации.

- в грунтовые воды:

1) аварии магистральных нефтепроводов или продуктопроводов;
2) захоронение нефтесодержащих отходов (нефтешламов);
3) аварии при транспортировке нефтепродуктов железнодорожным или автотранспортом.

3. Методы очистки и выбор наиболее рационального метода

Способы очистки сточных вод от нефтепродуктов:

1) механические методы - удаление грубодисперсионных и жидких примесей с помощью песколовок, отстойников, нефтеловушек, песчаных фильтров;

2) физико-химические методы: удаление коллоидных частиц на основе коагуляции / электрокоагуляции и флотации / электрофильтрации, сорбции, мембранных методов, нейтрализации, окисления кислородом воздуха и озоном;

3) биологические методы - очистка от растворенных веществ, основанная на свойствах нефтеокисляющих организмов. Аппараты - аэротенкфильтры: разложение в аэробных условиях под биохимическим воздействием бактерий и дрожжеподобных грибков.

Наиболее перспективным является использование флотационных/ электрофлотационных и мембранных методов.

Бактериальная биодеструкция высокоселективна. Под бактериальным воздействием легче разлагаются наиболее стойкие парафиновые углеводороды, ароматические углеводороды и циклоалканы.

Наиболее эффективно комплексное использование трех методов.

4. Принципиальная технологическая схема очистки

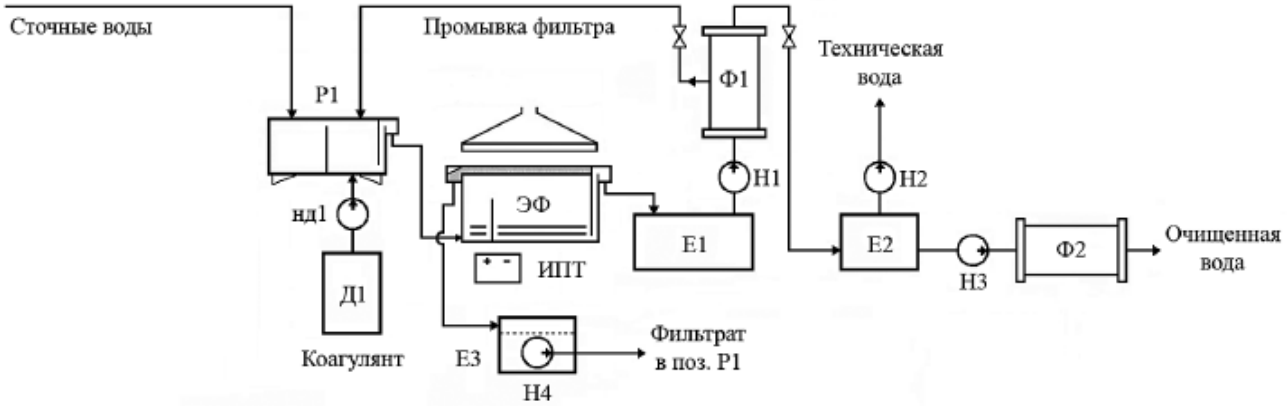


Рис. 8.2. Технологическая схема модульной установки очистки воды от нефтепродуктов:

Р1 – реактор-коагулятор; Е1 – накопительные емкости и усреднители; Н1- Н4 – насосы; Д1/НД1 – установка приготовления и дозирования реагентов; ЭФ – электрофлотатор; Ф1-Ф2 – механические фильтры

Модульные установки очистки воды разработаны и запущены в производство Технопарком РХТУ им. Д. И. Менделеева.

Этапы технологического процесса

1. Сточные воды поступают в реактор-коагулятор Р1 с целью их усреднения и обработки коагулянтом. Приготовление и подача раствора коагулянта осуществляется при помощи установки приготовления и дозирования растворов Д1/НД1. Перемешивание жидкости в реакторе Р1 производится лопастной мешалкой.

2. Из реактора-коагулятора Р1 прошедшие обработку сточные воды самотеком поступают в электрофлотатор (ЭФ), в котором происходит извлечение не менее 96 % взвешенных веществ и не менее 90 % эмульсий (нефтепродуктов). Основным оборудованием является ЭФ с нерастворимыми электродами, в котором происходит выделение микропузырьков электролитических газов дисперсностью 20–70 мкм. Микропузырьки захватывают хлопья дисперсной фазы и поднимают их на поверхность сточной воды, где последние накапливаются в пенном слое флотоконцентрата. Последний удаляется с поверхности воды автоматическим скимме-

ром в гравитационный фильтр Е3. Твердый отход влажностью не более 85 % с поверхности гравитационного фильтра сдает-ся на утилизацию предприятиям по переработке твердых отходов. Фильтрат подается дренажным насосом Н4 в голову очистных сооружений на доочистку.

3. Осветленная вода из электрофлотатора самотеком поступает в Е1, откуда насосом Н1 подается на механический фильтр 5–20 мкм. Фильтр Ф1 периодически промывается обратным током со сбросом загрязнений в реактор Р1.

4. Очищенная от нефтепродуктов вода из фильтра Ф1 поступает в накопительную емкость Е2.

5. Из накопительной емкости Е2 не более 80 % очищенной воды, соответствующей нормам технической воды может быть возвращено на повторное использование для технических нужд транспортного предприятия, мойки узлов и агрегатов и др., обеспечив, таким образом, сокращение водопотребления и водоотведения.

6. Из накопительной емкости Е2 20 % очищенной воды поступает на сорбционный фильтр Ф2 с загрузкой активированного угля марки ДАК или БАУ. Данный технологический прием обеспечивает доочистку воды сточных вод от взвешенных до уровня 0,1 мг/л и от нефтепродуктов до требований ПДК (0,05 мг/л) по сбросу в водоемы рыбохозяйственного назначения либо сброса на рельеф местности.

5. Оценка эколого-экономической эффективности очистки

Сравнение методов очистки сточных вод от нефтепродуктов подтверждает предположение о наибольшей эффективности комплексного использования механических и физико-химических способов, позволяющих:

- упрощать технологическую схему;
- внедрять автоматизацию процесса;
- сокращать производственные площади;
- уменьшать количество образующихся осадков.

Электрофлотационный метод является перспективным для очистки сточных вод, так как:

- позволяет корректировать физико-химические свойства воды;
- позволяет извлекать взвешенные вещества и эмульсии;
- исключает вторичное загрязнение воды.

Таблица 8.1

Сравнение методов очистки сточных вод от нефтепродуктов

Параметр	Отстаивание	Электрокоагуляция	Электрофлотация
Степень очистки, %	<70	<80	90–96
Вторичные загрязнители воды	Отсутствуют	Fe 1 мг/л; Al 0,5–1 мг/л	Отсутствуют
Энергозатраты, кВт·ч/м^3	Отсутствуют	1–1,5	0,25–0,5
Вторичное загрязнение твердых отходов	Отсутствует	до 30 % (Fe, Al)	Отсутствует
Сменные элементы, время эксплуатации	Отсутствуют	Fe, Al – анод, 10–20 дней	Ti – анод 5–10 лет
Режим эксплуатации	Непрерывный	Периодический	Непрерывный
Тип получаемого твердого отхода, содержание воды	Пульпа, 99 % влажности	Пульпа, 99 % влажности	Флотоконцентрат, 94–96 % влажности

Преимущества представленной технологии:

1) компактность, надежность в эксплуатации, простота монтажа, обслуживания и автоматизации, минимальные эксплуатационные затраты модульных установок;
2) получение очищенной воды высокого качества как для повторного использования в технических целях, так и сброса в соответствии с жесткими требованиями ПДК;
3) организация оборотного водоснабжения транспортных предприятий;
4) возможность увеличить производительность ОУ за счет модульности исполнения очистных сооружений без замены существующего оборудования в случае расширения производственных мощностей предприятия. Номинальная производительность установки 5 м^3/ч.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Глава 1

1. Наше общее будущее: доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР); под ред. С.А. Евтеева и Р.А. Перелета [Электронный ресурс]. – URL: https://www.un.org/ru/ga/pdf/ brundtland.pdf
2. Цели ООН в области устойчивого развития [Электронный ресурс]. – URL: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals
3. Обзор цели № 9 устойчивого развития. Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям [Электронный ресурс]. - URL: https://www.un.org/ sustainabledevelopment /ru/infrastructureindustrialization
4. Индикаторы устойчивого развития России (эколого-экономические аспекты); под ред. С.Н. Бобылева, П.А. Макеенко. - М.: ЦПРП, 2001. – 220 с.
5. Цели устойчивого развития в Российской Федрации - статистический ежегодник [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage /mediabank/SDG_in_Russia_2019_rus.pdf
6. Система глобальных показателей достижения целей в области устойчивого развития и выполнения задач Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года // Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН 6.07.2017 A/RES/71/313 [Электронный ресурс]. - URL: https://ggim.un.org/documents/A_Res_71_313_r.pdf
7. Статус разработки национальных показателей целей устойчивого развития Росстат [Электронный ресурс]. - URL: https://rosstat.gov.ru/ sdg/reporting-status
8. Добровольный национальный обзор хода осуществления Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. - М.: Аналитический центр при Правительстве РФ, 2020. - 235 с.
9. Паспорт национального проекта «Экология» [Электронный ресурс]. – URL http://static.government.ru/media/files/pgU5Ccz2iVew3Aoel5vDGSBjbDn4t7FI.pdf

Глава 2

1. ***Фролов, А.В.*** Управление техносферной безопасностью: учеб. пособие / А.В. Фролов, А.С. Шевченко. - М.: РУСАЙНС, 2016. - 268 с.
2. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие / В.А. Акимов [и др.]. - М.: Деловой экспресс, 2002. - 368 с.
3. Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах. Утв. приказом

Ростехнадзора России от 13.05.2015 №188 [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200133801
4. Методические указания по выполнению расчетно-графической работы Анализ и оценка риска аварии на опасном производственном объекте / Сост.: А.Б.Елькин. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2019. - 9 с.

Глава 3

1. Экологическая доктрина Российской Федерации Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 августа 2002 г. n 1225- p [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/901826347
2. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утверждены президентом Российской Федерации 30 апреля 2012 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902388109
3. Конституция Российской Федерации (принята референдумом 12.12.93, с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 1 июля 2020 года) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/
4. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.94 № 51-ФЗ (ред. от 10.01.2003) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/
5. Водный кодекс Российской Федерации от 16.11.95 № 167-ФЗ (ред. от (ред. от 31.12.2005) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8366/
6. Лесной кодекс Российской Федерации (с изменениями на 9 марта 2021 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902017047
7. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2021) [Электронный ресурс]. – URL: https://sudact.ru/law/gradostroitelnyi-kodeks/
8. Земельный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 20 апреля 2021 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/744100004
9. Федеральный закон от 21.02.1992 № 2395-1 (ред. от 08.12.2020) «О недрах» (с изменениями на 8 декабря 2020 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/9003403
10. Федеральный закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ (ред. от 09.11.2020) «О безопасности» [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902253576
11. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ (ред. от 09.03.2021) «Об информации, информационных технологиях и защите информации» (с

изменениями на 9 марта 2021 года) [Электронный ресурс]. – URL: ttps://docs.cntd.ru/document/901990051?marker=8P00LS
12. Федеральный закон от 23.02.1995 № 26-ФЗ (ред. от 08.12.2020) «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах» (с изменениями на 8 декабря 2020 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/9011488
13. Федеральный закон от 14.03.95 № 33-ФЗ (ред. от 30.12.2020) «Об особо охраняемых природных территориях» [Электронный ресурс]. – URL: https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-14031995-n-33-fz-ob/
14. Федеральный закон от 24.04.95 № 52-ФЗ «О животном мире» (ред. от 08.12.2020) [Электронный ресурс]. – URL: https://legalacts.ru/doc/ federalnyi-zakon-ot-24041995-n-52-fz-o/
15. Федеральный закон от 19.05.1995 № 82-ФЗ (ред. от 30.12.2020) «Об общественных объединениях» [Электронный ресурс]. – URL: https://legalacts.ru/doc/FZ-ob-obwestvennyh-obedinenijah/
16. Федеральный закон от 21.11.1995 №170-ФЗ (ред. от 08.12.2020) «Об использовании атомной энергии» [Электронный ресурс]. – URL: https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-21111995-n-170-fz-ob/
17. Федеральный закон от 23.11.95 № 174-ФЗ (ред. от 15.04.98) «Об экологической экспертизе» [Электронный ресурс]. – URL: https://base.garant.ru/ 10108595/
18. Федеральный закон от 30.11.95 № 187-ФЗ (ред. от 13.07.2020) «О континентальном шельфе Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: https://base.garant.ru/10108686/
19. Федеральный закон от 30.03.99 № 52-ФЗ (ред. от 13.07.2020) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [Электронный ресурс]. – URL: https://base.garant.ru/12115118/
20. Федеральный закон от 04.05.99 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (ред. от 08.12.2020) [Электронный ресурс]. – URL: https://base.garant.ru/12115550/
21. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 9 марта 2021 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/901808297

Глава 4

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 9 марта 2021 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/901808297
2. ***Батенков, В.А.*** Охрана биосферы: учебно-метод. пособие. / В.А. Батенков. - Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2002. - 193 с.

Глава 5

1. Почвы и земельные ресурсы // О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году: - государственный доклад. - М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. - С. 178-201.
2. Постановлением Правительства Российской Федерации от 13 декабря 2017 года № 1544 «О внесении изменений в Государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы» (с изменениями на 6 сентября 2018 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/556099836?marker=65C0IR
3. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 (ред. от 07.03.2019) «О проведении рекультивации и консервации земель» (вместе с «Правилами проведения рекультивации и консервации земель») [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_302235/
4. ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель» [Электронный ресурс]. – URL: https://gostbank.metaltorg.ru/gost/13587/
5. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (с изменениями на 20 апреля 2021 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/744100004
6. ГОСТ 17.4.3.02-85. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ [Электронный ресурс]. – URL: https://rags.ru/gosts/gost/29224/
7. Приказ Минстроя России от 30.12.2016 № 1034/пр (ред. от 10.02.2017) «Об утверждении СП 42.13330 «СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/456054209
8. Озеленение населённых мест: справочник / В. И. Ерохина [и др.]. - М.: Стройиздат, 1987. - 480 с.
9. СП 403.1325800.2018 Территории производственного назначения. Правила проектирования благоустройства [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/552449884
10. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25 сентября 2007 г. № 74 «О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (с изменениями и дополнениями от 25 апреля 2014 г.) [Электронный ресурс]. – URL: https://base.garant.ru/12158477/

11. ***Борзенко, А.А. /*** Применение биологических прудов для доочистки сточных вод в Курской области / А.А. Борзенко, М.В. Куман, Д.И. Лукьянчиков // Ученые записки Курского гос. ун-та. - 2010. - № 1 - С. 94-101.
12. ***Верещагина, И.Ю. /*** Искусственное биоплато в арктических широтах / И.Ю. Верещагина, Н.В. Василевская // Экология производства. – 2004. – № 4. – С. 18-21.
13. Использование ризосферы для очистки сточных вод / В.Н. Диас [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2015. - Т. 5. - № 3. - С. 10-21.
14. Биоплато как способ доочистки дренажных вод города и сточных вод промышленных предприятий / М.Л. Калайда [и др.] // Изв. вузов. Сер. Проблемы энергетики. - 2009. - № 7-8. - С. 123-129.
15. Экологические методы управления искусственными водоемами, применяемыми в системах водоснабжения и водоотведения / Л.С. Келль [и др.] // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. - 2017. - № 1. - С. 12-23.
16. Фиторемедиационные технологии в защите гидросферы: монография / Л.Н. Ольшанская [и др.] // Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2011. - 136 с.
17. Водно-болотная очистка сточных вод / С.Ю. Семенов [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. - 2008. - № 1. - С. 37-38.
18. ***Сивкова, Е.Е.*** Использование технологии «constructed wetlands» для очистки сточных вод малых населённых пунктов и предприятий / Е.Е. Сивкова, С.Ю. Семенов // Вестник Томского гос. ун-та. Биология. - 2010. - №4 (12). - С. 123-130.
19. ***Тимофеева, С.С.*** Биотехнология обезвреживания сточных вод // Химия и технология воды. - 2001.- № 5.- С. 525-532.
20. ***Щеголькова, Н.М.*** Фитосистемы для очистки сточных вод: современное решение экологических проблем / Н.М. Щеголькова // Перспектива XXI. - 2015. - №2. - С. 46-54.

Глава 6

1. ***Масленникова, И. С.*** Экологический менеджмент: учеб. пособие / И. С. Масленникова, Л.М.Кузнецов, В.Н. Пшенин. - СПб., 2005. – 200 с.
2. ***Бочкарев, В.В.*** Теоретические основы технологических процессов охраны окружающей среды // В.В. Бочкарев. - Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2012. - 320 с.
3. ***Батенков, В.А.*** Охрана биосферы: учебно-методич. пособие / В.А. Батенков. - Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2002. - 193 с.
4. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы; под ред. Т.В. Гусевой.- М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007.-192 с.

5. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 9 марта 2021 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/901808297
6. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (ред. от 07.04.2020 г.) [Электронный ресурс]. – URL: https://base.garant.ru/12112084/#friends
7. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 22.05.2017 г. № 242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» (с изменениями на 2 ноября 2018 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://base.garant.ru/12112084/#friends
8. Федеральный закон от 4 мая 2011 г. № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» (редакция, действующая с 1 января 2021 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://base.garant.ru/12185475/
9. Постановление Правительства РФ от 26 декабря 2020 г. № 2290 «О лицензировании деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400060744/
10. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 года № 3 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [Электронный ресурс]. – URL: https://base.garant.ru/4179201/
11. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов, утверждена Министерством строительства РФ 05.11.1996 г. [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200006959
12. Государственный реестр объектов размещения отходов [Электронный ресурс]. - URL: http://rpn.gov.ru/node/23163.
13. Кадастр отходов [Электронный ресурс]. - URL: http://rpn.gov.ru/node/856.
14. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 08.12.2020 № 1029 «Об утверждении порядка разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение» (Зарегистрирован 25.12.2020 № 61834) [Электронный ресурс]. - URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012280025

15. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 г. № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» (с изменениями на 24 января 2020 года) [Электронный ресурс]. - URL: https://docs.cntd.ru/document/420375216
16. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (с изменениями на 20 апреля 2021 года) [Электронный ресурс]. - URL: https://docs.cntd.ru/document /901807667

Глава 7

1. ***Молвина, Л.И.*** Обеспечение экологической безопасности производственной деятельности: учеб. пособие / Л.И. Молвина, А.Б. Елькин. – Нижний Новгород: НГТУ им.Р.Е.Алексеева, 2013. – 147 с.
2. ***Масленникова, И. С.*** Экологический менеджмент: учеб. пособие / И. С. Масленникова, Л.М.Кузнецов, В.Н. Пшенин. - СПб., 2005. – 200 с.
3. ***Аникин, Н.И.*** Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: учеб. пособие / Н.И. Аникин. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. - 292 с.

Глава 8

1. ***Колесников, В. А.*** Электрофлотационная технология очистки сточных вод промышленных предприятий / В. А. Колесникова, В.И. Ильин, Ю. И. Капустин. - М., 2007. - 304 с.
2. ***Проскуряков, В. А.*** Очистка нефтепродуктов и нефтесодержащих вод электрообработкой / В.А. Проскуряков, О.В. Смирнов. - СПб., 1992.-110 с.
3. ***Богдановский, Г. А***. Сборник задач по экологической химии: учеб.-метод. пособие / Г.А. Богдановский, Е.В. Новоселова, О.Т. Кутепова. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2002. - 82 с.

Смирнова Валентина Михайловна
Макеев Игорь Серафимович
Елькин Анатолий Борисович
Ивашкин Евгений Геннадьевич

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОСФЕРЫ: проблемы и управление

Редактор **Т.В. Третьякова**
Компьютерная верстка авторов

Подписано в печать 21.07.2021. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать трафаретная Усл. печ. л. 15,0.
Тираж 100 экз. Заказ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева.
Типография НГТУ.
Адрес университета и полиграфического предприятия:
603950, г. Н. Новгород, ул. К. Минина, 24.