

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Омский государственный технический университет»

В. Д. Венцель, В. С. Сердюк, С. В. Янчий

ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Учебное пособие

Омск
Издательство ОмГТУ
2010

УДК 574(075)
ББК 20.1я73
В 29

Рецензенты:

Д. С. Алешков, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой
«Безопасность жизнедеятельности» ГОУ ВПО СибАДИ;

С. А. Ковалев, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой
«Безопасность жизнедеятельности» ГОУ ВПО ОмГУ им. Ф. М. Достоевского

Венцель, В. Д.

В 29 **Основы промышленной экологии и природопользования:**
учеб. пособие / В. Д. Венцель, В. С. Сердюк, С. В. Янчий. – Омск: Изд-во
ОмГТУ, 2010. – 136 с.

ISBN 978-5-8149-0973-2

В учебном пособии рассматриваются основы природоохранного права, законодательные и нормативные акты в области охраны и защиты окружающей среды, виды и источники загрязнения окружающей среды, методы очистки выбросов в атмосферу и загрязненных вод, система обращения с отходами производства и потребления.

Предназначено для студентов вузов и слушателей профессиональной переподготовки, изучающих дисциплину «Промышленная экология».

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Омского государственного технического университета*

**УДК 574(075)
ББК 20.1я73**

ISBN 978-5-8149-0973-2

© ГОУ ВПО «Омский государственный
технический университет», 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА	12
1.1. Общие понятия.....	12
1.2. Право природопользования. Виды прав на природные объекты и ресурсы.....	16
1.3. Государственное управление в области охраны окружающей среды.....	17
1.4. Ответственность за экологические правонарушения	23
1.5. Экономический механизм охраны окружающей среды	29
1.6. Международно-правовой механизм охраны окружающей среды	30
Глава 2. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА АТМОСФЕРУ	32
2.1. Виды и источники загрязнения окружающей среды, опасные факторы воздействия на геосферу и биоту	32
2.2. Рассеяние загрязняющих веществ в атмосфере	39
2.3. Оценка степени загрязнения атмосферы вредными веществами. Санитарно-гигиенические показатели загрязнения атмосферы	41
2.4. Требования в области охраны окружающей среды при установлении защитных и охранных зон.....	44
2.5. Основные методы защиты биосферы от промышленных выбросов	48
Глава 3. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ГИДРОСФЕРУ	57
3.1. Общие сведения о водных ресурсах	57
3.2. Оценка качества водной среды	59
3.3. Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы	62
3.4. Водное законодательство.....	63
3.5. Сточные воды предприятий и населенных пунктов	67
Глава 4. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛИТОСФЕРУ	73
4.1. Общие сведения о литосфере	73
4.2. Нормирование качества литосферы.....	76
4.3. Особо охраняемые территории	77
4.4. Охрана литосферы	78
Глава 5. ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ	81
5.1. Общие понятия об отходах	81
5.2. Установление класса опасности отходов	86

5.3. Паспортизация опасных отходов и ведение их первичного учета.....	87
5.4. Лицензирование деятельности по обращению с опасными отходами	89
5.5. Разработка проекта нормативов образования отходов.....	90
5.6. Лимиты на размещение отходов и плата за размещение	92
Глава 6. ШУМ И ВИБРАЦИЯ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ	94
6.1. Шум в окружающей среде.....	94
6.2. Вибрация и окружающая среда.....	97
Глава 7. ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	98
7.1. Теоретические сведения о радиации	98
7.2. Нормы радиационной безопасности.....	101
Глава 8. ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ.....	108
8.1. Характер воздействия электромагнитных полей на биологические объекты.....	108
8.2. Формирование уровня адаптации к воздействию ЭМИ.....	113
8.3. Нормирование ЭМИ и меры защиты	116
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	132

ВВЕДЕНИЕ

В новом тысячелетии человечество столкнулось с крайне обострившимися противоречиями между своими растущими потребностями и неспособностью биосферы удовлетворить их. Развитие науки и техники, технологии обеспечило рост материальных благ людей, но одновременно приблизило глобальную экологическую катастрофу.

В современном сложном и многообразном мире проблемы окружающей среды (О.С.), состояние среды обитания, здоровья населения приобретают первостепенное значение. Многие из этих проблем переросли в масштаб глобальных, они затрагивают самые основы цивилизации и во многом определяют возможности выживания человечества и биоты в целом.

Напомним, что к числу важнейших глобальных проблем относятся:

- быстрый рост численности населения Земли;
- возможности обеспечения населения продовольствием;
- ограниченность запасов углеводородного топлива;
- охрана природной среды от разрушительного антропогенного воздействия.

Кроме того, серьезными экологическими проблемами стали:

- загрязнение атмосферы (биосферы);
- изменение физических, химических, биологических качеств планеты;
- изменение экосистем и ухудшение здоровья населения.

Эти проблемы возникли не сразу, они нарастали в связи с ускоренными темпами преобразования жизненных условий и соответственно увеличения с потребностей человека, а медленный темп естественной эволюции биоты в целом и определили нынешнее экологическое состояние на Планете.

Известно, что население Земли во времена Римской империи составляло 150 млн. человек, а к 1840 году достигло 1 млрд. чел. Пятый миллиард в XX столетии народился всего за 12 лет. Сейчас нас 6,5 млрд., а к 2030 году прогнозируется рост численности населения до 9–10 млрд. человек. Причем ожидается удвоение населения Эфиопии, Индии, Нигерии, некоторых других стран, которые уже сегодня относятся к числу небогатых стран с ограниченными продовольственными ресурсами. Следовательно, возрастет миграция, а проблемы миграции проявляются уже сегодня в виде локальных конфликтов в отдельных странах, т.е. рост народонаселения и ограниченность продовольственных ресурсов – это глобаль-

ные проблемы всего человечества, которые должны решаться на международном уровне.

В последние десятилетия все более остро ставится вопрос об ограничении использования углеводородов (угля, нефти, газа, торфа) в качестве топлива. Во-первых, эти ресурсы ограничены, во-вторых, их вклад в загрязнение атмосферы посредством выбросов очень значителен. Альтернатива – использование нетрадиционных источников энергии, ресурсы которых неограничены (энергии ветра, энергии волн, приливов и отливов, солнечной энергии, энергии геотермальных вод и атомной энергии).

Сегодня мы уже ощутимо испытываем последствия так называемого «парникового эффекта», суть которого в том, что некоторые из выбрасываемых различными предприятиями газов на больших высотах образуют некую оболочку, которая пропускает к Земле коротковолновый спектр солнечной энергии, но не пропускает обратно в космос длинноволновую часть тепловой энергии Земли (существуют и другие версии причин «глобального потепления»). Поэтому наблюдается рост средней температуры на планете, тают «вечные» льды и снега, являющиеся одной из «кладовых» пресной воды, наблюдается постепенное повышение уровня Мирового океана, что, в свою очередь, может повлечь затопление обширных территорий на всех континентах. Кроме того, замедляется и изменяет свое направление течение Гольфстрим, обуславливающее погодные условия на западном побережье Африки и в европейской части Евразии. Сквозь ослабевшую массу теплого воздуха на юг прорываются холодные циклонические массы, что влечет изменения климата на этих территориях. Так же следует учесть, что постепенное продвижение дальше на север границы вечной мерзлоты представляет собой серьезную угрозу зданиям и сооружениям, построенным исходя из этих условий. Это только некоторые из возможных негативных последствий «глобального потепления».

Человек постоянно находится под воздействием множества факторов, рождаемых природой, социальной и искусственно созданными средами. Соответственно и каждое его действие отзывается во всех этих средах.

Мощность средств воздействия на природную среду удваивается в последние годы за 12–15 лет. Только за 25 лет с начала Второй мировой войны загрязненность атмосферы возросла на 70 %, а что касается биосферы, то если 400 лет назад она теряла примерно по 1 виду млекопитающих и птиц за 3 года, то сейчас – за 8 месяцев.

Рассчитано, что если мы хотим добиться устойчивости (т.е. хотя бы остановить рост этих негативных явлений), то сделать это необходимо в ближайшие 40–50 лет. Это значит остановить рост численности населения, снизить в три раза выбросы загрязняющих веществ (З.В.) в атмосферу

(добиться снижения выбросов до 2 млн. тонн в год), перейти максимально на ресурсосберегающие технологии, принять международную систему регулирования отношений между человеком и природой, которые будут соответствовать принимаемым во всех странах законодательным и нормативным актам в области охраны окружающей среды.

Организационно-правовые основы по обеспечению охраны окружающей среды в значительной мере решают проблему гармонизации взаимодействия человека с окружающей средой. Эта проблема является комплексной, требующей для своего решения усилий в различных направлениях: техническом, организационном, административном, экономическом, социальном. Правовая база решения этой комплексной проблемы должна опираться на строгие юридические нормы.

В России из числа действующих нормативных актов в этой области следует прежде всего выделить *Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7 – ФЗ «Об охране окружающей среды»* [1]. Это комплексный нормативный акт, ориентированный на складывающиеся в нашей стране рыночные отношения и предусматривающий решение следующих задач:

- охрана окружающей среды, а через нее охрана здоровья человека;
- предупреждение вредного воздействия хозяйственной или иной деятельности;
- оздоровление окружающей среды путем улучшения ее качества.

Ведущим принципом данного Закона является научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов.

Работоспособность данной системы нормативов поддерживается тремя факторами:

- соответствием современному уровню науки и техники и международным стандартам;
- утверждением специально уполномоченными органами государства;
- обязательностью данных нормативов для всех хозяйствующих субъектов и ответственностью предприятий, организаций и граждан за их исполнение.

Закон предъявляет экологические требования к объектам экономики в трех уровнях:

- к хозяйствующим субъектам;
- стадиям хозяйственного процесса (планирование, проектирование, размещение, строительство, ввод в эксплуатацию, эксплуатация объектов);
- видам хозяйственного воздействия (сельское хозяйство, мелиорация, энергетика, строительство населенных пунктов и т.д.).

Центральной темой Закона является человек, охрана его жизни и здоровья от неблагоприятного воздействия окружающей среды, вызванного экономикой. В Законе человек представлен не только как субъект активной преобразовательной деятельности, но и как объект отрицательных последствий его хозяйственной работы. В нем выделен особый раздел, где характеризуется право граждан на здоровую и благоприятную среду.

Механизм реализации Закона сочетает в себе экономические методы хозяйствования с административно-правовыми мерами обеспечения качества окружающей среды.

Система экономического стимулирования (плата за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ, захоронение отходов, пользование природными ресурсами и др.) дополняется в Законе мерами административно-правового воздействия:

- экологической экспертизой;
- экологическим контролем;
- ответственностью за экологические правонарушения.

В соответствии с ФЗ № 7, *охрана окружающей среды* – деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий.

Качество окружающей среды – состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью.

Благоприятная окружающая среда – окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов.

Негативное воздействие на окружающую среду – воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды. Это воздействие в широком смысле можно классифицировать следующим образом:

- ингредиентное загрязнение как совокупность веществ, количественно и качественно чуждых растительному и животному миру данной местности;
- параметрическое загрязнение, связанное с изменением качественных параметров окружающей среды;

– биоценотическое загрязнение, заключающееся в воздействии на состав и структуру популяций живых организмов;

– социально-деструктивное загрязнение, представляющее собой изменение ландшафтов экологических систем в процессе природопользования, связанное с оптимизацией природы в интересах человека.

Экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

Нормативы в области охраны окружающей среды (далее также – природоохранные нормативы) – установленные нормативы качества окружающей среды и нормативы допустимого воздействия на нее, при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.

Нормативы качества окружающей среды – 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. Они устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в целях сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов.

В целях определения критериев безопасности и (или) безвредности воздействия химических, физических и биологических факторов на людей, растения и животных, особо охраняемые природные территории и объекты, а также в целях оценки состояния атмосферного воздуха устанавливаются *гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха* и *предельно допустимые уровни физических воздействий* на него.

Гигиенический норматив качества атмосферного воздуха – критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое максимальное содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека.

Экологический норматив качества атмосферного воздуха – критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое максимальное содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на окружающую природную среду.

Качество атмосферного воздуха – совокупность физических, химических и биологических свойств атмосферного воздуха, отражающих сте-

пень его соответствия гигиеническим нормативам качества атмосферного воздуха и экологическим нормативам качества атмосферного воздуха.

К нормативам качества окружающей среды 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.

При установлении нормативов качества окружающей среды учитываются природные особенности территорий и акваторий, назначение природных объектов и природно-антропогенных объектов, особо охраняемых территорий, в том числе особо охраняемых природных территорий, а также природных ландшафтов, имеющих особое природоохранное значение.

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду – нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды.

Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду – нормативы, которые установлены в соответствии с величиной допустимого совокупного воздействия всех источников на окружающую среду и (или) отдельные компоненты природной среды в пределах конкретных территорий и (или) акваторий и при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие. Особое место среди этих нормативов занимает *ПДН – предельно допустимые нагрузки* на природную среду (количество посетителей за одну экскурсию по заповеднику, нагрузка скота на единицу пастбищных угодий и т.п.).

В соответствии с ФЗ № 7 (ст. 22), в целях предотвращения негативного воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности для юридических и физических лиц – природопользователей устанавли-

ваются следующие нормативы допустимого воздействия на окружающую среду:

- 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 Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации в целях охраны окружающей среды.

За превышение установленных нормативов допустимого воздействия на окружающую среду субъекты хозяйственной и иной деятельности, в зависимости от причиненного окружающей среде вреда, несут ответственность в соответствии с законодательством.

Нормативы допустимых выбросов и сбросов химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов – нормативы, которые установлены для субъектов хозяйственной и иной деятельности в соответствии с показателями массы химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов, допустимых для поступления в окружающую среду от стационарных, передвижных и иных источников в установленном режиме и с учетом технологических нормативов, при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

Нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов устанавливаются для стационарных, передвижных и иных источников воздействия на окружающую среду субъектами хозяйственной и иной деятельности исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, нормативов качества окружающей среды, а также технологических нормативов.

Глава 1. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА

1.1. Общие понятия

Любые общественные отношения должны осуществляться посредством правового регулирования. И сегодня экологическое право является самостоятельной юридической дисциплиной, одной из отраслей права, прошедшей свой этап формирования и развития. Кроме того, экологическое право является наукой и учебной дисциплиной. С принятием и вступлением в силу Федерального закона «Об охране окружающей среды», интенсивным развитием земельного законодательства, проведением административной реформы органов государственной власти Российской Федерации за последние два года наступил новый этап в развитии экологического права. Сегодня наступил процесс «экологизации» отдельных отраслей права.

Эффективными *средствами обеспечения соблюдения экологических требований законодательства* могут быть только нормы международного, административного, уголовного, гражданско-правового законодательства, принимаемые и изменяемые с учетом анализа судебной практики, а также иного практического опыта применения норм экологического права лицами, участвующими в процессе природопользования.

Экологическое право можно определить как совокупность правовых норм, регулирующих общественные (экологические) отношения в сфере взаимодействия общества и природы в интересах сохранения и рационального использования окружающей природной среды для настоящих и будущих поколений.

Предмет экологического права делят на три составные части:

1) природоохранное право (или природоохранительное право), которое регулирует общественные отношения по поводу охраны экологических систем и комплексов, общих природоохранных правовых институтов, решения концептуальных вопросов всей окружающей среды. Назначением этой части является обеспечение регулирования всего природного дома, естественного жилища людей в комплексе;

2) природоресурсное право, которое регулирует общественные отношения по предоставлению отдельных природных ресурсов в пользование, а также вопросы их охраны и рационального использования земли, ее недр, вод, лесов, животного мира и атмосферного воздуха;

3) нормы других самостоятельных отраслей права, обслуживающие общественные отношения, связанные с охраной окружающей среды, объ-

единяемые задачей защиты окружающей среды (нормы административного права, уголовного права, нормы международного права).

Методом экологического права является способ воздействия на общественные отношения. Выделяются следующие методы:

– *экологизации* (проявление общеэкологического подхода ко всем без исключения явлениям общественного бытия, проникновение глобальной задачи охраны окружающей среды во все сферы общественных отношений, регулируемые правом);

– *административно-правовой и гражданско-правовой* (первый исходит из неравного положения субъектов права – из отношений власти и подчинения, второй основан на равенстве сторон, на экономических инструментах регулирования);

– *историко-правовой и прогностический* (обоснование надежности принимаемых правовых и экономических мер, возможно, с учетом социальных и иных изменений, недопущение повторения ошибок, знание будущих состояний, процессов и явлений).

В первоочередном порядке охране подлежат естественные экологические системы, природные ландшафты и природные комплексы, не подвергшиеся антропогенному воздействию.

Система экологического права – это совокупность институтов экологического права, расположенных в определенной последовательности.

Объектами экологического права является то, по поводу чего совершается правовое регулирование. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» относит к объектам охраны окружающей среды:

– земли, недра, почвы;

– поверхностные и подземные воды;

– леса и иную растительность, животных и другие организмы и их генетический фонд;

– атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство.

В России представлены экосистемы девяти биомов: полярные пустыни, арктические и субарктические тундры, лесотундры, тайга, широколиственные леса, лесостепи, степи, полупустыни и пустыни. Около 69 % земель России приходится на леса, которые составляют 22 % от площади лесов мира (и 26 % по объему запасов древесины). Второе по площади место среди типов естественных угодий принадлежит природным сенокосам и пастбищам – свыше 4 млн. кв. км. Морские побережья России имеют протяженность около 60 тыс. км. Россия обладает самыми богатыми в ми-

ре ресурсами водно-болотных угодий (около 120 тыс. рек общей длиной 2,3 млн. кв. км болот). В России находятся местообитания многих редких и исчезающих видов растений и животных, включенных в Красную книгу Всемирного союза охраны природы и Красную книгу России (атлантический морж, серый тюлень, белый медведь, редкие виды гусей, казарок, лебедей, хищные птицы и др.), и крупные популяции ряда видов, находящихся на грани исчезновения в иных регионах мира (медведь, волк и др.). Сохранение биоразнообразия *insitu* обеспечивается более чем 15,5 тыс. различных охраняемых природных территорий (разных категорий, режима охраны, уровня управления), общая площадь которых превышает 11% площади страны.

Правоотношение – это возникающее в соответствии с требованиями норм права общественное отношение, участники которого имеют субъективные права и юридические обязанности, гарантируемые государством.

Экологические правоотношения – общественные отношения, возникающие в сфере взаимодействия общества и природы и урегулированные нормами экологического права. Основаниями возникновения правоотношений являются юридические факты.

Юридические факты – это конкретные жизненные факты, с которыми нормы права связывают возникновение, изменение или прекращение правовых отношений. По волевому признаку все юридические факты делятся на события и действия.

События – такие юридические факты, наступление которых не зависит от воли субъектов правоотношения (например, стихийные бедствия). События подразделяются на абсолютные (не зависят от воли кого-либо) и относительные (связаны с действиями человека).

Действия – это факты, которые зависят от сознания и воли людей. Причем бездействие – это пассивное действие с точки зрения юриспруденции. Действия подразделяются на *правомерные (или позитивные)* и *неправомерные (или негативные – что есть правонарушения)*. Надо отметить, что действие – это наиболее распространенное основание возникновения экологических правоотношений.

По содержанию прав и обязанностей все субъекты экологического правоотношения подразделяются на четыре категории:

- 1) природопользователи – носители прав и обязанностей по рациональному использованию природных ресурсов и охране природной среды;
- 2) органы представительной и исполнительной власти, специально уполномоченные органы государства, имеющие право на регулирование

использования природных ресурсов и на контроль за охраной природной среды;

3) общественные объединения экологического профиля;

4) органы судебно-прокурорского надзора, осуществляющие надзор за законностью экологических правоотношений.

Источники экологического права. Нормативные правовые акты являются одним из источников права в науке юриспруденции наряду с другими источниками (правовые обычаи, судебные прецеденты). Нормативные акты подразделяются на две основные группы: законы и подзаконные акты.

Источниками права являются: международные документы, Конституция РФ; конституционные законы; федеральные законы; акты Президента РФ (указы, распоряжения); акты Правительства РФ (постановления, распоряжения); нормативные правовые акты федеральных министерств и ведомств. Законодательство субъектов РФ: конституции, уставы субъектов РФ; законы субъектов РФ; акты глав субъектов РФ; акты органов исполнительной власти субъектов РФ; акты местного самоуправления.

Конституция РФ. Нормы Конституции РФ можно разбить на две группы: первая – непосредственно посвященная экологическим отношениям, вторая – опосредованно участвующая в их регулировании. К первой относятся ст. 9, 36, 42, 58, 72; ко второй – ст. 1, 2, 7, 8, 17–19, 45–48, 57. Согласно Конституции РФ каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации.

Среди относящихся к экологическому праву законов России нужно отметить Федеральный закон «Об охране окружающей среды». Он определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Этот Закон регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую

составляющую окружающей среды, являющуюся основой жизни на Земле, в пределах территории Российской Федерации, а также на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации.

Данный Закон содержит понятия, являющиеся основными понятиями экологического права, и основные принципы охраны окружающей среды, объекты охраны окружающей среды. Законом установлены полномочия органов государственной власти РФ и субъектов РФ в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, полномочия органов местного самоуправления, права и обязанности граждан, общественных объединений и иных некоммерческих объединений в области охраны окружающей среды. В Федеральном законе «Об охране окружающей среды» определены методы экономического регулирования и нормативы в области охраны окружающей среды, а также порядок их установления: нормативы качества окружающей среды, нормативы допустимого воздействия на окружающую среду, нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение, нормативы допустимых физических воздействий на окружающую среду, нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды, нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду. Законом установлены требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, условия охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, животных и других организмов, зеленого фонда городских и сельских поселений, редких и находящихся под угрозой исчезновения почв, задачи государственного экологического мониторинга и экологического контроля. Отдельные главы Закона посвящены научным исследованиям в области охраны окружающей среды, основам формирования экологической культуры, ответственности за экологические правонарушения, международному сотрудничеству в области охраны окружающей среды.

1.2. Право природопользования.

Виды прав на природные объекты и ресурсы

Право природопользования – это институт экологического права, который представляет собой систему норм, регулирующих использование природных ресурсов, совокупность прав и обязанностей, возникающих в связи с использованием природных ресурсов. Речь идет о праве по ис-

пользованию природных объектов и ресурсов для определенных целей, что относится в основном к праву природоресурсному.

В зависимости от основания как критерия для классификации выделяются разные виды права природопользования. Наиболее распространенной в науке экологического права выделяют следующую классификацию права природопользования в зависимости от требования по наличию разрешительной документации: *право общего природопользования и право специального природопользования.*

Право общего природопользования представляет собой право использования природных ресурсов без получения разрешительных документов со стороны государства и иных уполномоченных лиц. *Право специального природопользования* представляет собой право использования природных ресурсов с обязательным получением соответствующих разрешительных документов. Так, к примеру, сбор грибов гражданами в лесу для личного пользования является общим правом природопользования, и для этого не требуется получения каких-либо документов, а вот использование земельного участка для строительства уже требует получения документов как на земельный участок, так и на возведение здания, строения, сооружения.

Можно выделить еще одну классификацию права природопользования. Так, общим критерием, объединяющим право природопользования отдельных природных ресурсов, является срок пользования ими. Таким образом, можно выделить постоянное право природопользования (без определенного срока) и срочное. Срочное делится на долгосрочное и краткосрочное. Выделяется также право ограниченного пользования чужим имуществом (сервитут). Так, существует лесной сервитут, водный сервитут, земельный сервитут.

1.3. Государственное управление в области охраны окружающей среды

Основам управления в области охраны окружающей среды посвящена одноименная гл. II Федерального закона «*Об охране окружающей среды*». Законодатель выделяет полномочия: для органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, а также основы управления в области охраны окружающей среды, осуществляемые органами местного самоуправления.

Охрана окружающей среды и законодательство об охране окружающей среды в соответствии со ст. 72 Конституции РФ находятся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации.

Управление выражается через законотворческую деятельность в области охраны окружающей среды, разработку мероприятий по охране окружающей среды (программ), контроль за исполнением норм в области охраны окружающей среды, нормативных актов всех уровней.

Государственное управление в области охраны окружающей среды выражается в следующих функциях:

1) установление правовых норм, регламентирующих вопросы в области охраны окружающей среды, природоохранительного, природоресурсного законодательства, законодательства об административных правонарушениях в области охраны окружающей среды и природопользования, уголовного законодательства в области экологических преступлений;

2) принятие основ государственной политики в области охраны окружающей среды, экологической безопасности;

3) осуществление контроля в области охраны окружающей среды (государственного экологического контроля);

4) установление нормативов, государственных стандартов в области охраны окружающей среды;

5) государственный учет природных ресурсов и объектов, организация ведения государственных кадастров и мониторинга объектов окружающей среды;

6) экологическая оценка состояния окружающей среды.

Высшими государственными органами, осуществляющими политику в области охраны окружающей среды, являются: Президент РФ, Федеральное Собрание – парламент РФ, состоящее из двух палат: Совета Федерации и Государственной Думы, Правительство РФ, органы исполнительной и законодательной власти субъектов Российской Федерации.

При аппарате Президента РФ существует Межведомственная комиссия Совета безопасности РФ по экологической безопасности, которая образована в соответствии с Законом РФ «О безопасности» и Положением о Совете безопасности Российской Федерации, утвержденным Указом Президента РФ от 3 июня 1992 г. № 547. Межведомственная комиссия является постоянным рабочим органом Совета безопасности Российской Федерации по реализации возложенных на него задач в сфере обеспечения экологической безопасности личности, общества и государства. Среди основных задач и функций Комиссии следует отметить следующие:

– подготовка предложений по вопросам внутренней и внешней экологической политики РФ и стратегических проблем государственной экологической безопасности для рассмотрения в Совете безопасности Российской Федерации;

– оценка внутренних и внешних экологических угроз жизненно важным интересам личности, общества и государства, оценка существующих и потенциальных источников экологической безопасности;

– подготовка предложений по обеспечению экологической безопасности в промышленности, на транспорте, в сельском и других отраслях народного хозяйства, по решению экологических проблем защиты здоровья населения, безопасности уничтожения химического и ядерного оружия, ликвидации зон экологического бедствия и неблагополучия и другим направлениям;

– подготовка проектов решений Совета безопасности РФ по вопросам экологической безопасности и др.

К органам *законодательной власти*, осуществляющим политику государственного регулирования в области охраны окружающей среды, относятся Государственная Дума Федерального Собрания РФ (Комитет Госдумы Федерального Собрания РФ по природным ресурсам и природопользованию, Комитет Госдумы Федерального Собрания РФ по экологии, Комиссия Госдумы Федерального Собрания РФ по проблемам устойчивого развития; Комиссия Госдумы Федерального Собрания РФ по рассмотрению правовых вопросов пользования недрами на условиях раздела продукции), Совет Федерации Федерального Собрания РФ (Комитет Совета Федерации Федерального Собрания РФ по науке, культуре, образованию, здравоохранению и экологии, Комитет Совета Федерации Федерального Собрания РФ по природным ресурсам и охране окружающей среды).

Специальными органами, осуществляющими управление в области охраны окружающей среды, являются: Министерство природных ресурсов Российской Федерации, Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, Федеральное агентство водных ресурсов, Федеральное агентство лесного хозяйства, Федеральное агентство по недропользованию. Следует отметить также Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору, а также иные органы, опосредованно участвующие в данном направлении, а также органы государственной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления.

Федеральная служба по надзору в сфере природопользования является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции

по контролю и надзору в сфере природопользования. Данная служба осуществляет контроль и надзор:

- в области охраны, использования и воспроизводства объектов животного мира и среды их обитания (кроме объектов охоты и рыболовства);
- в области организации и функционирования особо охраняемых природных территорий федерального значения;
- за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр;
- за состоянием, использованием, охраной, защитой лесного фонда и воспроизводством лесов;
- за использованием и охраной водных объектов;
- за соблюдением законодательства Российской Федерации и международных норм и стандартов в области морской среды и природных ресурсов внутренних морских вод, территориального моря и в исключительной экономической зоне;
- за рациональным использованием минеральных и живых ресурсов на континентальном шельфе;
- за безопасностью гидротехнических сооружений (соблюдением норм и правил безопасности), кроме гидротехнических сооружений промышленности, энергетики и судоходных гидротехнических сооружений.

Эта служба осуществляет государственный земельный контроль в пределах своей компетенции в отношении земель водного фонда, лесного фонда, земель лесов, не входящих в лесной фонд, и особо охраняемых природных территорий, а также:

- выдает установленные Положением лицензии в области использования природных ресурсов;
- организует и проводит государственную экологическую экспертизу;
- осуществляет ведение Красной книги Российской Федерации;
- осуществляет ведение кадастра особо охраняемых природных территорий федерального значения и т.д.

Федеральное агентство водных ресурсов является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению федеральным имуществом в сфере водных ресурсов.

Федеральное агентство лесного хозяйства является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по реализации государственной политики, оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере лесного хозяйства.

Федеральное агентство по недропользованию является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере недропользования.

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по принятию нормативных правовых актов, контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды в части, касающейся ограничения негативного техногенного воздействия (в том числе в области обращения с отходами производства и потребления), безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами, охраны недр, промышленной безопасности, безопасности при использовании атомной энергии (за исключением деятельности по разработке, изготовлению, испытанию, эксплуатации и утилизации ядерного оружия и ядерных энергетических установок военного назначения), безопасности электрических и тепловых установок и сетей (кроме бытовых установок и сетей), безопасности гидротехнических сооружений на объектах промышленности и энергетики, безопасности производства, хранения и применения взрывчатых материалов промышленного назначения, а также специальные функции в области государственной безопасности в указанной сфере.

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору является:

- органом государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии;
- специально уполномоченным органом в области промышленной безопасности;
- органом государственного горного надзора;
- специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы в установленной сфере деятельности;
- органом государственного энергетического надзора;
- специально уполномоченным органом в области охраны атмосферного воздуха.

Руководство деятельностью *Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору* осуществляет Правительство Российской Федерации.

На сегодняшний день помимо Прокуратуры РФ и прокуратур субъектов РФ имеются специализированные органы по надзору за соблюдением

экологического законодательства. Речь идет о *природоохранных прокуратурах*.

Прокуратура РФ является единой федеральной централизованной системой органов, осуществляющих от имени РФ надзор за соблюдением Конституции РФ и исполнением законов, действующих на территории РФ. Создание и деятельность на территории РФ органов прокуратуры, не входящих в единую систему Прокуратуры РФ, не допускаются. В систему прокуратуры субъектов РФ входят также приравненные к ним специализированные прокуратуры.

К специализированным прокуратурам в области обеспечения исполнения природоохранительного законодательства относятся соответствующие природоохранные прокуратуры. Природоохранные прокуратуры осуществляют надзор как за деятельностью соответствующих государственных органов, осуществляющих регулирование вопросов, связанных с охраной окружающей среды, так и за деятельностью хозяйствующих субъектов, физических и юридических лиц.

В последнее время в МВД России стали образовываться новые структурные подразделения в области охраны окружающей среды – так называемая *экологическая милиция*. Содержанием природоохранной деятельности органов милиции является:

- предупреждение и пресечение экологических правонарушений и в особенности преступлений;
- надзор за техническим состоянием автотранспортных средств; участие в надзоре за соблюдением санитарных норм и правил;
- борьба с браконьерством и другими нарушениями правил охоты и рыболовства;
- расследование экологических преступлений, отнесенных к компетенции органов внутренних дел;
- охрана объектов природы или природных комплексов;
- участие в ликвидации последствий природных и техногенных аварий и катастроф;
- оказание помощи природоохранным органам, органам санитарно-эпидемиологического надзора и другим органам при исполнении ими возложенных на них обязанностей.

Еще одной из основных государственных функций в области охраны окружающей среды, осуществляемой по единой государственной системе в РФ, является экологический мониторинг.

Видами государственного мониторинга являются: фоновый, социально-гигиенический, мониторинг водных объектов, экологический мониторинг состояния внутренних морских вод и территориального моря, мониторинг состояния исключительной экономической зоны, мониторинг атмосферного воздуха, мониторинг состояния недр, мониторинг экологической системы озера Байкал, мониторинг земель, мониторинг мелиорированных земель, мониторинг лесов, мониторинг объектов животного мира, мониторинг радиационно-опасных объектов и территорий и ряд других.

1.4. Ответственность за экологические правонарушения

Система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, является контролем в области охраны окружающей среды (экологическим контролем) (ст. 1 Федерального закона «Об охране окружающей среды»).

Экологический контроль может быть не только государственным. В соответствии с законодательством выделяются следующие виды экологического контроля:

- государственный экологический контроль;
- производственный экологический контроль;
- муниципальный экологический контроль;
- общественный экологический контроль.

Выделяют также общий экологический контроль, осуществляемый высшими органами государственной власти и управления, и специальный – проводимый органами, уполномоченными в области охраны окружающей среды.

Права, обязанности и ответственность государственных инспекторов в области охраны окружающей среды определены в ст. 66 Федерального закона «Об охране окружающей среды». Среди них можно выделить следующие: посещать в целях проверки организации, объекты хозяйственной и иной деятельности независимо от форм собственности, в том числе объекты, подлежащие государственной охране, оборонные объекты, объекты гражданской обороны, знакомиться с документами и иными необходимыми для осуществления государственного экологического контроля материалами; 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; приостанавливать хозяйственную и иную деятельность юридических лиц 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; иные определенные законодательством полномочия.

Деяния, представляющие собой повышенную общественную опасность, входят в составы экологических преступлений, за которые установлена уголовная ответственность уголовным законодательством РФ.

Уголовная ответственность может наступить не только за оконченное преступление, но и за попытку его совершения, за приготовление и покушение на преступление.

Объект экологического преступления – компонент природной среды, связанный с окружающим миром, в том числе рассматриваемый как объект собственности или хозяйствования.

Ниже следует перечень экологических преступлений в соответствии с Уголовным кодексом РФ (гл. 26).

1. Статья 248 УК РФ – нарушение правил безопасности при обращении с микробиологическими либо другими биологическими агентами или токсинами. Для применения данной статьи обязательным условием является наличие следующих негативных последствий:

- причинение вреда здоровью человека;
- распространение эпидемий или эпизоотий;
- иные тяжкие последствия, в том числе наступление по неосторожности смерти человека.

2. Статья 249 УК РФ – нарушение ветеринарных правил и правил, установленных для борьбы с болезнями и вредителями растений. Названная статья признает уголовно наказуемыми деяния, выразившиеся в нарушении ветеринарных правил, повлекшие по неосторожности распространение эпизоотий или иные тяжкие последствия; нарушение правил, установленных для борьбы с болезнями и вредителями растений, повлекшее по неосторожности тяжкие последствия.

Эпизоотия – это массовое заражение и заболевание среди животных, способное быстро распространяться и охватывать поголовье животных на больших территориях.

3. Статья 257 УК РФ – нарушение правил охраны рыбных запасов. Преступность этого деяния заключается в производстве лесосплава, строительстве мостов, дамб, транспортировке древесины и другой лесной продукции с лесосек, осуществлении взрывных и иных работ, а равно эксплуатации водозаборных сооружений и перекачивающих механизмов с нарушением правил охраны рыбных запасов, если эти деяния повлекли:

- массовую гибель рыбы или других водных животных;
- уничтожение в значительных размерах кормовых запасов;
- иные тяжкие последствия.

К иным тяжким последствиям относятся: уничтожение мест нереста; нарушение экологического равновесия биосистемы; крупные убытки, связанные с восстановлением качества природной среды и численности водных животных.

4. Статья 259 УК РФ – уничтожение критических местообитаний для организмов, занесенных в Красную книгу РФ.

Критическим местообитанием является территория в определенных границах (водоема, леса, урочища, болота и т.п.), на которой обитают популяции каких-либо занесенных в Красную книгу животных или растений и которая находится в состоянии, близком к невозможному для обитания на ней этих организмов.

5. Статья 262 УК РФ – нарушение режима особо охраняемых природных территорий и природных объектов. Главное отличие данного состава от состава административного правонарушения – причинение значительного ущерба. При этом значительность ущерба зависит от конкретных обстоятельств и определяется при рассмотрении дела с учетом: категорий особо охраняемых природных территорий и объектов; их экономической и социальной значимости; тяжести причиненного вреда; способности природного ресурса к самовосстановлению; стоимости истребленных, поврежденных компонентов природной среды, исчисленной по соответствующим методикам и таксам; их количества и других обстоятельств, повлекших вредные последствия.

6. Статья 246 УК РФ – нарушение правил охраны окружающей среды при производстве работ. Преступность данного деяния заключается в нарушении правил охраны окружающей среды при проектировании, размещении, строительстве, вводе в эксплуатацию и эксплуатации промышлен-

ных, сельскохозяйственных, научных и иных объектов лицами, ответственными за соблюдение этих правил, если это повлекло существенное изменение радиоактивного фона, причинение вреда здоровью человека, массовую гибель животных либо иные тяжкие последствия.

7. Статья 247 УК РФ – нарушение правил обращения экологически опасных веществ и отходов. Сущность данного деяния – производство запрещенных видов опасных отходов, транспортировка, хранение, захоронение, использование или иное обращение радиоактивных, бактериологических, химических веществ и отходов с нарушением установленных правил, если эти деяния:

- создали угрозу причинения существенного вреда здоровью человека или окружающей среды;
- повлекли загрязнение, отравление или заражение окружающей среды, причинение вреда здоровью человека либо массовую гибель животных;
- были совершены в зоне экологического бедствия или в зоне чрезвычайной экологической ситуации;
- повлекли по неосторожности смерть человека либо массовое заболевание людей.

8. Статья 250 УК РФ – загрязнение вод. Статья предусматривает наступление уголовной ответственности за загрязнение, засорение, истощение поверхностных или подземных вод, источников питьевого водоснабжения либо иное изменение их природных свойств, если эти деяния:

- повлекли причинение существенного вреда животному или растительному миру, рыбным запасам, лесному или сельскому хозяйству;
- повлекли причинение вреда здоровью человека или массовую гибель животных;
- были совершены на территории заповедника или заказника либо в зоне экологического бедствия или в зоне чрезвычайной экологической ситуации;
- повлекли по неосторожности смерть человека.

9. Статья 251 УК РФ – загрязнение атмосферы. Данная статья признает преступлением нарушение правил выброса в атмосферу загрязняющих веществ или нарушение эксплуатации установок, сооружений и иных объектов, если эти деяния повлекли:

- загрязнение или иное изменение природных свойств воздуха;
- по неосторожности причинение вреда здоровью человека;
- по неосторожности смерть человека.

Критерии экстремального высокого загрязнения атмосферы воздуха определены в Инструкции о порядке предоставления информации о загрязнении окружающей среды на территории РФ, утвержденной приказом Росгидромета от 3 июня 1994 г. № 63.

10. Статья 254 УК РФ – порча земли. Преступность этого деяния заключается в отравлении, загрязнении или иной порче земли вредными продуктами хозяйственной или иной деятельности вследствие нарушения правил обращения с удобрениями, стимуляторами роста растений, ядохимикатами и иными опасными химическими или биологическими веществами при их хранении, использовании и транспортировке, если они:

- повлекли причинение вреда здоровью человека или окружающей среде;
- совершены в зоне экологического бедствия или в зоне чрезвычайной экологической ситуации;
- повлекли по неосторожности смерть человека.

Отравление почвы есть насыщение ее ядохимикатами или ядовитыми (токсичными) продуктами хозяйственной деятельности, в результате чего земля становится опасной для здоровья людей, животных, насекомых, растений и иных организмов и использование ее может вызвать их гибель.

11. Статья 255 УК РФ – нарушение правил охраны и использования недр. Данный состав преступления образуют нарушения правил охраны и использования недр при проектировании, размещении, строительстве, вводе в эксплуатацию и эксплуатации горно-добывающих предприятий или подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, а равно самовольная застройка площадей залегания полезных ископаемых, если эти деяния повлекли причинение значительного ущерба, при обязательном присутствии и наступлении неблагоприятных последствий.

12. Статья 258 УК РФ – незаконная охота. Деяния могут образовывать состав преступления как при наличии причиненного ущерба, так и по формальным признакам, к которым относятся применение запрещенных средств охоты, охота на запрещенные виды, охота в не предназначенных для этого местах. Преступлением является незаконная охота, если она совершена:

- с причинением крупного ущерба;
- с применением механического транспортного средства или воздушного судна, взрывчатых веществ, газов или иных способов массового уничтожения птиц и зверей;

– в отношении птиц и зверей, охота на которых полностью запрещена;

– на территории заповедника, заказника либо в зоне экологического бедствия или в зоне чрезвычайной экологической ситуации.

13. Статья 260 УК РФ – незаконная порубка деревьев и кустарников. Преступный характер заключается:

– в незаконной порубке, а равно повреждении до степени прекращения роста деревьев, кустарников и лиан в лесах первой группы либо в особо защитных участках лесов всех групп, а также деревьев, кустарников и лиан, не входящих в лесной фонд или запрещенных к порубке, если эти деяния свершены в значительном размере;

– незаконной порубке, а равно повреждении до степени прекращения роста деревьев, кустарников и лиан в лесах всех групп, а также насаждений, не входящих в лесной фонд, если эти деяния совершены: неоднократно; лицом с использованием своего служебного положения; в крупном размере.

Значительным признается исчисленный по установленным таксам ущерб, в двадцать раз превышающий минимальный размер оплаты труда. Крупным ущерб признается, если он превышает минимальный размер оплаты труда в двести раз.

14. Статья 261 УК РФ – уничтожение или повреждение лесов. Согласно данной статье преступлением является уничтожение или повреждение лесов, а равно насаждений, не входящих в лесной фонд: в результате неосторожного обращения с огнем или иными источниками повышенной опасности; путем поджога или иным общеопасным способом; в результате загрязнения вредными веществами, отходами, выбросами или отбросами.

К правонарушителям в области административного производства применяются следующие виды административных наказаний: *штраф, предупреждение, возмездное изъятие орудия совершения или предмета административного правонарушения, конфискация орудия совершения или предмета административного правонарушения; лишение специального права, предоставленного физическому лицу*. Наложение штрафа не освобождает виновных от обязанности возмещения причиненного вреда и устранения последствий административного правонарушения.

1.5. Экономический механизм охраны окружающей среды

Экономический механизм охраны окружающей среды имеет несколько составляющих элементов. *Во-первых*, пользование природными ресурсами является платным. Законодатель регламентирует порядок платежей за пользование землей, недрами, участками лесного фонда и другими природными ресурсами в виде налогов, арендной платы и иных форм, предусмотренных законом в зависимости от права на использование природного ресурса. *Во-вторых*, законом предусматривается порядок возмещения вреда окружающей среде и отдельным природным ресурсам – имущественная ответственность. *В-третьих*, административная ответственность предусматривает порядок оплаты штрафов и их сумму за административные правонарушения в области охраны окружающей среды и природопользования. *В-четвертых*, законом предусмотрено также взимание неналоговых платежей, в частности платы за негативное воздействие на окружающую среду, которая не является также видом ответственности за правонарушения в области охраны окружающей среды и природопользования.

Общие методы экономического регулирования в области охраны окружающей среды содержатся и перечислены в ст. 14 Федерального закона «Об охране окружающей среды».

К методам экономического регулирования в области охраны окружающей среды относятся:

- разработка государственных прогнозов социально-экономического развития на основе экологических прогнозов;
- разработка федеральных программ в области экологического развития Российской Федерации и целевых программ в области охраны окружающей среды субъектов РФ;
- разработка и проведение мероприятий по охране окружающей среды в целях предотвращения причинения вреда окружающей среде;
- установление платы за негативное воздействие на окружающую среду;
- установление лимитов на выбросы и сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов, лимитов на размещение отходов производства и потребления и другие виды негативного воздействия на окружающую среду;
- проведение экономической оценки природных объектов и природно-антропогенных объектов;

- проведение экономической оценки воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду;
- предоставление налоговых и иных льгот при внедрении наилучших существующих технологий, нетрадиционных видов энергии, использовании вторичных ресурсов и переработке отходов, а также при осуществлении иных эффективных мер по охране окружающей среды в соответствии с законодательством РФ;
- поддержка предпринимательской, инновационной и иной деятельности (в том числе экологического страхования), направленной на охрану окружающей среды;
- возмещение в установленном порядке вреда окружающей среде;
- иные методы экономического регулирования по совершенствованию и эффективному осуществлению охраны окружающей среды.

1.6. Международно-правовой механизм охраны окружающей среды

Согласно п. 4 ст. 15 Конституции РФ общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры Российской Федерации являются составной частью ее правовой системы. Если международным договором Российской Федерации установлены иные правила, чем предусмотренные законом, то применяются правила международного договора. Данное положение устанавливает, что в систему источников права Российской Федерации входят также нормы международного права, которые при этом обладают приоритетом перед нормами внутригосударственного права Российской Федерации. Следует подчеркнуть, что к правовой системе Российской Федерации относятся не все существующие международные договоры, а только те, в которых участвует Российская Федерация.

Практически в любом внутригосударственном законе Российской Федерации содержатся положения в виде отдельных статей о приоритете международных норм над текстом самого федерального закона, регламентирующие определенные общественные отношения.

Среди основных принципов современного международного права публичное международное право выделяет в том числе принцип международной защиты окружающей среды. «Важнейшим подтверждением существования принципа можно считать появление нового состава международного преступления против окружающей среды – экоцида. Составы его содержатся в Конвенции о запрещении военного или любого иного враж-

дебного воздействия на природную среду 1977 г., в Конвенции о запрещении обычного оружия неизбирательного действия 1980 г., Протокол III. В рамках ООН, других универсальных международных организаций – ИМО, ИКАО, ЮНЕСКО – созданы специальные органы, занятые мониторингом окружающей среды и обладающие правом принятия мер, обеспечивающих выполнение международных договоренностей. Особую роль среди них занимает ЮНЕП – Программа ООН по окружающей среде».

Стокгольмская Декларация ООН от 16 июня 1972 г. об окружающей человека среде провозгласила, что сохранение и улучшение качества окружающей человека среды является важной проблемой, влияющей на благосостояние народов и экономическое развитие всех стран мира; это является выражением воли народов всего мира и долгом правительств всех стран. Декларация провозгласила также ряд принципов, имеющих важное значение.

1. Природные ресурсы Земли, включая воздух, землю, флору и фауну, и особенно репрезентативные образцы естественных экосистем, должны быть сохранены на благо нынешнего и будущих поколений путем тщательного планирования и управления по мере необходимости.

2. Введение в окружающую среду токсических веществ или других веществ и выброс тепла в таких количествах или концентрациях, которые превышают способность окружающей среды обезвреживать их, должны быть прекращены, с тем чтобы это не наносило серьезного или непоправимого ущерба экосистемам. Необходимо поддерживать справедливую борьбу народов всех стран против загрязнения.

3. Государства принимают все возможные меры для предотвращения загрязнения морей веществами, которые могут поставить под угрозу здоровье человека, нанести вред живым ресурсам и морским видам, нанести ущерб удобствам или создать препятствия для других законных видов использования морей.

4. В соответствии с Уставом ООН и принципами международного права государства имеют суверенное право разрабатывать свои собственные ресурсы согласно своей политике в области окружающей среды и несут ответственность за обеспечение того, чтобы деятельность в рамках их юрисдикции или контроля не наносила ущерба окружающей среде других государств или районов за пределами действия национальной юрисдикции.

5. Человек и окружающая его среда должны быть избавлены от последствий применения ядерного и других видов оружия массового унич-

тожения. Государства должны стремиться к скорейшему достижению договоренности в соответствующих международных органах о ликвидации и полном уничтожении таких видов оружия.

Среди источников международного экологического права можно также назвать следующие: Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г. (МАРПОЛ) (Лондон, 2 ноября 1973 г.); Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения от 3 марта 1973 г. (СИТЕС); Конвенция об охране морских живых ресурсов Антарктики от 20 мая 1980 г. (Канберра); Конвенция ООН по морскому праву от 10 декабря 1982 г. (Монтего-Бей); Венская конвенция о защите озонового слоя от 22 марта 1985 г.; Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением 1989 г.; Рамочная конвенция ООН об изменении климата (Нью-Йорк, 9 мая 1992 г.); Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата (Киото, 11 декабря 1997 г.).

Глава 2. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА АТМОСФЕРУ

2.1. Виды и источники загрязнения окружающей среды, опасные факторы их воздействия на геосферу и биоту

Атмосфера – газовая оболочка Земли, компоненты которой распределены неравномерно. В зависимости от температуры выделяют несколько зон, расположенных на различных высотах. Самый близкий к Земле слой – *тропосфера* – располагается до высот 10...12 км над уровнем моря (температура изменяется с увеличением высоты с +40 градусов Цельсия до –50 градусов). Выше располагается слой толщиной около 40 км – *стратосфера* (температура около –50 градусов), а еще выше – *мезосфера* (температура –70 градусов). За мезосферой расположена *термосфера*, не имеющая определенной верхней границы и температура там достигает +1600 градусов.

Атмосфера является жизненной средой и выполняет функцию защиты жизни от воздействия открытого космоса. Так, озоновый и ионный слои атмосферы снижают воздействие космических и рентгеновских излучений, ограничивают проникновение ультрафиолетовых и инфракрасных

лучей и др. В то же время атмосфера пропускает достаточное количество солнечной энергии, необходимой для осуществления реакции синтеза, освещения поверхности Земли.

Все негативные процессы на планете происходят под воздействием двух факторов: естественного (природного) и искусственного (техногенного) происхождения.

Природные факторы существовали всегда, проявляли себя с различной периодичностью и в разной местности неодинаково, однако они не оказывали столь заметного влияния на качество среды обитания, как это происходит с факторами техногенного характера.

Одним из основных факторов, влияющих на качество среды обитания, является *загрязнение окружающей среды* – поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду; *загрязняющее вещество* – вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные нормы для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

В соответствии с *Федеральным законом от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»* [2], атмосферный воздух является жизненно важным компонентом окружающей природной среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных. Настоящий Федеральный закон устанавливает правовые основы охраны атмосферного воздуха и направлен на реализацию конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о ее состоянии.

Загрязнение атмосферного воздуха – поступление в атмосферный воздух или образование в нем вредных (загрязняющих) веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха.

Вредное физическое воздействие на атмосферный воздух – вредное воздействие шума, вибрации, ионизирующего излучения, температурного и других физических факторов, изменяющих температурные, энергетические, волновые, радиационные и другие физические свойства атмосферного воздуха, на здоровье человека и окружающую природную среду.

Охрана атмосферного воздуха – система мер, осуществляемых органами государственной власти Российской Федерации, органами государ-

ственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, юридическими и физическими лицами в целях улучшения качества атмосферного воздуха и предотвращения его вредного воздействия на здоровье человека и окружающую природную среду.

По характеру происхождения выделяют источники загрязнения О.С. естественного и антропогенного (искусственного) характера.

По воздействию на организмы и экосистемы загрязнители О.С. подразделяют:

- на механические;
- химические;
- радиоактивные;
- биологические;
- шум и вибрация;
- электромагнитного характера;
- информационного характера.

Исходя из классификации, легко определить целую гамму источников и загрязнителей.

Так, многие природные явления либо сами являются источниками загрязняющих веществ, либо способствуют их распространению (ветровые явления, осадки, вулканы, гейзеры и т.п.). Кроме того, некоторые внезапно «проснувшиеся» вулканы из-за мощных и длительных выбросов вызывают небольшое похолодание на всей планете, длящееся 1–2 года.

Что касается антропогенных загрязнителей, то видов, источников и самих загрязняющих веществ (ЗВ) великое множество. Наиболее опасные среди них – это химические, биологические и радиоактивные источники.

Наиболее распространенный из химических загрязнителей – углекислый газ CO_2 , и хотя он входит в состав атмосферы (азот – 78 %; кислород – 21 %; CO_2 – 0,03 %, др. газы – 0,9 %), его переизбыток поступления в атмосферу относит его к загрязнителям, так как уже при его концентрации 0,1% затрудняется дыхание, а при концентрации 4 % – это смертельная опасность.

Сжигая кислород из воздуха мы одновременно выбрасываем в атмосферу различные соединения, опасные в той или иной мере. Например, человек потребляет в сутки в среднем ~500 л кислорода, а выдыхает углекислый газ. В целом за год растения поглощают и усваивают около 200 млрд. т CO_2 ($3 \div 3,6$ т/год с га) и выделяют около 150 млрд. т O_2

(1,8÷5 т/год с га), однако, в процессе окисления сбрасываемой листвы и другой органики поглощается около 50 % кислорода.

Статья 50 Закона «Об охране окружающей среды» особо отображает необходимость охраны окружающей среды от негативного биологического воздействия. В частности, запрещаются производство, разведение и использование растений, животных и других организмов, не свойственных естественным экологическим системам, а также созданных искусственным путем, без разработки эффективных мер по предотвращению их неконтролируемого размножения, положительного заключения государственной экологической экспертизы, разрешения федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих государственное управление в области охраны окружающей среды, иных федеральных органов исполнительной власти в соответствии с их компетенцией и законодательством Российской Федерации.

Должны соблюдаться требования в области охраны окружающей среды, природоохранные нормативы, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций микроорганизмов, государственные стандарты и иные нормативные документы в области охраны окружающей среды.

Юридические и физические лица, осуществляющие деятельность, связанную с возможностью негативного воздействия микроорганизмов на окружающую среду, должны соблюдать требования в области охраны окружающей среды, природоохранные нормативы, государственные стандарты и иные нормативные документы в области охраны окружающей среды. В связи с чем, они обязаны обеспечивать экологически безопасное производство, транспортировку, использование, хранение, размещение и обезвреживание микроорганизмов, разрабатывать и осуществлять мероприятия по предотвращению аварий и катастроф, предупреждению и ликвидации последствий негативного воздействия микроорганизмов на окружающую среду.

Биологическое загрязнение также связывают с распространением различных вирусных инфекций, возможным проявлением действия бактериологического оружия и т. п.

Все источники ионизирующих излучений можно разделить на три группы:

- *природные* – это космическое излучение и естественно-радиоактивные нуклиды, содержащиеся в земной коре и объектах окружающей среды;
- *техногенные* – это источники, образующиеся за счет добычи урансодержащих, т.е. локального изменения распределения естественных ис-

точников радиации, что приводит к изменению радиационного воздействия в отдельных условиях жизнедеятельности;

– *антропогенные* – это источники радиации, созданные человеком (рентгеновские аппараты и другая специальная медицинская техника, ускорители, ядерные реакторы, термоядерные установки, искусственно-радиоактивные радионуклиды, приборы с источниками ионизирующего излучения и т.п. аппараты).

Электромагнитное насыщение образуется вблизи мощных электрических и радиочастотных источников (радаров, мощных волновых ЛЭП, трансформаторов и силовых кабелей, источников мощных магнитных полей). Этот вид загрязнения О.С. оказывает влияние на биоту, изменяет её структуру и свойства. Поэтому под ЛЭП и на нормируемом, в зависимости от величины напряжения, расстоянии от крайнего провода существует так называемая охранный зона, в которой не рекомендуется выращивать с/х растения и не должны длительное время находиться люди или животные.

Проблема *шума* актуальна, в основном, в городах и на производстве. Источники шума – автотранспорт, рельсовый транспорт (до 93 дБ на расстоянии 7,5 м от электропоезда), воздушный транспорт (90÷100 дБ в районе аэропорта), промышленные установки, станочное оборудование и т. д. Шум определенной силы, тона, стимулирует процесс мышления. Однако основной диапазон звуковых колебаний ведет к постепенной потере слуха, сокращает продолжительность жизни на 10÷12 лет. Неожиданный звук вызывает усиленное сердцебиение и повышает кровяное давление. Непрерывный шум вызывает сужение периферических кровеносных сосудов и приток крови к мышцам и мозгу. Шум уменьшает продолжительность и глубину сна. С возрастом повышается чувствительность людей к шумам.

Вибрация может быть общей (воздействует на весь организм) и локальной (воздействует на отдельные части тела). В результате воздействия может развиваться профессиональное заболевание – *виброблезнь*.

Для защиты населения установлены санитарные нормы допустимых уровней и спектров шума и вибрации, определены меры, направленные на снижение шума и вибрации от различных источников.

Понятие «*информационное загрязнение*» появилось сравнительно недавно, и суть его в том, что через средства массовой информации можно «зомбировать» человека на выполнение какого-то определенного действия. Результатом такого «зомбирования» могут быть различные психические расстройства. На телевидении, например, известна технология «25-го кадра» (при норме 24 кадра в секунду), а также использование

особых цветов экрана в сочетании с любым сюжетом. Например, в Японии несколько лет назад около 300 детей попали в больницу с симптомами психического расстройства после просмотра вроде бы обычного мультфильма.

Таким образом, источники загрязнения – это особые объекты производственной деятельности человека, а также явления природы, которые нарушают естественное состояние О.С. и приносят в атмосферу, водные ресурсы, почву и органический мир загрязнение или иное воздействие.

Наиболее подвержена воздействию загрязнителей атмосфера, но это оказывает свое влияние на всю геосферу и качество здоровья биоты; кроме того, наносит урон зданиям, сооружениям, металлоконструкциям, памятникам и т.п. объектам, портятся ткани, кожа, резина и др. материалы, выводятся из с/х оборота целые площади сельхозугодий, падает цена и ценность с/х земель. Многие загрязнители растворяются в воде, попадают в почву и пищевую цепочку, оказывая свое вредное воздействие в той или иной мере.

Атмосфера – рассеиватель, но и переносчик различного вида загрязнений. Процессы, в ней происходящие, в современный период создают следующие ситуации:

- резкие изменения погоды и постепенное изменение климата;
- возникновение опасных концентраций вредных примесей;
- температурные инверсии и кислородный голод в крупных городах;
- значительные превышения допустимого уровня шума в городах;
- разрушение озонового слоя атмосферы;
- значительный ущерб зданиям, сооружениям и др. объектам, конструкциям, материалам, что может привести к аварийной ситуации либо катастрофе.

Загрязнителем может быть любой физический агент, химическое вещество и биологический вид (главным образом микроорганизмы), попадающие в окружающую среду или возникающие в ней в количествах, выходящих за рамки своей обычной концентрации – предельных естественных колебаний или среднего природного фона в рассматриваемое время.

В Омске основное загрязнение воздушного бассейна создают: энергетика – 51 %; нефтехимическая промышленность – 30,9 %; автомобильный транспорт – 19,4 %. В количественном отношении в городе выбрасывается свыше 400 тыс. тонн вредных веществ в год.

В нашей стране повышенная кислотность осадков ($pH = 4-5,5$) отмечается в отдельных промышленных регионах. Наиболее неблагоприятны-

ми городами являются города: Березняки, Тюмень, Тамбов, Архангельск, Вологда, Петрозаводск и еще около 30 других городов и населенных пунктов.

Выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарным источником допускается на основании *разрешения*, выданного территориальным органом федерального органа исполнительной власти в области охраны окружающей среды, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды, в порядке, определенном Правительством Российской Федерации. Запрещается выброс в атмосферный воздух веществ, степень опасности которых для жизни и здоровья человека и для окружающей природной среды не установлена.

Вредные физические воздействия на атмосферный воздух допускаются на основании разрешений, выданных в порядке, определенном Правительством Российской Федерации.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 30 июля 2004 г. № 401, порядок выдачи и форма разрешений на выбросы вредных (загрязняющих) веществ устанавливаются Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору. Разрешением на выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух устанавливаются предельно допустимые выбросы и другие условия, которые обеспечивают охрану атмосферного воздуха.

Порядок выдачи разрешений на выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при эксплуатации транспортных и иных передвижных средств устанавливается федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды.

За выдачу разрешений на выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на атмосферный воздух могут взиматься сборы в соответствии с законодательством Российской Федерации.

При отсутствии разрешений на выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на атмосферный воздух, а также при нарушении условий, предусмотренных данными разрешениями, выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на него могут быть ограничены, приостановлены или прекращены в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

2.2. Рассеяние загрязняющих веществ в атмосфере

Среди процессов, происходящих в атмосферном воздухе при поступлении в него примесей (ЗВ), выбрасываемых различными предприятиями, следует выделить рассеяние этих примесей в атмосферном воздухе, в результате чего происходит снижение их концентраций, причем с увеличением расстояния от точки выброса эти концентрации снижаются до безопасных уровней.

Естественные источники выброса в атмосферу ЗВ (вулканический пепел, дым пожаров, почвенная пыль и т.д.), а также искусственные (выбросы предприятий автотранспорта, нарушение естественного состояния почв распашкой и добычей полезных ископаемых и т.д.) способствуют постоянному поступлению вредных веществ как в приземные слои атмосферы (в своем большинстве), так и в более высокие зоны, вплоть до стратосферы.

По мере удаления от источника выбросов вредные вещества и соединения рассеиваются в атмосфере, за счет циркуляционных процессов переносятся на десятки и даже тысячи километров от места выброса.

Рассеивание выбросов в атмосфере – метод снижения концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы до значений, не превышающих предельно допустимых концентраций, за счет турбулентной диффузии пыле- и газообразных примесей, выбрасываемых в атмосферу через высотные трубы. На процесс рассеивания выбросов существенное влияние оказывают состояние атмосферы, расположение предприятий, характер местности, физические свойства выбросов, высота трубы, диаметр устья и др. Горизонтальное перемещение определяется в основном скоростью ветра, а вертикальное – распределением температур.

Климат – это многолетний режим погод, обусловленный притоком солнечной радиации, характером подстилающей поверхности и связанными с ними влагооборотом и циркуляцией воздуха. Климат определяет первичные условия комфортности проживания в данной местности, формирует режим водных ресурсов, влияет на плодородие почв.

Основные характеристики – температура воздуха и ее перепады, давление, влажность, ветровой режим.

Ландшафтно-географические особенности местности во многом влияют на основные характеристики климата (особенно на характер и подвижность воздуха) и чаще всего слабо способствуют процессу рассеи-

вания ЗВ в атмосфере. Это очень важное обстоятельство необходимо учитывать при размещении населенных пунктов и производств.

Урбанизация природы – превращение естественных ландшафтов в искусственные за счет постройки зданий и сооружений, транспортных и иных магистралей и трубопроводов, ЛЭП, вырубки лесов, добычи полезных ископаемых, освоения земель в с/х целях. Изменение ландшафта оказывает заметное влияние на температурный и ветровой режим местности, изменяет микроклимат, особенно в городах. А в городах проживает в настоящее время около 50 % населения (в 1900 году – 14 %). В Европе – 79 % городского населения. В Латинской Америке 38 городов с населением более 1 млн. жителей (самый крупный – Мехико – 19 млн. чел, 1 место в мире; Сан-Пауло – 18 млн. чел. – 3 место). Самый густонаселенный город Европы – Барселона – 700 чел/га (Париж – 291 чел/га).

Крупные населенные пункты с их инфраструктурой сами по себе являются источниками всевозможных выбросов в атмосферу, но, кроме того, застройка не способствует процессу рассеивания ЗВ.

Между тем рассеивание ЗВ – это вынужденная и необходимая мера, применяемая при невозможности улавливания ЗВ, с целью защиты населения и окружающей среды от вредного влияния компонентов ЗВ.

В промышленности для уменьшения количества выбросов применяют различные методы очистки и улавливания ЗВ перед выбросом их остатков в атмосферу (или сбросом в водные ресурсы). На различных производствах средний уровень улавливания ЗВ из выбросов колеблется от 85 % до 98 %. Более высокого уровня улавливания достичь либо крайне сложно, либо экономически нецелесообразно. В связи с этим часть загрязняющих веществ приходится выбрасывать в атмосферу.

Для улучшения рассеивания ЗВ, уменьшения влияния на качество окружающей среды эти выбросы происходят через так называемые *организованные источники выбросов* – как правило, это трубы различного диаметра и высоты, специальной формы, через которые естественной тягой или принудительно выбрасываются ЗВ. Чем выше труба, тем лучше условия для выноса из жилой зоны и рассеивания вредных примесей. Однако необходимо учитывать, что на любом производстве имеются и неорганизованные источники выбросов – через неплотности оборудования, открытые окна и двери, проемы в цехах и т.п. часть выбросов и ЗВ рассеивается слабо и в приземных слоях атмосферы, что наиболее опасно для окружающего пространства и населения.

Источники загрязнения воздушного пространства промышленными выбросами могут быть классифицированы следующим образом.

По назначению:

- *технологические*, содержащие отходящие газы после их улавливания на установках;
- *вентиляционные* – местные отсосы и общеобменная вентиляция.

По месту расположения:

- *незатененные* (высокие) или точечные, удаляющие загрязнения на высоту, превышающую здание в 2,5 раза;
- *затененные* (низкие) на высоте менее 2,5 высоты здания; *наземные* – открыто расположенное технологическое оборудование.

По геометрической форме:

- *точечные* (трубы, шахты и т.п.);
- *линейные* (аэрационные фонари, окна, факела и т.д.).

По режиму работы: *непрерывного и мгновенного действия; залповые и мгновенные.*

По дальности распространения: *внутриплощадные, внеплощадные.*

2.3. Оценка степени загрязнения атмосферы вредными веществами. Санитарно-гигиенические показатели загрязнения атмосферы

Если взять в целом историческую эпоху до сравнительно недавнего времени, когда превалировали естественные источники загрязнения, то очевидно, что атмосфера (и гидросфера) изменялись незначительно и очень медленно. Вследствие этого все живое на планете успело адаптироваться к изменяющимся условиям, и потому процессы самосохранения организмов противостояли тем возможным воздействиям, связанным с химическими, физическими, биологическими изменениями окружающей среды.

Таким образом, если загрязняющие вещества в атмосфере и иных средах не оказывают никакого вредного влияния, это называется *фоновым загрязнением среды*, а количество ЗВ на единицу объема (веса) называется *фоновой концентрацией ЗВ*.

В целях государственного регулирования выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух устанавливаются *технические нормативы выбросов* и *предельно допустимые выбросы*.

Технические нормативы выбросов устанавливает федеральный орган исполнительной власти в области охраны окружающей среды или другой

уполномоченный Правительством Российской Федерации федеральный орган исполнительной власти по согласованию с федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды для отдельных видов стационарных источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, а также для являющихся источниками загрязнения атмосферного воздуха транспортных или иных передвижных средств и установок всех видов.

Предельно допустимые выбросы устанавливаются территориальными органами федерального органа исполнительной власти в области охраны окружающей среды для конкретного стационарного источника выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и их совокупности (организации в целом).

Максимальное количество ЗВ в единицу объема среды, которое не оказывает отрицательного воздействия на здоровье человека, либо на его потомство при постоянном или временном контакте с ним (ЗВ) называется *предельно допустимой концентрацией ЗВ в среде (ПДК)*.

Для других загрязнителей окружающей среды (различных видов излучений, шума, вибрации т.п.) нормативы устанавливаются в виде предельно допустимых уровней (ПДУ), смысл которых аналогичен понятию ПДК.

Живой организм может противостоять воздействию ЗВ до определенного предела количества (концентрации) ЗВ, а каждому элементу в природе здоровый организм противостоит до определенной степени его концентрации в силу различной степени воздействия этих веществ на организм, поэтому ПДК для каждого элемента или соединения различны. Обычно ПДК выражается в % к объему среды, либо в мг/м³ или мг/л.

В разных странах приняты разные ПДК для одних и тех же веществ или соединений, например для SO₂ ПДК: в США – 4,4 мг/м³, в Германии – 0,75 мг/м³, в России – 0,05 мг/м³.

Установление ПДК и жесткий контроль за соблюдением его норм является основным средством защиты О.С. и человека от вредных выбросов.

ЗВ способны мигрировать из одной среды в другую (атмосфера – осадки – почва – распылитель – продукты питания – биота и человек), поэтому важно контролировать соблюдение норм ПДК на всех этапах, особенно в атмосфере, воде, продуктах питания.

В нормативных, отчетных документах различных служб и инспекций по охране О.С. иногда применяются некоторые разновидности ПДК, ха-

рактизирующие в той или иной мере качество среды и необходимые для оценки ситуации в целом.

ПДК среднесуточная – допустимая степень загрязнения воздуха в течение длительного периода времени без строгого фиксирования его продолжительности. Обычно берутся средние значения за одни или несколько суток.

ПДК среднесменная – допустимая степень загрязнения воздуха в течение 8-часовой рабочей смены.

ПДК разовая – максимальная концентрация ЗВ, относящаяся к периоду времени в 20÷30 мин. и определяющая степень кратковременного воздействия на человека, так как последствия поражения (воздействия) зависят не только от концентрации, но и от длительности воздействия.

ПДК⁴ (ПДК⁵) – максимальная концентрация ЗВ в воздухе по четырем (пяти) основным по количеству или в опасности загрязнителям в течение длительного периода. Применяется, когда остальные ЗВ по объему или опасности незначительны по сравнению с измеряемыми.

Необходимо учесть, что реально в атмосферном воздухе присутствует великое множество вредных веществ и соединений, так называемые примеси, которые в зависимости от токсичности подразделяются на 4 класса опасности. Их воздействие на организм различно, но, очевидно, в этом случае необходимо учитывать их суммарное воздействие. При наличии ингредиентов соответственно с концентрациями C_1, C_2, \dots, C_i и их $ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_i$ суммарная концентрация, допустимая для О.С. в этом случае должна удовлетворять условию:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1. \quad (1)$$

Это важнейшее условие, которое проверяется на случай проектирования и возможного строительства новых производств в населенной местности, а при реальных измерениях на местности или рабочем месте это уравнение определяет *комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха*.

Для достижения этого условия для предприятий, имеющих вредные выбросы расчетным путем, учитывая ландшафтно-климатические условия местности, характер застройки, количество и качество имеющихся выбросов устанавливается норма предельно допустимых выбросов – ПДВ.

При невозможности соблюдения нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов могут устанавливаться *лимиты на выбросы и сбросы*. Они устанавливаются на основе разрешений, дейст-

вующих только в период проведения мероприятий по охране окружающей среды, внедрения наилучших существующих технологий и (или) реализации других природоохранных проектов с учетом поэтапного достижения установленных нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов.

Установление лимитов на выбросы и сбросы допускается только при наличии планов снижения выбросов и сбросов, согласованных с органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды.

Юридические лица, имеющие источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и источники вредных физических воздействий на атмосферный воздух, а также количество и состав выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, виды и размеры вредных физических воздействий на него подлежат государственному учету в порядке, определенном Правительством Российской Федерации.

Государственный контроль за охраной атмосферного воздуха осуществляют федеральный орган исполнительной власти в области охраны окружающей среды и его территориальные органы в порядке, определенном Правительством Российской Федерации.

Лица, виновные в нарушении законодательства Российской Федерации в области охраны атмосферного воздуха, несут уголовную, административную и иную ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Вред, причиненный здоровью, имуществу граждан, имуществу юридических лиц и окружающей природной среде загрязнением атмосферного воздуха, подлежит возмещению в полном объеме и в соответствии с утвержденными в установленном порядке таксами и методиками исчисления размера вреда, при их отсутствии в полном объеме и в соответствии с фактическими затратами на восстановление здоровья, имущества граждан и окружающей природной среды за счет средств физических и юридических лиц, виновных в загрязнении атмосферного воздуха.

2.4. Требования в области охраны окружающей среды при установлении защитных и охранных зон

В связи с проявлением эффекта рассеяния примесей в атмосферном воздухе и в целях обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем, защиты *природных комплексов, природных*

ландшафтов и особо охраняемых природных территорий от загрязнения и другого негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности устанавливаются *защитные и охранные зоны*.

В целях охраны условий жизнедеятельности человека, среды обитания растений, животных и других организмов вокруг промышленных зон и объектов хозяйственной и иной деятельности, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, создаются защитные и охранные зоны, в том числе санитарно-защитные зоны в кварталах, микрорайонах городских и сельских поселений – территории, зеленые зоны, включающие в себя лесопарковые зоны и иные зоны с ограниченным режимом природопользования.

Защита селитебных территорий и других объектов и зон градостроения от воздействия примесей (ЗВ), поступающих в атмосферу вместе с выбросами предприятий или их подразделений, осуществляется свободными территориями – *санитарно-защитными зонами (СЗЗ)*. Это территории определенной протяженности и ширины, располагающиеся между предприятиями (источниками загрязнения) и границами зон жилой застройки.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) отделяет территорию промышленной площадки от жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта с обязательным обозначением границ специальными информационными знаками. Территория санитарно-защитной зоны предназначена:

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

Санитарно-защитная зона должна иметь последовательную проработку ее территориальной организации, озеленения и благоустройства на всех этапах разработки всех видов градостроительной документации, проектов строительства, реконструкции и эксплуатации отдельного предприятия и(или) группы предприятий.

Для действующих предприятий проект организации санитарно-защитной зоны должен быть обязательным документом.

Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03) «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [3] определено, что источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека (загрязнение атмосферного воздуха и неблагоприятное воздействие физических факторов) являются объекты, для которых уровни создаваемого загрязнения за пределами промплощадки превышают ПДК и(или) ПДУ, и(или) вклад в загрязнение жилых зон превышает 0,1 ПДК.

Настоящие требования не распространяются на предприятия, являющиеся источниками ионизирующих излучений.

Расчет СЗЗ регламентируется государственным стандартом. Для объектов, их отдельных зданий и сооружений с технологическими процессами, являющимися источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, в зависимости от мощности, условий эксплуатации, характера и количества выделяемых в окружающую среду загрязняющих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на среду обитания и здоровье человека, в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов устанавливаются следующие размеры санитарно-защитных зон:

- предприятия первого класса – 1000 м;
- предприятия второго класса – 500 м;
- предприятия третьего класса – 300 м;
- предприятия четвертого класса – 100 м;
- предприятия пятого класса – 50 м.

Для автомагистралей, линий железнодорожного транспорта и метрополитена устанавливаются санитарные разрывы. Санитарный разрыв определяется минимальным расстоянием от источника вредного воздействия до границы жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта. Санитарный разрыв имеет режим СЗЗ, но не требует разработки проекта его организации. Величина разрыва устанавливается в каждом конкретном случае на основании расчетов рассеивания загрязнений атмосферного воздуха и физических факторов (шума, вибрации, ЭМП и др.).

Для магистральных трубопроводов углеводородного сырья, компрессорных установок создаются санитарные разрывы (санитарные полосы отчуждения). Минимальные расстояния учитывают степень взрывопожароопасности при аварийных ситуациях и дифференцированы в зависимости от вида поселений, типа зданий, назначения объектов с учетом диаметра трубопроводов.

Величина санитарного разрыва от населенного пункта до сельскохозяйственных полей, обрабатываемых пестицидами и агрохимикатами авиационным способом, должна составлять не менее 2000 м.

Не допускается размещение в санитарно-защитной зоне коллективных или индивидуальных дачных и садово-огородных участков.

При установлении протяженности СЗЗ учитываются господствующие направления ветров, т.е. она может в зависимости от розы ветров иметь различную протяженность в разных направлениях, но в любом случае – не ниже минимальной (нормативной). Размеры СЗЗ могут быть уменьшены за счет технологических мероприятий, например, систем очистки и обезвреживания загрязняющих веществ, снижения влияния иных вредных производственных факторов.

Размеры СЗЗ устанавливаются для промышленных, коммунальных, энергетических предприятий и предприятий по обслуживанию средств транспорта, станций и других объектов автомобильного, воздушного и водного транспорта, железнодорожного, а также метро, трамвайных путей, тоннелей, являющихся источниками неблагоприятных физических факторов, расчетным путем с учетом места расположения источников и характера создаваемого ими шума, инфразвука и других физических факторов. Обоснованность расчетов для установления СЗЗ должна быть подтверждена натурными замерами при приемке в эксплуатацию новых объектов.

Размеры СЗЗ определяются в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормами допустимых уровней шума, инфразвука и других физических факторов на территории жилой застройки и жилых помещений.

В целях защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи (ВЛ), устанавливаются санитарные разрывы. Санитарный разрыв ВЛ устанавливается на территории вдоль трассы высоковольтной линии, в которой напряженность электрического поля превышает 1 кВ/м.

Для вновь проектируемых ВЛ (а также зданий и сооружений) допускается принимать границы санитарных разрывов вдоль трассы ВЛ с горизонтальным расположением проводов и без средств снижения напряженности электрического поля по обе стороны от нее на следующих расстояниях от проекции на землю крайних фазных проводов в направлении, перпендикулярном к ВЛ:

- 20 м – для ВЛ напряжением 330 кВ;
- 30 м – для ВЛ напряжением 500 кВ;

- 40 м – для ВЛ напряжением 750 кВ;
- 55 м – для ВЛ напряжением 1150 кВ.

При вводе объекта в эксплуатацию и в процессе эксплуатации санитарный разрыв должен быть скорректирован по результатам инструментального обследования.

Установление величины санитарно-защитных зон в местах размещения передающих радиотехнических объектов осуществляется в соответствии с действующими санитарными правилами и нормами по электромагнитным излучениям радиочастотного диапазона и методиками расчета интенсивности электромагнитного излучения радиочастот.

2.5. Основные методы защиты биосферы от промышленных выбросов

Универсальных методов защиты биосферы, радикально решающих проблему борьбы с загрязнениями, пока не существует, и только сочетание нескольких научно обоснованных мероприятий в каждом конкретном случае может привести к желаемому эффективному результату.

Рассмотрим известные методы защиты окружающей среды от промышленных загрязнений.

Технологический метод – непосредственное воздействие на технологические процессы, являющиеся источниками загрязнения. При этом проблема устранения загрязнений решается радикально, но их разработка и внедрение связаны с трудоемкими дорогостоящими мероприятиями: реконструкцией предприятий и изменением существующей технологии; значительными капитальными затратами; проведением специальных научно-исследовательских проектно-конструкторских работ; решением сложных технологических и организационных задач не только научно-технического, но и социально-экономического плана.

Организационно-технический метод – уменьшение концентраций и уровней загрязнения на пути их распространения в биосфере. Этот метод предполагает борьбу при помощи технических средств с уже образовавшимся, результате существующего технологического процесса, загрязнением.

Планировочные мероприятия. Этот метод позволяет за счет рационального размещения источников загрязнения снизить их влияние на человека. Промышленное предприятие должно располагаться на возвышенном месте, хорошо продуваемом ветрами. Площадка жилой застройки не должна быть выше предприятия, в противном случае преимущество высо-

ких труб для рассеивания промышленных выбросов практически сводится на нет. Взаимное расположение предприятий и населенных пунктов определяется по средней розе ветров (преимущественному направлению ветров) теплого периода года.

Производственные здания и сооружения промышленных предприятий обычно размещают по ходу производственного процесса. Вместе с тем цехи, выделяющие наибольшее количество вредных веществ, следует располагать на краю производственной территории со стороны, противоположной жилому массиву.

Средства защиты атмосферы. На практике реализуются следующие варианты использования средств защиты атмосферы:

– локализация токсичных веществ в зоне их образования, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах и его возврат в производственное или бытовое помещение;

– локализация токсичных веществ в зоне их образования, очистка загрязненного воздуха, технологических и газовых выбросов или отработанных газов в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере.

Классификация аппаратов очистки вентиляционных и технологических выбросов в атмосферу приведена на рис. 1 [4] .



Рис. 1. Классификация аппаратов очистки вентиляционных технологических газовых выбросов

Основные характеристики пылеуловителей

Размер частиц, мкм	Аппарат	Эффективность очистки
40–1000	Пылеосадительные камеры	до 0,75
5–1000	Циклоны	0,85–0,95
0,05–100	Фильтры тканевые, во- локнистые, мокрые	0,7–0,999
0,01–10	Электрические пылеуловители	до 0,999

Пылеулавливающее оборудование отделяет твердые частицы от газового потока. Выбор метода и аппарата для улавливания пыли в первую очередь зависит от их дисперсного состава.

Широкое применение для сухой очистки газов получили циклоны различных типов, использующие инерционный механизм осаждения пыли.

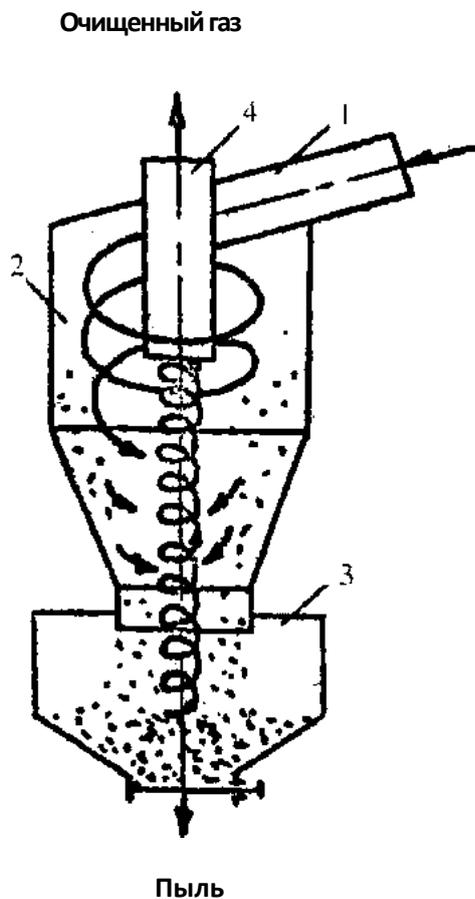


Рис. 2. Циклон

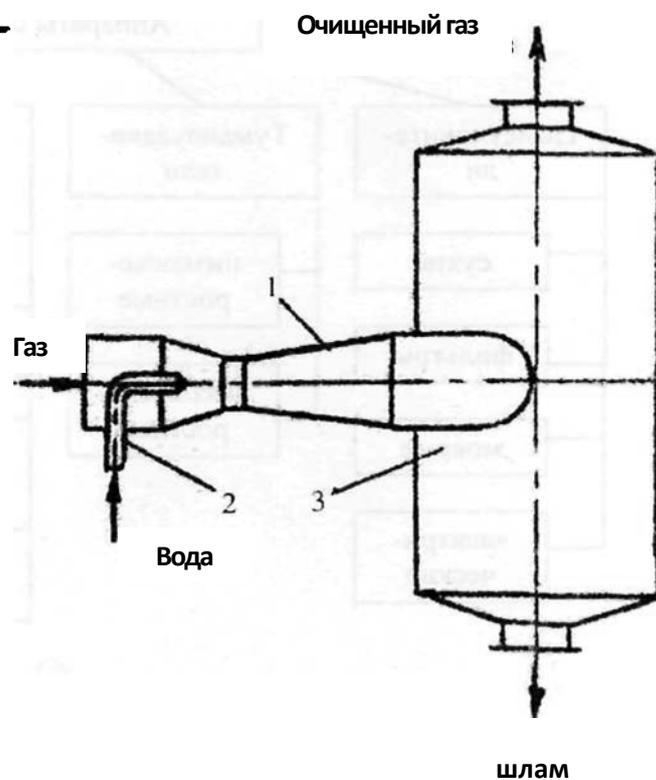


Рис. 3. Скруббер Вентури

Один из них представлен на рис. 2. Газовый поток вводится в циклон через патрубок 1 по касательной к внутренней поверхности корпуса 2 и совершает вращательно-поступательное движение вдоль корпуса к бункеру 3. Под действием центробежной силы частицы пыли образуют на стенке циклона пылевой слой, который вместе с частью газа попадает в бункер. Отделение частиц пыли от газа происходит при повороте газового потока в бункере на 180°. Освободившись от пыли, газовый поток образует вихрь и выходит из бункера, давая начало вихрю газа, покидающему циклон через выходную трубу 4.

Среди *аппаратов мокрой очистки* с осаждением частиц пыли на поверхность капель на практике более применимы скрубберы Вентури (рис. 3). Запыленный поток газа через сопло Вентури 1 подается со скоростью 15–20 м/с. В конфузальной части сопла происходит разгон газа в узкой части сопла до скорости 30–200 м/с, сюда же через центробежную форсунку 2 подводится вода на орошение. В диффузорной части сопла поток тормозится до скорости 15–20 м/с и подается в каплеуловитель 3, выполненный в виде прямого циклона. К недостаткам мокрых пылеуловителей относится образование в процессе очистки шлама, что требует специальных систем для его переработки; вынос влаги в атмосферу; необходимость создания оборотных систем подачи воды в пылеуловитель.

Аппараты мокрой очистки работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхность либо капель жидкости, либо пленки жидкости. Осаждение частиц пыли на жидкость происходит под действием сил инерции и броуновского движения. Броуновское движение характерно для частиц пыли не менее 1 мкм, которые не обладают достаточной кинетической энергией и при сближении обычно огибают капли.

В основе работы *фильтров* лежит процесс задерживания частиц примесей на пористых перегородках фильтроэлементов. Широко используются для изготовления фильтроэлементов различные ткани и войлоки из синтетических волокон, губчатая резина, пенополиуретан стружка, керамика, пористые металлы, гравий и др.

Электрический пылеуловитель. Работа *электрического пылеуловителя* основана на создании сильного электрического поля при помощи выпрямленного тока высокого напряжения, подводимого к коронирующим и осадительным электродам. При прохождении запыленного воздуха через зазор между электродами происходит ионизация молекул воздуха с образованием положительных и отрицательных ионов. Ионы, адсорбируясь на частицах пыли, заряжают их положительно или отрицательно, после чего

пыль оседает на электродах с зарядом противоположного знака. Эти электроды периодически встряхиваются при помощи специального механизма, после чего пыль собирается в бункере, откуда удаляется. Принципиальная схема двухзонного электрофильтра типа ФЭ и РИОН приведена на рис. 4.

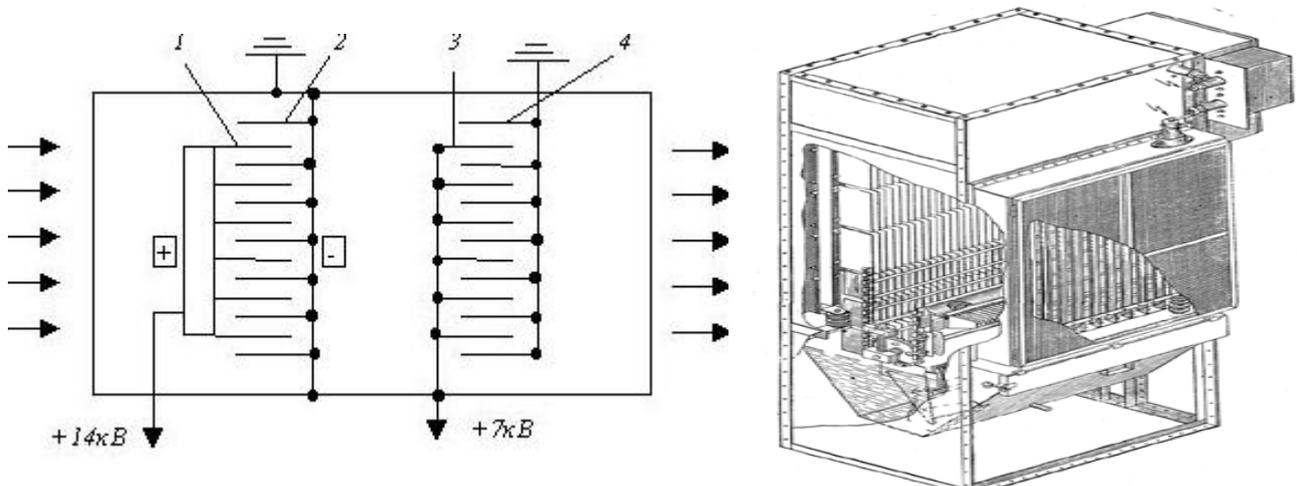


Рис. 4. Двухзонный электрофильтр ФЭ и РИОН:
1 и 2 – положительные и отрицательные электроды соответственно;
3 и 4 – осадительные электроды

В электрофильтре загрязненный воздух со скоростью $V \sim 2$ м/с проходит ионизатор, в состав которого входят положительные 1 и отрицательные 2 электроды. Зарядившиеся частицы пыли воздушными потоками увлекаются в осадитель, представляющий собой систему пластин осадительных электродов 3 и 4, где частицы оседают на пластинках противоположной полярности.

Туманоуловители. Для очистки воздуха от туманов кислот, щелочей, масел и других жидкостей используют волокнистые фильтры, принцип действия которых основан на осаждении капель на поверхности пор с последующим стеканием жидкости под действием сил тяжести.

Туманоуловители разделяют на низкоскоростные (рис. 5) и высокоскоростные (рис. 6).

В пространство между двумя цилиндрами 3, изготовленными из сеток, помещается волокнистый фильтроэлемент 4, который крепится через фланец 2 к корпусу туманоуловителя 1. Жидкость, осевшая на фильтроэлементе, стекает на нижний фланец 5 и затем через трубку гидрозатвора 6 и стакан 7 сливается из фильтра.

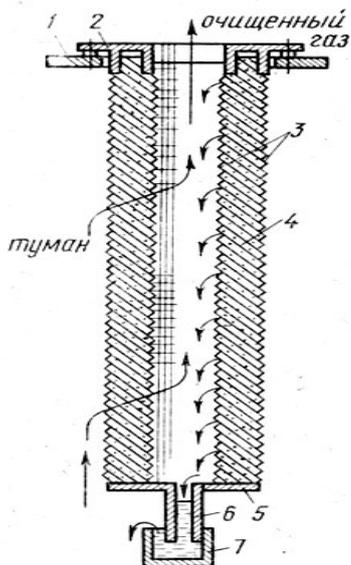


Рис. 5. Фильтрующий элемент низкоскоростного туманоуловителя

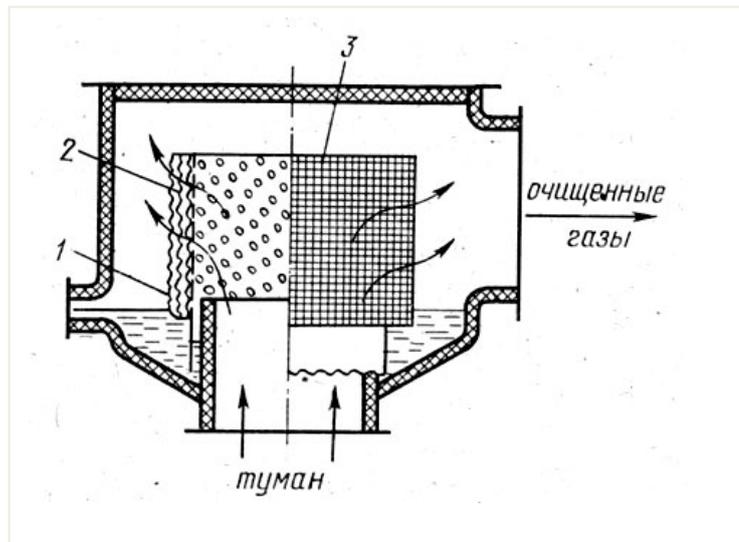


Рис. 6. Высокоскоростной туманоуловитель

Волокнистые низкоскоростные туманоуловители обеспечивают очень высокую эффективность очистки (до 0,999) газа от частиц размером менее 3 мкм и полностью улавливают частицы большего размера. Волокнистые слои формируются набивкой стекловолокна диаметром от 7 до 30 мкм или полимерных волокон (лавсан, ПВХ, полипропилен) диаметром от 12 до 40 мкм. Толщина слоя составляет 5–15 см.

На рис. 6 показана конструкция высокоскоростного волокнистого туманоуловителя с цилиндрическим фильтрующим элементом 1, который представляет собой перфорированный барабан с глухой крышкой. $V_r = 2 - 2,5$ м/с. В барабане установлен глубоко волокнистый войлок 2 толщиной 3–5 мм. Вокруг барабана по его внешней стороне расположен брызгоуловитель 3, представляющий собой набор перфорированных плоских и гофрированных слоев винипластовых лент. Брызгоуловитель и фильтроэлемент нижней частью установлены в слой жидкости. Высокоскоростные туманоуловители имеют меньшие габаритные размеры и обеспечивают эффективность очистки газа от тумана с частицами менее 3 мкм, равную 0,90–0,98 при $\Delta p = 1500 - 2000$ Па. В качестве фильтрующей набивки в таких туманоуловителях используются войлоки из полипропиленовых волокон, которые успешно работают в среде разбавленных и концентрированных кислот (H_2SO_4 , HCl , HF , H_3PO_4 , HNO_3) и крепких щелочей.

Аппараты для улавливания паров и газов. Абсорберы. Метод абсорбции – очистка газовых выбросов от газов и паров, основанная на поглощении последних жидкостью. Решающим условием для применения метода абсорбции является растворимость паров или газов в абсорбенте. Простейшим абсорбентом является вода, которая применяется для удаления из технологических выбросов таких газов, как аммиак, хлористый и фтористый водород, двуокись серы. В качестве абсорбентов, в зависимости от улавливаемого газа, применяют соли натрия, калия, железа, ароматические амины, аммиачные растворы, щелочи, вязкие масла и другие вещества.

Для высокоэффективного протекания процесса абсорбции применяют различные абсорберы: насадочные башни, форсуночные, барботажно-пенные и другие скрубберы. Конструкция простейшей насадочной башни приведена на рис. 7. Загрязненный газ входит в нижнюю часть башни, а очищенный покидает ее через верхнюю, куда при помощи одного или нескольких разбрызгивателей вводят чистый абсорбент, а из низшей отбирают обработанный раствор.

Химически инертные насадки, заполняющие внутреннюю полость колонки, предназначены для увеличения поверхности жидкости, растекающейся по ней в виде пленки. В качестве насадок используют тела различной геометрической формы, выполненные из керамики, фарфора, пластмассы, металла.

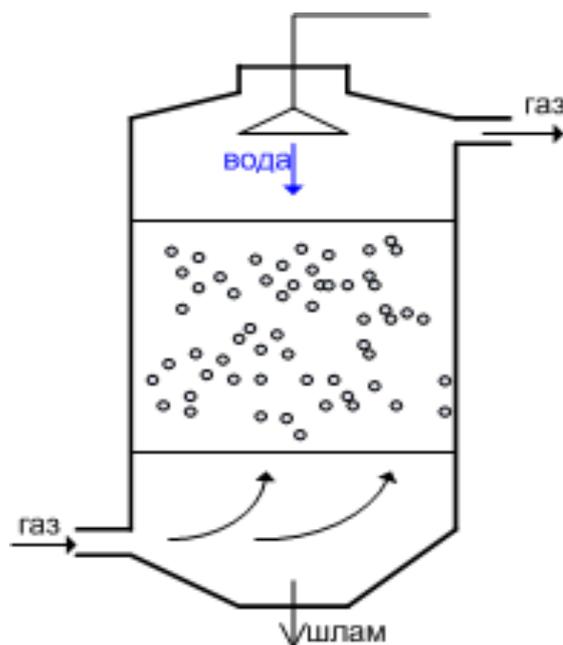
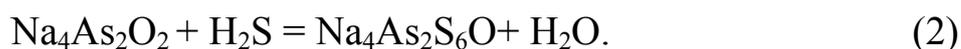


Рис. 7. Фото и конструкция насадочной башни

Отработанный раствор, покидающий абсорбер, обычно подвергают регенерации, десорбируя загрязняющее вещество, возвращают в процесс или выводят в качестве отхода.

Хемосорберы. Метод хемосорбции основан на поглощении газов и паров твердыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений. Примером хемосорбции может служить очистка газовой смеси от сероводорода с применением мышьяково-щелочного раствора. При этом сероводород связывается оксисульфомышьяковой солью, находящейся в водном растворе:



Проводя регенерацию раствора, получают в качестве побочного продукта серу:



Для реализации процесса хемосорбции используют те же аппараты, что и при абсорбции, – насадочные башни, различные типы скрубберов.

Адсорберы. Метод адсорбции основан на способности некоторых тонкодисперсных тел селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты газовой смеси. Адсорбция подразделяется на физическую адсорбцию и хемосорбцию. При физической адсорбции молекулы газа прилипают к поверхности твердого тела под действием межмолекулярных сил притяжения, а при хемосорбции происходит химическое взаимодействие между адсорбентом и адсорбирующим веществом. Адсорберы применяют для очистки воздуха от паров растворителей, эфира, ацетона, различных углеводородов, сернистого ангидрида, паров ртути и т.д. В качестве адсорбентов, в зависимости от вида извлекаемого газа, применяют активированный уголь, авизированный глинозем, силикагель, синтетические цеолиты и другие вещества.

Конструктивно адсорберы выполняются в виде емкостей, заполненных пористым адсорбентом, через который фильтруется поток очищаемого газа. В качестве примера можно привести патроны с адсорбентом, применяемые в фильтрующих респираторах и противогазах.

Термические нейтрализаторы. Термическая нейтрализация основана на способности горючих газов и паров, входящих в состав вентиляционных или технологических выбросов, сгорать с образованием менее токсичных веществ.

Различают три схемы нейтрализации:

- прямое сжигание;
- термическое окисление;
- каталитическое дожигание.

Прямое сжигание используют в тех случаях, когда очищаемые газы обладают значительной энергией, достаточной для поддержания горения.

Примером такого процесса является факельное сжигание горючих отходов. Так нейтрализуют цианистый водород в вертикально направленных факелах на нефтехимических заводах.

Термическое окисление находит применение в тех случаях, когда очищаемые газы имеют высокую температуру, но не содержат достаточно кислорода, или когда концентрация горючих веществ незначительна и недостаточна для поддержания пламени. В первом случае процесс термического окисления проводят в камере с подачей свежего воздуха (дожигания CO , C_nH_m), а во втором – при подаче дополнительно природного газа.

Каталитическое дожигание используют для превращения токсичных компонентов, содержащихся в отходящих газах, в нетоксичные или менее токсичные путем их контакта с катализаторами. На практике в качестве катализаторов используют платину, палладий, оксиды меди, марганца, другие благородные металлы и их соединения. Данным методом обезвреживают оксиды углерода, летучие углеводороды, растворители, отработанные газы. В качестве примера рассмотрим реакцию окисления толуола, содержащегося в газовоздушных выбросах цехов окраски. Реакция протекает в присутствии марганцевой руды при температуре $t = 250\text{--}350\text{ }^\circ\text{C}$:



Каталитические методы очистки применяют и для нейтрализации выхлопных газов автомобилей.

Аппараты многоступенчатой очистки. Одноступенчатые системы не всегда обеспечивают высокоэффективную очистку выбросов. Для повышения эффективности очищаемые газы последовательно пропускают через несколько автономных аппаратов очистки или через один агрегат, включающий несколько ступеней очистки. Многоступенчатую очистку применяют также и в том случае, когда необходима очистка воздуха одновременно от газов и твердых примесей, от твердых примесей и капельной жидкости, от нескольких газов.

Применение конкретных методов и соответствующих аппаратов зависит от вида загрязняющих веществ и от заданной степени очистки воздуха.

Процесс очистки от вредных примесей с применением любого способа очистки характеризуется рядом параметров, основными из которых являются эффективность очистки

$$\eta = (P_{\text{вх}} - C_{\text{вых}})/C_{\text{вх}}, \quad (5)$$

где $C_{\text{вх}}$ и $C_{\text{вых}}$ – массовые концентрации примесей в газе до и после очистки. Если очистка ведется в системе последовательно соединенных аппаратов, то их общая эффективность очистки определяется по формуле

$$\eta = 1 - (1 - \eta_1) (1 - \eta_2) \dots (1 - \eta_n), \quad (6)$$

где $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ – эффективность очистки 1-го, 2-го, ... , n -го аппаратов.

Глава 3. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ГИДРОСФЕРУ

3.1. Общие сведения о водных ресурсах

Гидросфера – водная оболочка Земли, располагающаяся между атмосферой и литосферой и представляющая собой совокупность океанов, морей, озер, прудов, болот, подземных вод, ледников и водяного пара атмосферы. Воды Земли находятся в непрерывном движении. Круговорот воды увязывает воедино все части гидросферы, образуя в целом замкнутую систему. Без гидросферы невозможно существование растений и животных, самого человека.

Гидросфера – глобальный мир воды. Вода играет решающую роль во многих процессах, протекающих в природе, и в обеспечении жизни человека. Так, наличием водных пространств и содержанием водяного пара в атмосфере во многом определяется климат и погода на Земле. Кроме того, когда ученые, исследуя другие планеты, ставят вопрос о том, есть ли еще где-либо в солнечной системе жизнь, первое, на что они обращают внимание – это вода. Без воды жизнь существовать не может.

Водные объекты в зависимости от особенностей их режима, физико-географических, морфометрических и других особенностей подразделяются на *поверхностные и подземные водные объекты*.

Состав гидросферы, которая занимает 3/4 поверхности Земли:

- мировой океан – 96 % всей воды планеты;
- вода суши – реки, озера, болота – 0,02 %; ледники – 2 % воды; подземные воды – 2 %;
- вода в атмосфере – водяной пар, кристаллики льда и т.д.

Вода в природных условиях содержит различные растворенные в ней вещества. В 1 л океанской воды в среднем содержится 35 г соли, что определяет невозможность ее использования в промышленности и с/х.

Оценка запасов пресной воды в настоящее время далека от совершенства, и по данным различных авторов она расходится иногда до 10 раз. Общий объем пресной воды на планете равен 35,029 млн. км³, однако, из этого количества пресных вод – потенциально в ледниковых покровах и в горных ледниках, а более 30 % – в водосточных слоях глубоко под землей.

На долю пресных вод, содержащихся в руслах рек мира и представляющих для нас наибольший интерес, приходится всего 0,006 % от общих запасов пресной воды на Земле, которые составляют около 4 % всей водной массы на Земле.

По общим запасам пресной воды Россия занимает второе место в мире (после Бразилии). Положение осложняется неравномерностью распределения водных ресурсов по территории страны. Основные запасы пресной воды (около 70 %) сосредоточены в Восточной Сибири, тогда как в наиболее густонаселенной местности юга и запада европейской части имеется всего около 18 % запасов пресной воды России. Особо следует отметить озеро Байкал, в котором сосредоточено 26 % мировых запасов озерной пресной воды. По своим запасам и характеристикам это озеро считается уникальным.

Объем потребления пресной воды в мире достигает 400 млрд. м³/год, в Омской области – примерно 800 млн. м³/год. Около половины этого количества потребляется безвозвратно, а другая половина превращается в сточные воды, загрязняя водоемы.

Вода принимает активное участие в физиологических процессах организма. Она является универсальным растворителем газообразных, жидких и твердых веществ, а также участвует в процессах окисления, промежуточного обмена, пищеварения. Растворенные в воде минеральные соли оказывают влияние на поддержание важных биологических констант организма – астматического давления, кислотно-щелочного равновесия. Она является участником процессов гидролиза жиров, углеводов, гидролитического и окислительного дезаминирования аминокислот и др. реакций промежуточного обмена. Суточный баланс воды у человека в организме составляет около 2,5 л. Количество потребляемой воды подвержено значительным колебаниям в зависимости от условий микроклимата и интенсивности выполняемой работы.

Вода входит в состав клетки и составляет 80 % массы тела, эмаль зубов – 10 % воды, в костях – до 20 %.

Тело медузы состоит из воды на 95 %, клетки мозга человека 85 %, кровь – 80 %. У млекопитающих потеря воды, превышающая 10 % массы тела приводит к смерти.

Потеря воды для человека в количестве 10 % от массы тела приводит к нарушению обмена веществ, потеря 15–20 % воды в организме смертельна.

Одним из основных Государственных актов, регламентирующих взаимоотношения человека и гидросферы, является *Водный кодекс Российской Федерации* – ВКРФ [5]. Согласно этому документу *водные ресурсы* – поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах и используются или могут быть использованы.

Использование водных объектов не должно оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Обязателен приоритет использования водных объектов для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения перед иными целями их использования. Предоставление их в пользование для иных целей допускается только при наличии достаточных водных ресурсов.

Для некоторых водоемов характерным является *тепловое загрязнение водных ресурсов* – это вывод из хозяйственного оборота открытых водоемов за счет постоянно повышенной температуры воды (по сравнению с температурой 0.С.). Это явление случается в том случае, когда идет ощутимый для объема водоема сброс в него теплых вод от мощных предприятий. Наиболее яркий пример – АЭС. Один блок АЭС типа Чернобыльской (1 млн. кВт) потребляет более 3 млн. литров в воды минуту, большую часть которой сбрасывает обратно теплой для охлаждения. В результате создается благоприятная среда для развития различных не всегда полезных организмов (так называемые сине-зеленые водоросли и т.п.), уменьшается количество кислорода в воде, водоем постепенно зарастает, рыба и др. организмы исчезают и в целом водоем постепенно выходит из рыбохозяйственного оборота.

3.2. Оценка качества водной среды

Критериями загрязненности воды являются ухудшение ее качественных характеристик вследствие изменения органолептических свойств и появления веществ, вредных для человека, животных, птиц, рыб, кормовых и промысловых организмов, а также повышение температуры воды, изменяющей условия для нормальной жизнедеятельности водных организмов.

Важнейшей водоохраной задачей в условиях промышленной и хозяйственной деятельности общества является установление допустимых нагрузок на водные объекты при водопользовании и водопотреблении.

Водопользование – это использование воды без изъятия ее из мест естественной локализации. В основном водопользователями являются рыбное хозяйство, гидроэнергетика, водный транспорт. Требования потребителей к качеству воды зависят от целей использования. Использование для нужд населения:

– хозяйственно-питьевое использование водных объектов или их участков в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для предприятий пищевой промышленности;

– культурно-бытовое использование водных объектов для спорта, купания и отдыха. К этому виду относятся все водные объекты и их участки в черте населенных мест.

Использование для нужд рыбного хозяйства водоемов рыбохозяйственного назначения (места нерестилищ и массового нагула ценных видов рыб, охранные зоны хозяйств для воспроизводства водообитающих организмов, сохранения и воспроизводства ценных рыб с повышенной чувствительностью к кислороду); для других рыбохозяйственных целей.

Водопотребление – это использование воды, связанное с изъятием ее из мест локализации с частичным или полным безвозвратным расходом или возвращением в источник водозабора в загрязненном состоянии. В результате водопотребления происходит *истощение вод* – постоянное сокращение запасов и ухудшение качества поверхностных и подземных вод.

В результате того что отдельные вещества и микроорганизмы оказывают неблагоприятные воздействия на организм лишь при попадании внутрь, а другие представляют опасность даже при контактном воздействии, для практики приняты различные ограничения. Например, санитарные ограничения регламентируют возможности купания и использования воды в хозяйственных целях при наличии одних веществ и микроорганизмов, но в то же время как санитарно-гигиенические ограничения лимитируют использование воды для питья и приготовления пищи при наличии в них других веществ и микроорганизмов. Поэтому ПДК различных веществ различают *лимитирующим показателем вредности* (ЛПВ). При этом выделяют:

– *органолептический ЛПВ*, изменяющий органолептические свойства воды (цвет, запах, вкус и т.п.);

– *общесанитарный* ЛПВ, влияющий на общесанитарное состояние водоема, в частности, на скорость протекания процессов самоочищения воды;

– *токсикологический* ЛПВ, влияющий на организм человека и водные биоресурсы.

Если в водоем сбрасывается несколько токсичных веществ, то должно выполняться условие:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1, \quad (7)$$

где C_i – концентрация вещества i -го ЛПВ; $ПДК_i$ – $ПДК$ i -го вещества; n – количество веществ данной группы ЛПВ, находящихся в воде.

В зависимости от суммы приведенных $ПДК$, степень загрязнения водных ресурсов классифицируется следующим образом (табл. 2).

Таблица 2

Классификация степени загрязнения водных ресурсов

Суммы приведенных $ПДК$		Степень загрязнения водных ресурсов
органических	санитарно- токсикологических	
1	1	допустимая
1,1÷4	1,1÷3	умеренная
4,1÷8	3,1÷10	высокая
>8	10,1÷100	чрезвычайно высокая

Водоотведение – любой сброс вод, в том числе сточных вод и (или) дренажных вод, в водные объекты. *Сточные воды* – воды, сброс которых в водные объекты осуществляется после их использования на бытовые, производственные, иные нужды, загрязняемые примесями, изменившими их первоначальные характеристики и свойства, или сток которых осуществляется с загрязненной территории. Подразделяются на бытовые, поверхностные, производственные.

Сбросы могут быть *неорганизованными* и *организованными* (если они отводятся через специальные источники, т.е. водопуски). Нормативом на поступление сточных вод в водные объекты является предельно допусти-

мый сброс – ПДС. Под ПДС понимается масса вредных веществ в сточных водах, максимально допустимая к отведению (в установленном режиме) в единицу времени. Лимиты предприятия на ПДС утверждаются ежегодно. Все данные о ПДС приводятся в сводном томе ПДС предприятия. Расчет значения ПДС производится на основе уравнения баланса, учитывающего фоновую концентрацию, гидрологические, гидравлические и гидродинамические особенности водного объекта.

Регулирование водных отношений осуществляется исходя из представления о водном объекте как о важнейшей составной части окружающей среды, среде обитания объектов животного и растительного мира, в том числе водных биологических ресурсов, как о природном ресурсе, используемом человеком для личных и бытовых нужд, осуществления хозяйственной и иной деятельности, и одновременно как об объекте права собственности и иных прав.

3.3. Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы

Водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

В границах водоохранных зон устанавливаются *прибрежные защитные полосы*, на территориях которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности.

За пределами территорий городов и других населенных пунктов ширина водоохранной зоны рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и ширина их прибрежной защитной полосы устанавливаются от соответствующей береговой линии, а ширина водоохранной зоны морей и ширина их прибрежной защитной полосы – от линии максимального прилива. При наличии ливневой канализации и набережных границы прибрежных защитных полос этих водных объектов совпадают с парапетами набережных, ширина водоохранной зоны на таких территориях устанавливается от парапета набережной. В границах водоохранных зон запрещаются:

- 1) использование сточных вод для удобрения почв;

2) размещение кладбищ, скотомогильников, мест захоронения отходов производства и потребления, радиоактивных, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ;

3) осуществление авиационных мер по борьбе с вредителями и болезнями растений;

4) движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие.

Ширина водоохранной зоны рек или ручьев устанавливается от их истока для рек или ручьев протяженностью:

1) до десяти километров – в размере пятидесяти метров;

2) от десяти до пятидесяти километров – в размере ста метров;

3) от пятидесяти километров и более – в размере двухсот метров.

Для реки, ручья протяженностью менее десяти километров от истока до устья водоохранная зона совпадает с прибрежной защитной полосой. Радиус водоохранной зоны для истоков реки, ручья устанавливается в размере пятидесяти метров.

Ширина водоохранной зоны озера, водохранилища, за исключением озера, расположенного внутри болота, или озера, водохранилища с акваторией менее 0,5 квадратного километра, устанавливается в размере пятидесяти метров. Ширина водоохранной зоны водохранилища, расположенного на водотоке, устанавливается равной ширине водоохранной зоны этого водотока.

3.4. Водное законодательство

Водное законодательство состоит из Водного кодекса, других федеральных законов и принимаемых в соответствии с ними законов субъектов Российской Федерации. Нормы, регулирующие отношения по использованию и охране водных объектов (водные отношения) и содержащиеся в других федеральных законах, законах субъектов Российской Федерации, должны соответствовать Водному кодексу.

Водное законодательство и изданные в соответствии с ним нормативные правовые акты основываются на следующих принципах:

1. *Значимость водных объектов в качестве основы жизни и деятельности человека.* Регулирование водных отношений осуществляется исходя из представления о водном объекте как о важнейшей составной части окружающей среды, среде обитания объектов животного и растительного

мира, в том числе водных биологических ресурсов, как о природном ресурсе, используемом человеком для личных и бытовых нужд, осуществления хозяйственной и иной деятельности, и одновременно как об объекте права собственности и иных прав.

2. *Приоритет охраны водных объектов перед их использованием.* Использование водных объектов не должно оказывать негативное воздействие на окружающую среду.

3. *Сохранение особо охраняемых водных объектов,* ограничение или запрет использования которых устанавливается федеральными законами.

4. *Целевое использование водных объектов.* Водные объекты могут использоваться для одной или нескольких целей.

5. *Приоритет использования водных объектов для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения* перед иными целями их использования. Предоставление их в пользование для иных целей допускается только при наличии достаточных водных ресурсов.

6. *Участие граждан, общественных объединений* в решении вопросов, касающихся прав на водные объекты, а также их обязанностей по охране водных объектов. Граждане, общественные объединения имеют право принимать участие в подготовке решений, реализация которых может оказать воздействие на водные объекты при их использовании и охране. Органы государственной власти, органы местного самоуправления, субъекты хозяйственной и иной деятельности обязаны обеспечить возможность такого участия в порядке и в формах, которые установлены законодательством Российской Федерации.

7. *Равный доступ физических лиц, юридических лиц к приобретению права пользования водными объектами,* за исключением случаев, предусмотренных водным законодательством.

8. *Равный доступ физических лиц, юридических лиц к приобретению в собственность водных объектов,* которые в соответствии с настоящим Кодексом могут находиться в собственности физических лиц или юридических лиц.

9. *Регулирование водных отношений:* в границах бассейновых округов (бассейновый подход); в зависимости от особенностей режима водных объектов, их физико-географических, морфометрических и других особенностей; исходя из взаимосвязи водных объектов и гидротехнических сооружений, образующих водохозяйственную систему.

10) *Гласность осуществления водопользования.* Решения о предоставлении водных объектов в пользование и договоры водопользования

должны быть доступны любому лицу, за исключением информации, отнесенной законодательством Российской Федерации к категории ограниченного доступа.

11. *Комплексное использование водных объектов.* Использование водных объектов может осуществляться одним или несколькими водопользователями.

12. *Платность использования водных объектов.* Пользование водными объектами осуществляется за плату, за исключением случаев, установленных законодательством Российской Федерации.

13. *Экономическое стимулирование охраны водных объектов.* При определении платы за пользование водными объектами учитываются расходы водопользователей на мероприятия по охране водных объектов.

14. *Использование водных объектов в местах традиционного проживания* коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации для осуществления традиционного природопользования.

Участниками водных отношений являются Российская Федерация, субъекты Российской Федерации, муниципальные образования, физические лица, юридические лица.

Водохозяйственные мероприятия и мероприятия по охране водных объектов, находящихся в государственной или муниципальной собственности, осуществляются органами государственной власти, органами местного самоуправления в пределах их полномочий в соответствии со статьями 24–27 ВКРФ или лицами, использующими водные объекты в соответствии с ВКРФ.

Для водных объектов определенной территории составляются *схемы комплексного использования и охраны водных объектов*. Схемы включают в себя систематизированные материалы о состоянии водных объектов и об их использовании и являются основой осуществления водохозяйственных мероприятий и мероприятий по охране водных объектов, расположенных в границах речных бассейнов.

Схемы комплексного использования и охраны водных объектов разрабатываются в целях:

- 1) определения допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты;
- 2) определения потребностей в водных ресурсах в перспективе;
- 3) обеспечения охраны водных объектов;
- 4) определения основных направлений деятельности по предотвращению негативного воздействия вод.

Физические лица, юридические лица приобретают право пользования поверхностными водными объектами по основаниям и в порядке, которые установлены главой 3 ВКРФ, а также по основаниям, установленным законодательством Российской Федерации о концессионных соглашениях.

Физические лица, юридические лица приобретают право пользования подземными водными объектами по основаниям и в порядке, которые установлены законодательством о недрах.

На основании договоров водопользования, если иное не предусмотрено частями 2 и 3 ВКРФ, водные объекты, находящиеся в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, собственности муниципальных образований, предоставляются в пользование:

- 1) для забора (изъятия) водных ресурсов из поверхностных водных объектов;
- 2) использования акватории водных объектов, в том числе для рекреационных целей;
- 3) использования водных объектов без забора (изъятия) водных ресурсов для целей производства электрической энергии.

Договором водопользования предусматривается *плата за пользование водным объектом* или его частью.

Плата за пользование водными объектами устанавливается на основе следующих принципов:

- 1) стимулирование экономного использования водных ресурсов, а также охраны водных объектов;
- 2) дифференциация ставок платы за пользование водными объектами в зависимости от речного бассейна;
- 3) равномерность поступления платы за пользование водными объектами в течение календарного года.

Ставки платы за пользование водными объектами, находящимися в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, собственности муниципальных образований, порядок расчета и взимания такой платы устанавливаются соответственно Правительством Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления. Предельный срок предоставления водных объектов в пользование на основании договора водопользования не может составлять более чем двадцать лет.

Для использования водных объектов в иных целях заключения договоров водопользования не требуется.

Стороны договора водопользования несут ответственность за неисполнение или ненадлежащее исполнение своих обязательств по договору водопользования в соответствии с гражданским законодательством.

3.5. Сточные воды предприятий и населенных пунктов

Сточные воды – это воды с изменившимся химическим составом и химическими свойствами в результате их использования на бытовые или производственные нужды. Сточные воды бывают трех видов: бытовые, поверхностные и производственные.

Бытовые сточные воды образуются при эксплуатации душевых, бань, туалетов, прачечных, столовых и т.д.

Поверхностные сточные воды образуются в результате смывания дождевой, талой и поливной водой примесей, скапливающихся на дорогах, территориях, крышах и стенах зданий.

Производственные сточные воды образуются в результате использования воды в технологических целях.

Все загрязнения, поступающие в сточные воды, условно делят на несколько групп. По физическому состоянию выделяют нерастворимые, коллоидные и растворимые. По виду загрязнения делятся на минеральные, органические, бактериальные и биологические.

Средства защиты гидросферы. Классификация основных методов очистки сточных вод представлена на рис. 8 [4].

Выбор конкретного метода зависит от вида и концентрации загрязняющего вещества в стоке и от требуемой степени очистки. На практике при большом количестве загрязнителей сточных водах комбинируют различные виды очистки, добиваясь соответствующей чистоты воды. Рассмотрим наиболее распространенные методы очистки.

Механическая очистка. Механическую очистку применяют для выделения из сточных вод нерастворимых минеральных и органических примесей.

Процеживание – первичная стадия очистки, предназначенная для выделения из сточных вод крупных нерастворимых примесей размером до 25 мм и легких волокнистых загрязнений. Процеживание осуществляется пропусканием воды через решетки и волокнуловители.



Рис. 8. Методы очистки сточных вод

Фильтрование сточных вод предназначено для очистки их от тонкодисперсных твердых примесей с небольшой концентрацией. Процесс фильтрования применяется также после физико-химических и биологических методов очистки, так как некоторые из этих методов сопровождаются выделением в очищаемую жидкость механических загрязнений. Пример конструкции многослойного каркасно-насыпного фильтра приведен на рис. 9.

Отстаивание основано на свободном оседании примесей, если плотность их больше плотности воды, или всплывании, если плотность примесей меньше плотности воды. Этот метод используют для очистки сточных вод от твердых частиц размером менее 0,25 мм, а также нефтепродуктов.

Процесс отстаивания реализуют в песколовках, отстойниках и жиросборителях. При прямолинейном движении сточной воды, поступающей в песколовку через входной патрубок, твердые частицы скапливаются в шламоборнике на дне песколовки, а очищенная сточная вода через выходной патрубок направляется для дальнейшей обработки.

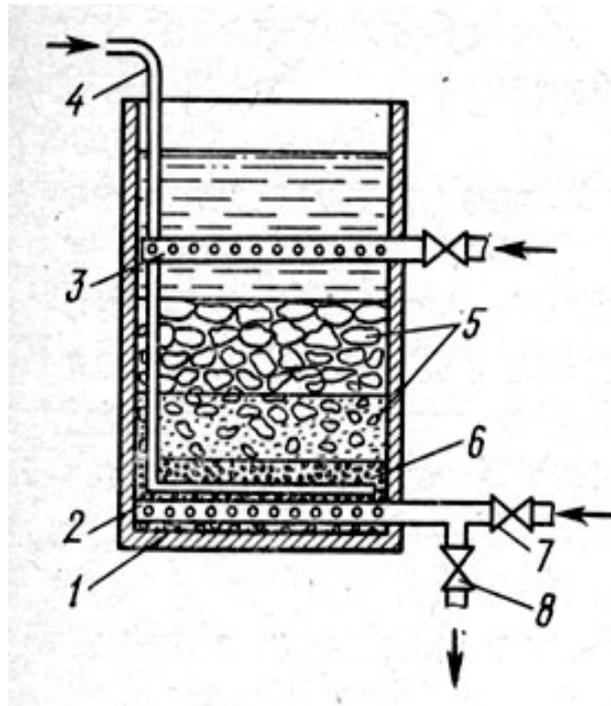


Рис. 9. Схема каркасно-насыпного фильтра:

- 1 – поддерживающий слой гравия; 2 – перфорированное днище;
- 3 – коллектор подвода очищаемой воды; 4 – труба подачи сжатого воздуха;
- 5 – гравий; 6 – песок; 7 – труба подачи воды; 8 – отвод очищенной воды

Центробежное отделение. Отделение твердых примесей больших объемов сточных вод в поле действия центробежных сил осуществляется в гидроциклонах и центрифугах. Принцип их действия основан на том, что при закручивании потока сточной воды твердые частицы отбрасываются к стенкам и стекают в шламоборник. Центрифуги применяют в химической, нефтеперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. В практике очистки сточных вод машиностроительных предприятий их применяют редко.

Физико-химическая очистка. Физико-химические методы используют для очистки сточных вод в основном от растворенных примесей, а в некоторых случаях и от взвешенных веществ.

Флотация – метод очистки сточных вод, заключающийся в интенсификации процесса всплывания маслопродуктов, волокнистых материалов при обволакивании их частиц пузырьками воздуха, подаваемого в сточ-

ную воду. В основе этого процесса лежит молекулярное слипание частиц загрязняющего вещества и пузырьков тонкодисперсированного в воде воздуха.

В зависимости от способа образования пузырьков воздуха различают несколько видов флотации: напорную, пневматическую, пенную, химическую, вибрационную, биологическую, электрофлотацию и др.

Сорбция представляет собой один из наиболее эффективных методов глубокой очистки от растворенных органических веществ за счет поглощения вещества твердым телом или жидкостью. Поглощающее тело называется сорбентом, а поглощаемое – сорбатом. Различают поглощение вещества всей массой жидкого сорбента (абсорбция) и поверхностным слоем сорбента (адсорбция). В качестве сорбентов используют практически любые мелкодисперсные вещества: золу, торф, опилки, шлаки, глину, активированный уголь.

Экстракция. Метод используется при относительно высоком содержании в производственных сточных водах растворенных органических веществ, представляющих техническую ценность, например, фенолов, жидких кислот.

Экстракция – процесс перераспределения примесей сточных вод в смеси двух взаимно не растворимых жидкостей, непосредственно в сточной воде и в экстрагенте. Так, например, для очистки сточных вод от анилина в качестве экстрагента используют бутилацетат и толуол. Сконцентрированное в экстрагенте вещество отделяется от растворителя и может быть утилизировано. Экстрагент после отделения экстрагируемого вещества вновь используется в технологическом процессе очистки.

Коагуляция. В процессе механической очистки из сточных вод удаляются частицы размером 10 мкм и более; мелкодисперсные (0,1–10 мкм) и коллоидные частицы (0,001–0,1 мкм) в результате механической очистки практически не удаляются, а сточные воды представляют собой агрегативно-устойчивую систему. Коагуляция – это сближение частиц коллоидной системы при их столкновениях в процессе теплового движения, перемешивания или направленного перемещения во внешнем силовом поле. В результате коагуляции образуются более крупные частицы, которые удаляются из сточных вод механическим способом. При коагуляции хлопья образуются сначала за счет части взвешенных частиц и коагулянта или только коагулянта. В качестве коагулянтов используют соли алюминия, железа, магния, известь.

Флокуляция является одним из видов коагуляции, при котором для интенсификации процессов коагуляции и осаждения образующихся хлопьев широко используются реагенты – высокомолекулярные вещества (флокулянты). В качестве флокулянтов используют крахмал, поливиниловый спирт, кремниевую кислоту, полиэтиленгликоль, полиакриламид, белки и др.

Химическая очистка. Ионный обмен. Очистка производственных сточных вод методом ионного обмена позволяет извлекать и утилизировать ценные примеси, такие как соединения мышьяка, фосфор, хром, цинк, свинец, медь, ртуть, радиоактивные вещества. Для ионообменной очистки сточных вод используют иониты – синтетические ионообменные смолы, применяемые в виде гранул размером 0,2–2 мм. Иониты практически нерастворимы в воде и имеют подвижные ионы (катионы или анионы), которые вступают в реакцию обмена с ионами того же знака, содержащимися в сточной воде, пропускаемой через фильтр с ионитом.

Нейтрализация. Метод используют для нейтрализации сточных вод, содержащих минеральные кислоты или щелочи перед сбросом их в водоемы или перед использованием в технологических процессах. Нейтрализацию проводят различными способами: смешением кислых и щелочных сточных вод, добавлением реагентов, фильтрованием кислых вод через нейтрализующие материалы, абсорбцией кислых газов щелочными водами или аммиака кислыми водами. Выбор конкретного способа нейтрализации зависит от объема и концентрации сточных вод, от режима их поступления, наличия и стоимости реагентов.

Окисление применяют для обезвреживания производственных сточных вод, содержащих токсичные примеси: цианиды, комплексные цианиды меди, кадмия, цинка, фториды, хром. Очистка сводится к превращению этих высокотоксичных соединений в малотоксичные продукты, в некоторых случаях – и к их полному удалению из воды. В практике обезвреживания в качестве окислителей используют хлор, гипохлорид кальция, гипохлорид натрия, хлорную известь, диоксид хлора, озон, технический кислород и кислород воздуха.

Биологическая очистка. Биологическая очистка сточных вод применяется для выделения из них тонкодисперсных и растворенных органических веществ и основана на способности микроорганизмов использовать для питания содержащиеся в сточных водах органические вещества.

Процесс реализуется в две стадии: адсорбция из сточных вод примесями микроорганизмами и разрушение адсорбированных веществ внутри клеток микроорганизмов.

Биологическую очистку осуществляют в природных и искусственных условиях. В природных сооружениях очистку осуществляют на полях орошения и в биологических прудах. Суть биологической очистки на полях орошения состоит в том, что при фильтровании сточной воды через слой почвы в ней адсорбируются взвешенные и коллоидные вещества, которые со временем образуют в порах почвы микробиологическую пленку. Эта пленка адсорбирует и окисляет задержанные органические вещества, превращая их в минеральные соединения.

Биологические пруды применяют как для очистки, так и для доочистки стоков, прошедших биологическую очистку, причем последнее назначение их имеет преимущественное распространение.

В окислительных процессах существенную роль играет водная растительность, которая способствует снижению количества биогенных элементов и регулирует кислородный режим водоема. Максимальная эффективность прудов достигается в летнее время.

Различают пруды с естественной и искусственной аэрацией. Искусственную аэрацию осуществляют с помощью механических аэраторов или путем продувки воздуха через толщу воды. Для лучшего прогрева воды, ее освещения и аэрации пруды с естественной аэрацией устраивают глубиной до одного метра, при наличии механических аэраторов глубину увеличивают до трех метров.

Биологическая очистка сточных вод в искусственных сооружениях осуществляется в биологических фильтрах, аэротенках и окситенках.

На рис. 10 представлен биологический фильтр. Исходная сточная вода по трубопроводу 1 поступает в фильтр 2 и через водораспределительные устройства 3 равномерно разбрызгивается по площади фильтра. При разбрызгивании сточная вода поглощает часть кислорода воздуха. В процессе фильтрования через загрузку 4, в качестве которой используют шлак, щебень, керамзит, пластмассу и т.п., на загрузочном материале образуется биологическая пленка, микроорганизмы которой поглощают органические вещества. Интенсивность окисления органических примесей в пленке существенно увеличивается при подаче сжатого воздуха через трубопровод 5 и опорную решетку 6 в направлении, противоположном фильтрованию. Очищенная от органических примесей вода выводится из фильтра через трубопровод 7.

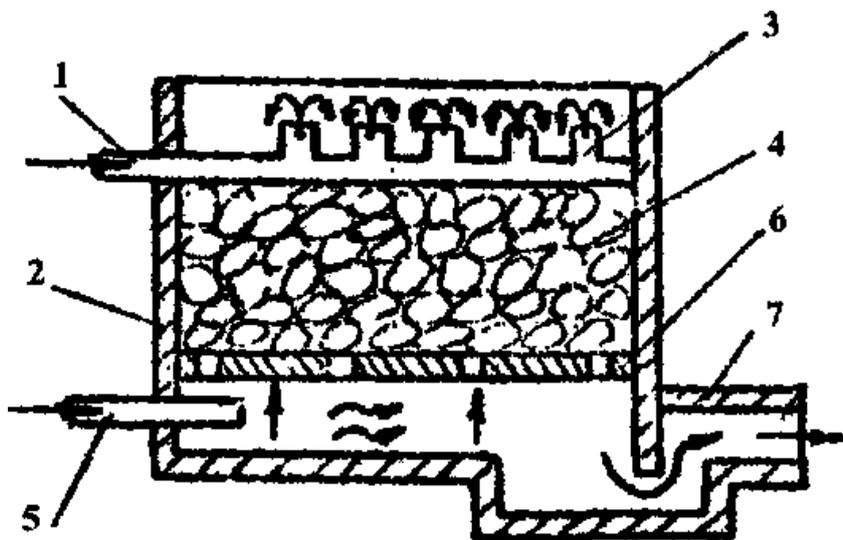


Рис. 10. Схема биологического фильтра:

1 – трубопровод; 2 – фильтр, 3 – водораспределительные устройства, 4 – загрузка;
5 – воздушный трубопровод, 6 – опорная решетка, 7 – выпускной трубопровод

Аэротенки по конструкции аналогичны отстойникам, в которые помещают активный ил, микроорганизмы и подают сжатый воздух, обеспечивающий интенсификацию процесса окисления органических примесей. Окситенки – сооружения биологической очистки, аналогичные аэротенкам, в которых вместо воздуха используется технический кислород или в воздух, обогащенный кислородом, что существенно интенсифицирует процессы окисления.

Глава 4. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛИТОСФЕРУ

4.1. Общие сведения о литосфере

Литосфера – верхняя твердая оболочка Земли, постепенно переходящая в сферы с меньшей прочностью вещества и включающая в себя земную кору и верхнюю мантию Земли. Мощность литосферы 5...200 км, в том числе земной коры – до 50...70 км на континентах и 5...10 км на дне океана.

Земля является исходной материальной основой благосостояния членов общества, пространством для размещения производительных сил и расселения людей, основой для воспроизводительных процессов всех фак-

торов экономического роста – трудовых, материально-технических, природных.

Одним из важнейших свойств почвы является ее *плодородие* – естественное (природное) или искусственное (улучшенное человеком) и экономическое – совокупность того и другого при сравнимых затратах, если рассматривать почву как природный ресурс. Плодородие характеризуется количеством выращенной либо собираемой продукции на единицу площади.

В среднем на душу населения приходится 0,28 га пашни (Россия – 0,81 га, США – 0,63 га, Китай – 0,16 га, Япония – 0,04 га). Средняя урожайность в США – 47 ц/га, Японии – 55 ц/га, Восточной Европе – 0÷50 ц/га, Бразилии – 16 ц/га, России – 18 ц/га, Индии – 13 ц/га.

Деятельность человека приводит к отчуждению с/х угодий под города, транспортные магистрали, полигоны, т.е. ухудшению или безвозвратному уничтожению плодородных земель из-за загрязнений. Почва является трехфазной средой, содержащей твердые, жидкие и газообразные компоненты. Она формируется в результате сложных взаимоотношений климата, растений, животных, микроорганизмов и рассматривается как биокосное тело, содержащее живые и неживые компоненты. Самый верхний слой, содержащий продукты перегнивания органических веществ, является самым плодородным.

Над гумусовым горизонтом располагается слой растительного опада, который называют *подстилкой*. Ниже гумусного горизонта расположен малоплодородный белесый слой, далее залегает материнская порода.

Самоочищение почвы практически не происходит, токсичные вещества накапливаются, что приводит к постепенному изменению химического состава почв. Из почв химические элементы передаются по пищевой цепочке и могут вызвать нежелательные последствия.

Пользование землей ведет к значительным изменениям ее свойств. Так, например, орошение ведет к смыву почвы, потере питательных элементов, засолению. Обработка земли (распашка) приводит к водной и ветровой эрозии. Вырубка лесов приводит к смене климата, опустыниванию.

Особое место в структуре Земли занимают природные ресурсы. Основы любого производства – вовлечение в народно-хозяйственный оборот природных ресурсов, причем во все увеличивающихся масштабах. Если в начале века, например, доля минеральных ресурсов в общем объеме используемого обществом сырья составляла 41 %, то в настоящее время она достигла 80 %, причем это с учетом того, что общее количество вовлекае-

мых в производственные процессы ресурсов возросло тоже почти в два раза.



Рис. 11. Классификация природных ресурсов планеты

Неисчерпаемые:

- солнечная энергия;
- энергия морских приливов – отливов и волн;
- энергия ветра;
- энергия земных недр;
- атмосферный воздух;
- вода.

Исчерпаемые возобновляемые:

- растительный мир;
- животный мир;
- плодородие почв.

Исчерпаемые невозобновляемые:

- пространственное обитание;
- полезные ископаемые.

Таким образом, очевидно, что не существует такой сферы деятельности человека, которая была бы обособлена от экологической сферы. Кроме того, появились природовоспроизводящие отрасли (лесоводчество, рыбоводчество и др.), что в принципе равнозначно появлению нового типа производства.

Решение задачи по рациональному природопользованию осложняется наличием не одного, а множества критериев оптимизации (получение максимального урожая, сокращение производственных затрат, сохранение природных ландшафтов, поддержание видового разнообразия сообщества, обеспечение чистоты окр. среды, сохранение нормального функционирования экосистем и т.д.).

Общие требования к использованию минеральных ресурсов:

- максимальное, полное и комплексное извлечение из месторождений всех полезных компонентов;
- рекультивация земель;
- экономное и безотходное использование сырья;
- глубокая очистка и технологическое использование сырья;
- вторичное использование материалов после выхода изделия из эксплуатации;
- использование природных и искусственных заменителей дефицитных минеральных соединений.

4.2. Нормирование качества литосферы

Основными загрязнителями почвы являются тяжелые металлы (ТМ) и их соединения, углеводороды, радиоактивные вещества, удобрения и пестициды, газы.

Источники загрязнения почвы:

- жилой сектор (бытовой мусор, пищевые отходы, фекалии, отходы сферы обслуживания населения и т.д.);
- теплоэнергетика (шлаки, окислы серы, газы, сажа);
- с/х (удобрения, ядохимикаты и т.п.);
- транспорт (окислы азота, свинец, углеводороды и т.д.);
- промышленные предприятия (твердые и жидкие отходы, газы и т.п.).

Нормирование загрязняющих веществ в почве имеет три направления:

- нормируется содержание ядохимикатов в пахотном слое почвы сельскохозяйственных угодий. Следует иметь в виду, что конечным показателем пригодности почвы для использования ее в целях выращивания сельскохозяйственной продукции для употребления в пищу человеком или животным является допустимое содержание вредных веществ в пище или кормах;
- нормируется накопление токсичных веществ в почве на территории предприятий;
- нормируется загрязненность почвы в жилых районах, преимущественно в местах хранения бытовых отходов.

Нормирование загрязнения почв устанавливается системой единиц ПДК:

- ТВ – транслокационный показатель, характеризующий переход вредных веществ из почвы в зеленую массу и корнеплоды;

– МА – миграционный воздушный показатель, характеризующий воздушный переход вредных веществ из почвы в атмосферу;

– МВ – миграционный водный показатель, характеризующий переход химического вещества в водоисточники и подземные воды;

– ОС – общесанитарный показатель, характеризующий влияние химического вещества на самоочищающую способность почвы.

В случае применения новых химических соединений, для которых отсутствует $ПДК_n$, проводят расчет временно допустимых концентраций:

$$ВДК_n = 1,23 + 0,48 ПДК_{пр}, \quad (8)$$

где $ПДК_{пр}$ – это ПДК для продуктов питания, мг/кг.

4.3. Особо охраняемые территории

Заповедник – особо охраняемый участок природы, где полностью исключено любое вмешательство человека, кроме строго контролируемых научных исследований, не оказывающих влияние на сохраняемые объекты, которые представляют собой научную, культурную и эстетическую ценность. Это типичные или уникальные ландшафты, виды растений или животных, редкие геологические образования и т.д. Разновидности: биосферные заповедники (наблюдения за природными процессами) и заповедно-охотничьи хозяйства, где численность некоторых животных регулируется.

Заказники – отличаются от заповедников тем, что на их территории сохраняют не весь природный комплекс, а лишь ту его часть, которая обеспечивает существование основного объекта охраны.

Природные национальные парки – охрана природы сочетается с рекреацией, т.е. решаются проблемы отдыха населения как разновидности природопользования.

Санитарно-курортные зоны – территория с особым режимом в местах нахождения курортных учреждений.

Кроме того, существуют территории с уникальными ландшафтами, парки-памятники и музеи в природе, памятники природы, деревья-памятники и т.д.

Все охраняемые объекты и территории подлежат обязательной паспортизации, где имеется описание и регистрация памятников по определенной схеме, являющихся основой государственного кадастра памятников природы и разработки планов их охраны.

Земли в границах территорий, на которых расположены природные объекты, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное ценное значение и находящиеся под особой охраной, не подлежат приватизации.

4.4. Охрана литосферы

Меры охраны почвенных и растительных ресурсов можно разделить на три составные и взаимосвязанные части:

- законодательно-нормативные;
- экономические;
- технические (технологические).

К первой части относится система законов и кодексов, нормативных документов по рациональному использованию земельных и растительных ресурсов (Закон о земле, Лесной кодекс, нормирование ПДК, различные правила ведения работ по использованию этих ресурсов и т.д.).

К экономической части можно отнести плату за землю и вырубку лесов, плату за загрязнение земель, плату за использование земель, хранение и захоронение отходов и т.д.

К техническим (технологическим) мерам можно отнести целый комплекс мероприятий по снижению выбросов (сбросов), правило ведения горных работ (соответствие проекта правилам), сохранение плодородия земель и за счет правильной агротехнологии и т.д.

Одна из важнейших мер охраны земель – *рекультивация* – это комплекс работ (инженерных, горнотехнических, мелиоративных, с/х и др.), направленных на восстановление нарушенного плодородия и возвращение земель в с/х оборот.

Работы включают *технический и биологический* (восстановительные) этапы.

Технический этап – планировка, формирование откосов; транспортировка и нанесение плодородного слоя почв на рекультивируемую площадь; строительство дорог, гидротехнических сооружений, мелиоративных объектов и т.д.

Биологический этап – это комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на восстановление флоры и фауны.

Засоление почв происходит по следующим причинам:

- бессистемный (чрезмерный) полив при отсутствии дренажа;

– близкое залегание грунтовых минерализированных вод (поднимаются вверх по капиллярам);

– атмосферное выпадение солей.

Заболачивание – тесно связано с водным режимом рек и водоёмов и постоянным длительным переувлажнением от обилия осадков. Уровень грунтовых вод поднимается и леса «вымокают». Это может произойти и при сплошной рубке леса.

Осушением болот нужно заниматься осторожно, так как в засушливые годы они питают большую площадь, малые реки и т.п. Уменьшают заболочиваемость и специальные посадки.

Закрепление и освоение песков:

– механическая защита (заборы из соломы, тростника и т.д.);

– битумизация песка (разбрызгивание битума);

– посев трав, кустов, деревьев.

При осуществлении *мелиорации земель*, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию и эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений должны приниматься меры по охране водных объектов, земель, почв, лесов и иной растительности, животных и других организмов, а также по предупреждению другого негативного воздействия на окружающую среду. Мелиорация земель не должна приводить к ухудшению состояния окружающей среды, нарушать устойчивое функционирование естественных экологических систем.

При размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию и эксплуатации *объектов нефтегазодобывающих производств, объектов переработки, транспортировки, хранения и реализации нефти, газа и продуктов их переработки* должны предусматриваться эффективные меры по очистке и обезвреживанию отходов производства и сбора нефтяного (попутного) газа и минерализованной воды, рекультивации нарушенных и загрязненных земель, снижению негативного воздействия на *окружающую среду*, а также по возмещению вреда окружающей среде, причиненного в процессе строительства и эксплуатации указанных объектов.

Строительство и эксплуатация объектов нефтегазодобывающих производств, объектов переработки, транспортировки, хранения и реализации нефти, газа и продуктов их переработки допускаются при наличии проек-

тов восстановления загрязненных земель в зонах временного и (или) постоянного использования земель, положительного заключения государственной экспертизы проектной документации.

Ситуации, связанные с изменением состояния суши (почвы, недр, ландшафта):

- катастрофические просадки, оползни, обвалы земной поверхности из-за горных выработок и др. деятельности;
- наличие вредных веществ сверх допустимой концентрации;
- деградация почв, опустынивание, эрозия, засоление и т.д.;
- истощение невозобновляемых ископаемых;
- наличие источников заболеваний в почве за счет вредных выбросов, захоронения отходов и т.п.

В целом в составе земельного фонда учитываются семь категорий по назначению земель и семь основных видов их использования (угодий):

I – земли сельскохозяйственных предприятий и граждан;

II – земли лесного фонда. Лесные ресурсы Земли занимают всего 7 % суши (20 % – в России);

III – земли в ведении городских, поселковых и сельских органов власти;

IV – земли природоохранного назначения;

V – земли промышленности, транспорта и иного несельскохозяйственного назначения;

VI – земли водного фонда;

VII – земли запаса.

Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения почвы подлежат охране государством, и в целях их учета и охраны учреждаются Красная книга почв Российской Федерации и красные книги почв субъектов Российской Федерации, порядок ведения которых определяется законодательством об охране почв.

Порядок отнесения почв к редким и находящимся под угрозой исчезновения, а также порядок установления режимов использования земельных участков, почвы которых отнесены к редким и находящимся под угрозой исчезновения, определяется законодательством.

В целях охраны и учета редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, животных и других организмов учреждаются *Красная книга Российской Федерации* и красные книги субъектов Российской Федерации. Растения, животные и другие организмы, относящиеся к видам, занесенным в красные книги, повсеместно подлежат изъятию из хозяйст-

венного использования. В целях сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, животных и других организмов их генетический фонд подлежит сохранению в низкотемпературных генетических банках, а также в искусственно созданной среде обитания. Запрещается деятельность, ведущая к сокращению численности этих растений, животных и других организмов и ухудшающая среду их обитания.

Охрана зеленого фонда городских и сельских поселений предусматривает систему мероприятий, обеспечивающих сохранение и развитие зеленого фонда и 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.

Глава 5. ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

5.1. Общие понятия об отходах

В соответствии с *Федеральным законом от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»* [6] отходами производства и потребления (далее – отходы) принято считать остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Опасные отходы – отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) или содержащие возбудителей инфекционных болезней, либо которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами.

Обращение с отходами – деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов.

Размещение отходов – хранение и захоронение отходов.

Хранение отходов – содержание отходов в объектах размещения отходов в целях их последующего захоронения, обезвреживания или использования.

Захоронение отходов – изоляция отходов, не подлежащих дальнейшему использованию, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую природную среду.

Использование отходов – применение отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг или для получения энергии.

Обезвреживание отходов – обработка отходов, в том числе сжигание и обеззараживание отходов на специализированных установках, в целях предотвращения вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую природную среду.

Объект размещения отходов – специально оборудованное сооружение, предназначенное для размещения отходов (полигон, шламохранилище, хвостохранилище, отвал горных пород и др.).

Лимит на размещение отходов – предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которые разрешается размещать определенным способом на установленный срок в объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки на данной территории.

Норматив образования отходов – установленное количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции.

Паспорт опасных отходов – документ, удостоверяющий принадлежность отходов к отходам соответствующего вида и класса опасности, содержащий сведения об их составе.

Отходы могут быть твердые, жидкие, газообразные. Кроме того, отходы подразделяются:

- на отходы производственного потребления (списанные машины оборудование, инструмент и т.д.);
- отходы промышленного производства (остатки сырья, полуфабрикатов, материалов, продукты очистных сооружений и т.п.). Эти отходы могут быть возвратными и безвозвратными;
- сельскохозяйственные (шелуха, навоз, органика, средства химизации, отходы мясомолочной промышленности и т.д.);
- строительные отходы (бетон, блоки, кирпич, мусор и т.д.);
- бытовые отходы.

В настоящее время в РФ разрабатывается единая классификация отходов. Существующая система в данной области использует основные принципы разделения отходов:

- по отраслевому принципу (источнику образования);
- агрегатному состоянию (твердые, жидкие, газообразные);
- производственным циклам;
- направлению использования;
- токсичности (по классам опасности);
- месту возникновения (бытовые, промышленные, медицинские, муниципальные).

Особая классификация отходов в горнодобывающей, горноперерабатывающей промышленности, металлургии, в некоторых других отраслях.

В числе важнейших проблем, которые приходится решать каждому промышленному предприятию, – организация системы экологически безопасного обращения с отходами производства и потребления. Причем к этому его подталкивает необходимость как исполнения требований законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды, так и сокращения экономических издержек при обращении с отходами.

Практика хозяйствования на крупных промышленных предприятиях показывает, что инвестирование в новые малоотходные технологии и технологии переработки образующихся отходов дает со временем экономический эффект, покрывающий расходы на внедрение этих технологий. Поэтому все чаще предприятия не ограничиваются формальным исполнением экологических требований, а ориентируются на формирование системы управления отходами, позволяющей оптимизировать их потоки.

Процесс формирования системы управления отходами является многостадийным. На первой стадии (организационной, административной) предприятие ориентируется на исполнение требований, предъявляемых законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами.

Эти требования включают: организацию и ведение первичного учета отходов на предприятии; установление свойств отходов и их классов опасности для окружающей природной среды; паспортизацию опасных отходов; профессиональную подготовку лиц, допущенных к обращению с опасными отходами; получение всех необходимых разрешительных документов на обращение с отходами (лицензии, лимиты и т.п.); представление ежегодной статистической отчетности об управлении отходами, а также организацию текущего производственного контроля образования

отходов и обращения с ними. Эта стадия является фундаментом для разработки будущей системы управления отходами на предприятии как части системы управления окружающей средой.

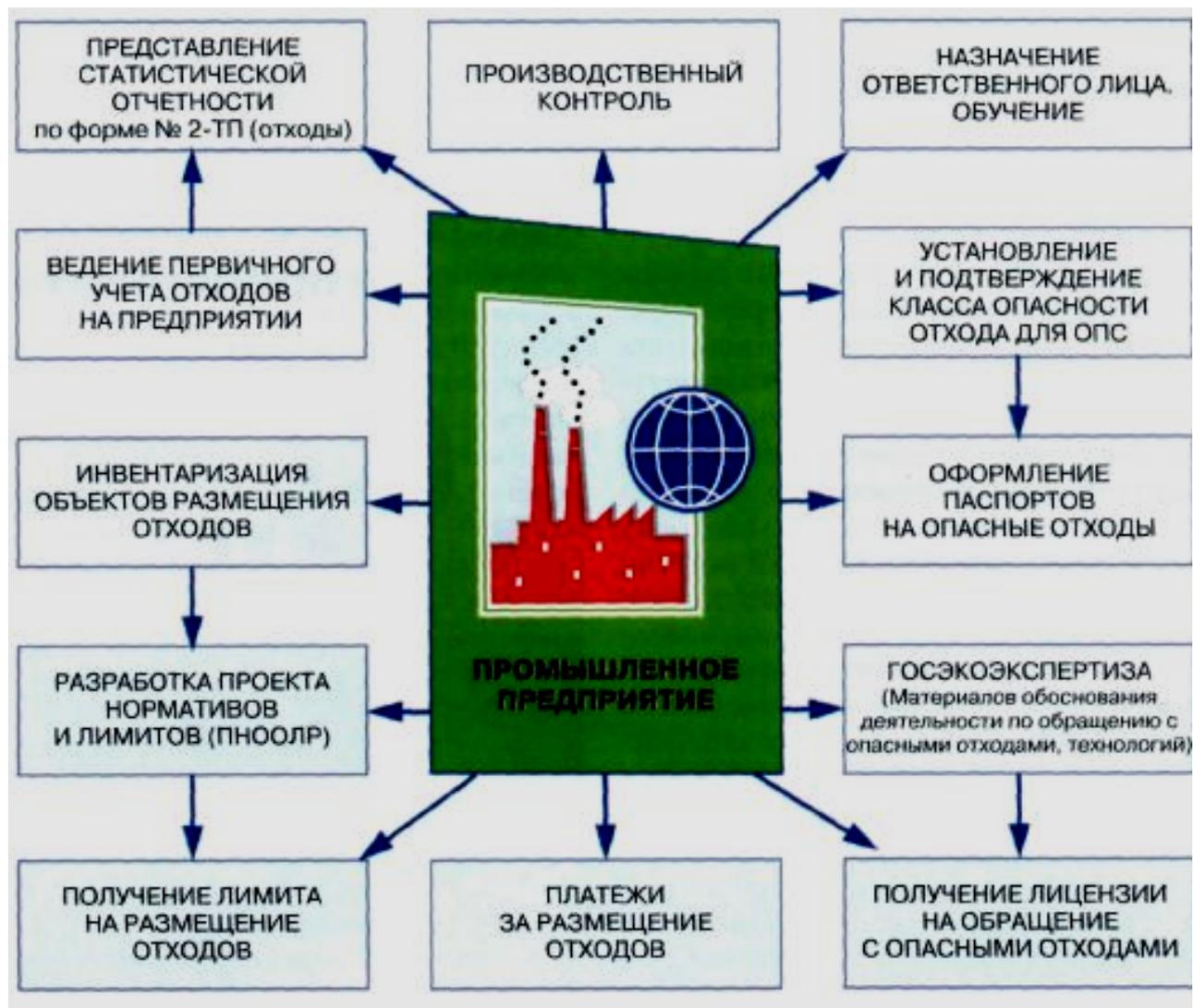


Рис. 12. Основные требования законодательства по обращению с опасными отходами на предприятии

Рассмотрим более подробно особенности организации обращения с отходами, в частности, исполнение следующих основных требований законодательства:

- установления класса опасности отходов для окружающей среды и подтверждения отнесения отхода к данному классу опасности;
- паспортизации опасных отходов;
- ведения первичного учета отходов на предприятии и ежегодного представления формы статистического наблюдения № 2-ТП (отходы);
- лицензирования деятельности по обращению с опасными отходами;

- разработки проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР) и получения разрешительного документа (лимита) на размещение отходов;
- внесения платы за размещение отходов.

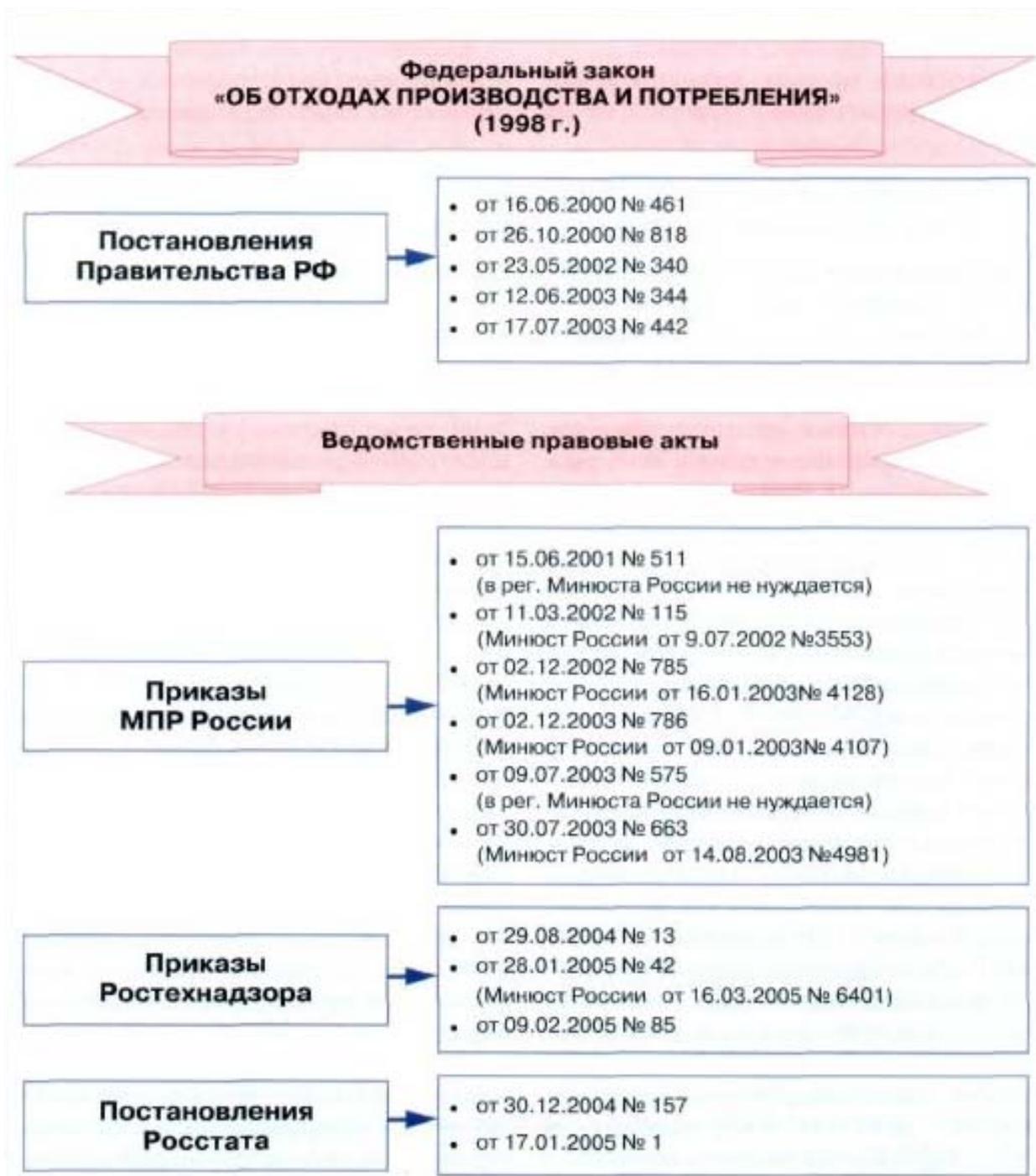


Рис. 13. Действующие нормативные правовые акты, регламентирующие вопросы организации экологически безопасного обращения с отходами

5.2. Установление класса опасности отходов

Производственные отходы делятся на 4 класса опасности:

I кл. – чрезвычайно опасные (ртуть, сулема, цианистый калий и т.д.);

II кл. – высокоопасные (хлористые медь, никель; свинец и т.п.);

III кл. – умеренно опасные (окись свинца, сернокислая медь и т.п.);

IV кл. – малоопасные (хлористый цинк, сернокислый марганец и т.п.);

V кл. – неопасные (применяется редко).

Нормируются отходы производства, образующиеся при изготовлении продукции производства с целью недопущения превышения предельно допустимого воздействия отходов на О.С. Количество отходов производства рассчитывается по формуле

$$m = cH, \quad (9)$$

где c – объем продукции или сырья, при производстве или переработке которых образуются отходы, кг, м³, м² и т.д; H – удельный показатель образования отходов кг/кг; м²/м²; м³/м³.

Первым этапом при организации обращения с отходами на предприятии является установление классов их опасности для окружающей среды.

В соответствии со ст. 14 Федерального закона «Об отходах производства и потребления», опасные отходы в зависимости от степени их вредного воздействия на окружающую природную среду и здоровье человека подразделяются на классы опасности в соответствии с критериями, установленными специально уполномоченными федеральными органами исполнительной власти в области обращения с отходами в соответствии со своей компетенцией. Таким образом, законодательно закреплено требование об установлении классов опасности отходов для окружающей среды и для здоровья человека.

Критерии отнесения отходов к классам опасности для окружающей среды утверждены приказом МПР России от 15.06.2001 № 511 «Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» [7]. Эта процедура корреспондирована с процедурой регистрации отходов в федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО).

Критерии отнесения отходов к классам опасности для здоровья человека (классам токсичности) должны устанавливаться федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия при обращении с отходами. В качестве такого документа могут быть использованы СП 2.1.7.1386-03 «Санитарные

правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления» [8].

Согласно ст. 14 Федерального закона «Об отходах производства и потребления», индивидуальные предприниматели и юридические лица, в процессе деятельности которых образуются опасные отходы, обязаны подтвердить отнесение данных отходов к конкретному классу опасности. Только после того, как отход регистрируется в ФККО с соответствующим данному виду отходов кодом, процесс подтверждения отнесения к классу опасности для окружающей природной среды завершается.

От момента установления класса опасности отхода для окружающей среды по Критериям до момента утверждения очередной редакции ФККО предприятие до момента регистрации отхода в ФККО имеет право оперировать Материалами, обосновывающими отнесение отхода к классу опасности для окружающей среды. Если класс опасности установлен экспериментальным путем, то в состав Материалов должны входить протоколы биотестирования в лаборатории, аккредитованной на биотестирование водных вытяжек отходов, а также копия аттестата аккредитации такой лаборатории с приложением, в котором указана соответствующая область аккредитации. «Истиной в последней инстанции» при установлении класса опасности отхода для окружающей среды является закрепление позиции, соответствующей данному виду отхода, в ФККО, утвержденном нормативным правовым актом. Только после появления такого акта, содержащего позицию вида отхода в ФККО, природопользователь может приступить к оформлению паспорта на данный отход.

5.3. Паспортизация опасных отходов и ведение их первичного учета

Законодательством Российской Федерации в области охраны окружающей среды установлено требование о необходимости паспортизации опасных отходов, каковыми являются отходы I–IV классов опасности для окружающей среды и отходы V класса опасности для окружающей среды, если они обладают иными опасными свойствами.

Природопользователем составляются паспорта на каждый вид опасных отходов, собственником которых он является. Форма паспорта опасного отхода и инструкция по ее заполнению утверждены приказом МПР России от 02.12.2002 № 785 «Об утверждении паспорта опасного отхода» [9].

При паспортизации отходов необходимо применять коды отходов в соответствии с действующей версией ФККО. В соответствии с приказом МПР России от 02.12.2002 № 786 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов» [10] одиннадцатая и двенадцатая цифры в коде отхода по ФККО характеризуют его опасные свойства. Внесение изменений в коды ФККО, утвержденные соответствующими нормативными правовыми актами (приказами МПР России), недопустимо.

После заполнения вышеописанным способом паспорта на опасный отход и его утверждения руководством предприятия паспорт направляется на согласование в территориальный орган Ростехнадзора соответствующего субъекта Российской Федерации (по месту юридической регистрации предприятия).

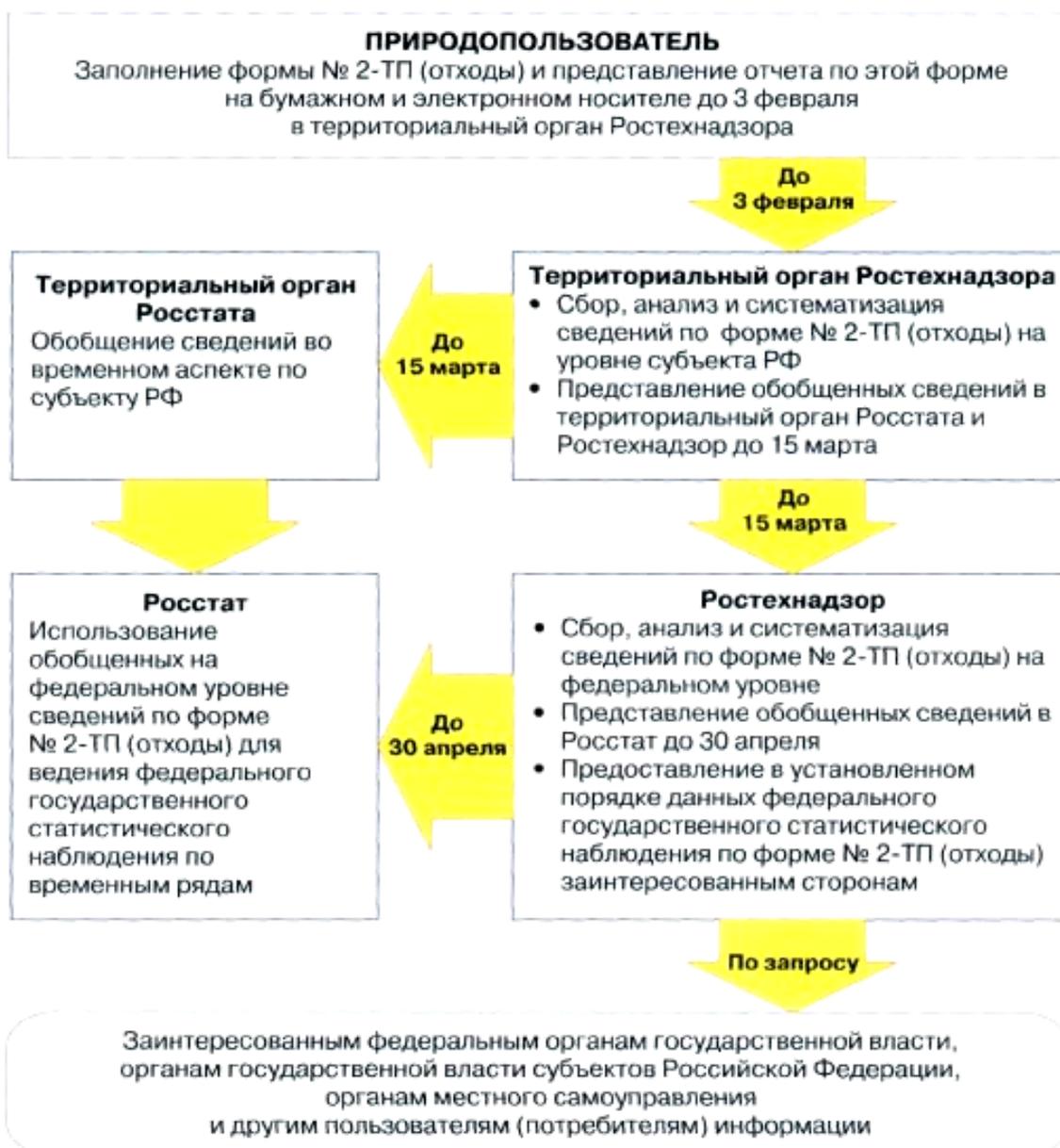


Рис. 14. Организация федерального государственного статистического наблюдения по форме № 2-ТП (отходы)

Нормативными правовыми актами федерального уровня форма ведения первичного учета отходов на предприятии не определена, поэтому до выхода соответствующих правовых актов форму ведения первичного учета определяет само предприятие, закрепляя ее соответствующим распорядительным актом. Целесообразно предусмотреть в формах первичного учета отходов сбор такой информации, как сведения о количествах образования отходов в каждом из структурных подразделений предприятия, о движении отходов внутри предприятия, о передаче отходов с предприятия другим организациям для использования, обезвреживания либо размещения, о приемке отходов от других предприятий, а также об использовании, обезвреживании, размещении отходов на предприятии.

В порядке ведения статистического учета природопользователи заполняют форму отчетности № 2-ТП (отходы), утвержденную постановлением Росстата от 30.12.2004 № 157 «Об утверждении статистического инструментария для организации Ростехнадзором статистического наблюдения за образованием, использованием, обезвреживанием, транспортированием и размещением отходов производства и потребления» [11].

Согласно указанным документам, в форме № 2-ТП (отходы) указывается информация обо всех видах отходов, имеющихся на предприятии, сгруппированных по пяти классам опасности для окружающей природной среды. Порядок сбора информации по форме № 2-ТП (отходы) определен постановлением Росстата от 30.12.2004 № 157, в соответствии с которым природопользователь обязан представить заполненную форму статистического наблюдения № 2-ТП (отходы) в срок до 3 февраля в территориальный орган Ростехнадзора.

5.4. Лицензирование деятельности по обращению с опасными отходами

Согласно ст. 9 Федерального закона «Об отходах производства и потребления», деятельность по обращению с опасными отходами подлежит лицензированию. Данный вид деятельности является единственным из лицензируемых видов деятельности в области охраны окружающей среды.

Объектом лицензирования является деятельность по образованию, сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению опасных отходов. К таковым в данном случае относятся все виды отходов, которые могут оказывать негативное воздействие на окружающую природную среду или здоровье человека, а именно отходы I–IV классов опасности для окружающей природной среды, а также отходы V класса опас-

ности в том случае, если они обладают каким-либо опасным свойством согласно ст. 1 Федерального закона «Об отходах производства и потребления» (это пожаро-, взрывоопасность, токсичность, инфицированность, высокая реакционная способность). Никаких исключений по объектам лицензирования нормативными правовыми актами Российской Федерации не предусмотрено. Таким образом, все предприятия, на которых образуются опасные отходы, а также которые осуществляют иные виды деятельности по обращению с опасными отходами, обязаны получить лицензию на обращение с ними.

Основным документом, регламентирующим порядок лицензирования деятельности по обращению с опасными отходами, является постановление Правительства РФ от 23.05.2002 № 340 «Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по обращению с опасными отходами» [12]. В указанном постановлении определены лицензирующие органы и их функции, установлены лицензионные требования и условия, определен стандартный пакет документов, предъявляемых соискателем лицензии в лицензирующий орган, а также порядок осуществления надзора за соблюдением лицензиатом лицензионных требований и условий.

Лицензирующими органами являются Ростехнадзор и его территориальные органы. Лицензия выдается на юридическое лицо сроком на 5 лет, однако, возможно продление срока ее действия в установленном порядке. Неотъемлемой частью лицензии является выписка из реестра лицензий, в которой указываются конкретные виды деятельности по обращению с конкретными видами отходов.

5.5. Разработка проекта нормативов образования отходов

Согласно постановлению Правительства РФ от 23.05.2002 № 340, в пакет документов, представляемых соискателем лицензии в лицензирующий орган, входит положительное заключение государственной экологической экспертизы на Материалы обоснования деятельности по обращению с опасными отходами.

В рассматриваемых на государственной экологической экспертизе Материалах обосновывается готовность соискателя лицензии обеспечить выполнение лицензионных требований и условий осуществления деятельности по обращению с опасными отходами.

Одной из наиболее важных и сложных по оформлению частей Материалов обоснования является оценка возможного неблагоприятного воздействия на окружающую среду (ОВОС) в результате осуществления дея-

тельности по обращению с опасными отходами. При оформлении данного раздела следует руководствоваться общими принципами проведения ОВОС, которые изложены в «Положении об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации», утвержденном приказом Госкомэкологии России от 16.05.2000 № 372 (зарегистрирован в Минюсте России 04.07.2000 № 2302) [13].

Подготовленные в соответствии с вышеуказанными требованиями Материалы обоснования деятельности по обращению с опасными отходами представляются для государственной экологической экспертизы в специально уполномоченный в области проведения государственной экологической экспертизы орган исполнительной власти в двух экземплярах. Государственная экологическая экспертиза проводится при условии ее предварительной оплаты заказчиком в полном объеме.



Рис. 15. Процесс подготовки к получению лицензии на деятельность по обращению с опасными отходами

Для облегчения действий природопользователей рекомендуется следующий порядок действий при подготовке к получению лицензии и взаимодействия хозяйствующего субъекта с органами управления (рис. 15).

Выдаваемая в результате этого лицензия на деятельность природопользователя по обеспечению экологической безопасности при обращении с опасными отходами является интегральным документом.

5.6. Лимиты на размещение отходов и плата за размещение отходов

В соответствии с законодательством Российской Федерации каждое предприятие обязано иметь разрешительный документ (лимит) на размещение отходов.

В лимитах указывается предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которое разрешается размещать определенным способом на установленный срок в конкретных объектах с учетом экологической обстановки на данной территории.

Лимиты на размещение отходов устанавливаются территориальные органы Ростехнадзора в соответствии с нормативами предельно допустимых вредных воздействий на окружающую природную среду и с учетом наличия соответствующих объектов для экологически безопасного размещения отходов, а также возможности применения технологий использования (обезвреживания) данных отходов.

Индивидуальные предприниматели и юридические лица, осуществляющие деятельность в области обращения с отходами, разрабатывают проекты нормативов образования отходов и лимитов на их размещение. Процедура разработки проектов и лимитов и их утверждения определена постановлением Правительства РФ от 16.07.2000 № 461 «О Правилах разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение» [14].

В соответствии с данным постановлением лимит на размещение отходов утверждается сроком на 5 лет при условии ежегодного подтверждения неизменности технологических процессов и используемого сырья. Для получения лимита природопользователь обязан представить в территориальный орган Ростехнадзора соответствующие документы.

Согласно всемирно распространенному принципу «загрязнитель платит», в Российской Федерации взимается плата за загрязнение окружающей среды, в том числе при размещении отходов.

Исчисление платы производится в порядке, определенном постановлением Правительства РФ от 28.08.1992 № 632 «Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия» [15] с использованием нормативов платы, утвержденных постановлением Правительства РФ от 12.06.2003 № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» [16].

Внесение компенсационного платежа за размещение отходов производства и потребления относится к обязанности собственника отходов. Не следует путать компенсационный платеж за размещение отходов (смысл которого в компенсации негативного воздействия на окружающую среду, оказываемого при размещении конкретных отходов) с эксплуатационными платежами (тарифами, которые устанавливаются полигонами, исходя из затрат на эксплуатацию данного полигона).

Таким образом, на предприятии должна существовать целая система управления отходами. Эту систему управления можно определить как часть общей (интегрированной) системы управления предприятием, которая включает в себя организационную структуру, деятельность по планированию, обязанности и ответственность, практику, процедуры, процессы и ресурсы для формирования, внедрения, достижения, анализа и актуализации (а также оптимизации) политики в сфере обращения с отходами на предприятии. Важным условием устойчивого функционирования такой системы является периодический анализ результатов экологической политики в области обращения с отходами, оценка эффективности системы управления отходами и совершенствование (оптимизация) этой системы.

Глава 6. ШУМ И ВИБРАЦИЯ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

6.1. Шум в окружающей среде

Звук (или тон) – это акустическое гармоническое колебание с определенной частотой, а *шум* – это комплекс звуков разной частоты.

Физические характеристики звука:

- частота колебаний f , Гц;
- звуковое давление p , Па;
- интенсивность (или сила) звука i , Вт/м².

Частота колебаний – это число колебаний в секунду, характеризует высоту тона.

Звуковое давление – это силовая характеристика звукового поля, разность полного давления в волне и атмосферного. Оно оценивается среднеквадратичной величиной, т.е. средней за период колебаний.

Величина звукового давления непосредственно воспринимается микрофоном шумомерической аппаратуры.

Интенсивность звука – это энергетическая характеристика поля, поток звуковой энергии, проходящий в единицу времени через единицу площади. Она связана со звуковым давлением соотношением:

$$I = \frac{p^2}{\rho \cdot c},$$

где ρ – плотность среды, кг/м³; c – скорость звука, м/с; $\rho \cdot c$ – удельное акустическое сопротивление среды, кг/м²·с.

Слуховые ощущения вызываются колебаниями упругой среды, которые представляют собой механические колебания, распространяющиеся в газообразной, жидкой или твердой среде и воздействующие на организм. При этом колебания среды воспринимаются как звук только в определенной области частот (16 Гц...20 кГц) и при звуковых давлениях, превышающих порог слышимости человека. Частоты колебаний среды, лежащие ниже диапазона слышимости, называют *инфразвуком*, выше – *ультразвуком*.

Процесс доведения звуковых колебаний воздушной среды до чувствительных окончаний слуховых волокон нервной системы происходит через преобразование акустического сигнала в электрический. В результате сложного взаимодействия в сфере нервной деятельности создается звуковой образ, адекватный реальному.

Шумовое загрязнение в городах практически всегда имеет локальный характер и преимущественно вызывается средствами транспорта – городского, железнодорожного и авиационного. Уже сейчас на главных магистралях крупных городов уровни шумов превышают 90 дБ и имеют тенденцию к усилению ежегодно на 0,5 дБ, что является наибольшей опасностью для окружающей среды в районах оживленных транспортных магистралей. Как показывают исследования медиков, повышенные уровни шумов способствуют развитию нервно-психических заболеваний и гипертонической болезни. Насыщение окружающего пространства шумами повышенной интенсивности может привести к искажению звуковой информации и нарушению слуховой активности человека.

Борьба с шумом в центральных районах городов затрудняется плотностью сложившейся застройки, из-за которой невозможно строительство шумозащитных экранов, расширение магистралей и высадка деревьев, снижающих на дорогах уровни шумов. Таким образом, наиболее перспективными решениями этой проблемы являются снижение собственных шумов транспортных средств (особенно трамвая) и применение в зданиях, выходящих на наиболее оживленные магистрали, новых шумопоглощающих материалов, вертикального озеленения домов и тройного остекления окон.

Особую проблему представляет шум в производственных условиях. Однако там воздействие шума ограничивается длительностью смены, либо разработкой организационно-технических мероприятий по снижению воздействия шума на рабочих местах.

Задачи по снижению шумового загрязнения окружающей среды от работающего оборудования решаются:

- путем снижения шума в источнике за счет улучшения конструкции агрегата или изменения технологического процесса;
- снижения шума на путях его распространения за счет создания санитарно-защитной зоны вокруг предприятия, установки специальных глушителей, экранов и кожухов и др;
- архитектурно-строительных и планировочных решений. Эти мероприятия включают: посадку лесополосы; строительство насыпей, соответствующее размещению шумного оборудования по отношению к жилому району; звукоизоляцию окон шумных помещений; применение устройств звукопоглощения (например, специальных глушителей диссипативного типа, в которых за счет поглощения шума рыхловолокнистыми и пористыми материалами звуковая энергия превращается в тепло).

Нормирование уровня шума для населения осуществляется в соответствии с «Санитарно-эпидемиологическими требованиями к жилым зданиям и помещениям» (СанПиН 2.1.2.1002–00) [17]. Допустимыми уровнями постоянного шума являются уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Для ориентировочной оценки допускается использовать уровни звука L_A , дБА.

Допустимыми уровнями непостоянного шума являются эквивалентные (по энергии) уровни звука $L_{Aэкв.}$, дБА, и максимальные уровни звука $L_{Aмакс.}$, дБА.

Оценка непостоянного шума на соответствие допустимым уровням должна проводиться одновременно по эквивалентному и максимальному уровням звука. Превышение одного из показателей должно рассматриваться как несоответствие настоящим санитарным нормам.

Таблица 3

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в помещения жилых зданий

Наименование помещений, территорий	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука L_A и эквивалентные уровни звука $L_{Aэкв.}$, дБА	Максимальные уровни звука $L_{Aмакс.}$, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Помещения жилых зданий	с 7 до 23	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	с 23 до 7	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45

Для жилых зданий, выходящих окнами на магистрали, при уровне шума выше предельно допустимой нормы, необходимо принимать шумозащитные меры.

6.2. Вибрация и окружающая среда

Вибрация, так же как и звук, инфра- и ультразвук, ударные волны, является постоянно действующим физическим фактором, сопровождающим эволюцию жизни на земле, в процессе которой в живом организме возникали и совершенствовались специальные структуры – *механорецепторы*. Вибрации в окружающей среде создают своеобразное информационное поле, которым некоторые живые организмы успешно пользуются. Так, например, хищные рыбы точно определяют местоположение жертвы по частотно-амплитудным характеристикам колебаний, вызванных движением жертвы. В то же время физиологическое действие на живые структуры инфразвуковых вибраций вызывает угнетение, беспричинный страх, паническое состояние, неадекватное реагирование на происходящее и др.

Деформация и переменные напряжения, возникающие в тканях организма человека, улавливаются множеством рецепторов. Напряжения трансформируются в энергию биоэлектрических или биомеханических процессов.

Таблица 4

Допустимые уровни вибрации в помещениях жилых домов от внутренних и внешних источников

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Допустимые значения по осям X_0, Y_0, Z_0			
	Виброускорения		Виброскорости	
	$\text{м/с}^2 \cdot 10^{-3}$	дБ	$\text{м/с}^2 \cdot 10^{-4}$	дБ
2	4,0	72	3,2	76
4	4,5	73	1,8	71
8	5,6	75	1,1	67
16	11,0	81	1,1	67
31,5	22,0	87	1,1	67
63	45,0	93	1,1	67
Эквивалентные скорректированные значения виброскорости или виброускорения и их логарифмические уровни	4,0	72	1,1	67

В живых организмах происходят собственные колебательные процессы с низкой частотой. Например, резонансная частота сердца – 7 Гц. При воздействии инфразвуковых колебаний от внешних источников с этой частотой происходит разрыв артерий. А при воздействии в противофазе – замораживается кровообращение и происходит остановка сердца.

Физиологические, гигиенические и поликлинические исследования показали, что длительное воздействие вибрации от внешних источников, превышающей на 2...9 дБ нормативные значения даже малой интенсивности, в условиях жилища вызывают функциональные изменения центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. Эти изменения проявляются в виде удлинения скрытого времени слуховой и зрительно-моторной реакций, развития вегетативно-сосудистой дистонии и гипертонической болезни и др.

Оценку вибрационных процессов, происходящих в окружающей среде, проводят с помощью таких характеристик, как вибросмещение (мгновенное значение отклонения колеблющегося элемента относительно положения равновесия), виброскорость и виброускорение.

Согласно СанПиН 2.1.2.1002–00 допустимые уровни постоянных вертикальных и горизонтальных вибраций определяют средние квадратические значения виброускорения – a (м/с^2) и виброскорости – v (м/с) или их логарифмические уровни – L_a , L_v соответственно, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц, выраженные в дБ.

Глава 7. ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. Теоретические сведения о радиации

Развитие жизни на Земле всегда происходило в присутствии естественного радиационного фона окружающей среды, создаваемого солнечной радиацией, космическим излучением и излучением естественно распределенных природных радиоактивных веществ (в горных породах, почве, атмосфере).

В силу постоянно проходящей на Солнце неуправляемой ядерной реакции все живое на Земле всегда подвергалось воздействию этого ионизи-

рующего источника. Особенностью этого излучения является его повсеместное воздействие и относительное постоянство его уровней в каждой точке земной поверхности в течение длительного периода времени. Это излучение называется *фоновым излучением*, измеряется приборами в мкр/час и в среднем по планете равно 11 мкр/час на высоте уровня моря.

Электромагнитное излучение Солнца составляет 91 % от всей энергии, поступающей к нам из космоса. Часть этой энергии – *видимые* лучи (несущие максимум энергии), часть – *невидимые* (ультрафиолетовые и инфракрасные).

Видимое излучение необходимо для фотосинтеза растений, является информацией об окружающей среде, носителем ее энергии.

Животный мир и человек нуждаются в определенных дозах ультрафиолета. Органическое, живое вещество, насыщенное этой энергией, становится химически активным, и эта энергия затем передается по всей пищевой цепочке. Основная защита от чрезмерного поступления ультрафиолета на планету – озоновый слой атмосферы на высотах 10–50 км. Ультрафиолетовое излучение, воздействуя на человека, проникает вглубь тканей, и под его влиянием, а также в качестве защитной реакции организма в коже, активизируются *меланины* (придают цвет загорелой коже), активно поглощающие ультрафиолетовые лучи. Чрезмерное облучение может вызвать ожоги и раковые новообразования (в виде отмерших клеток организма), которые могут привести к развитию заболевания.

В соответствии с Законом «*О радиационной безопасности населения*» [18] *естественный радиационный фон* – доза излучения, создаваемая космическим излучением, природных радионуклидов, естественно распределенных в земле, воде, воздухе, других элементах биосферы, пищевых продуктах и организме человека.

Эффективная доза – величина воздействия ионизирующего излучения, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности.

Радиационная безопасность населения – состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.

Естественный фон создает *внешнее* и *внутреннее* облучение. Мощность дозы естественного фона зависит от высоты над уровнем моря, ши-

роты места, активности Солнца, количества и вида радионуклидов в горных породах и почве (внешнее облучение) и их возможного поступления в организм с воздухом, водой, пищей (внутреннее облучение). Многолетние средние значения естественного фона для определенного места не изменяются, однако, для разных мест эти значения могут существенно отличаться между собой по абсолютному значению. Суммарное воздействие на организм внешнего и внутреннего облучения называется *биологическим эквивалентом рентгена (БЭР)*, численно равно $1\text{БЭР} \approx 1\text{Р} \approx 0,01\text{Зв}$. При фоновом значении 11 мкр/час человек получает дозу $\approx 0,1\text{БЭР/год}$.

Принято считать, что средняя продолжительность жизни 70 лет, т.е. человек за свою жизнь получит дозу излучения $\approx 7\text{БЭР}$ или $0,07\text{Зв}$.

Для сведения: человек получает разовую дозу 3БЭР ($0,03\text{Зв}$) облучения при рентгенокопии; при 75БЭР ($0,75\text{Зв}$) – происходят первичные изменения крови; при 450БЭР ($4,5\text{Зв}$) – наступает тяжелая степень лучевой болезни, т.е. это практически смертельная доза для человека (для сравнения, средняя смертельная доза для овцы – 200 БЭР, для крысы – 900 БЭР, для змей – 8000–20 000 БЭР).

Действие одной и той же дозы облучения зависит от времени накопления. Если время больше, то общее поражающее действие меньше, чем при однократном облучении суммарной дозой. Кроме того, это действие, за исключением случаев, когда оно вызывает необратимые генетические изменения, частично блокируется восстанавливающими реакциями организма. Следует иметь ввиду, что мягкие ткани и жидкости полностью поглощают эту энергию, а твердые тела, насыщаясь, отдают часть этой энергии в окружающую среду. Поэтому, например, необходимо через 50–60 лет выводить из эксплуатации атомный реактор, так как находиться вблизи него обслуживающему персоналу становится опасным для жизни. Насыщение костной ткани человека приводит к омертвлению ближайших к ней клеток мягких тканей, которые отторгаются от живых клеток. Это заболевание называют *острой лучевой болезнью (ОЛБ)*. Она сопровождается сильными болевыми ощущениями, быстро прогрессирует и практически пока не излечивается. При длительном постепенном облучении дозами немногим выше предельно допустимых *формируется хроническая лучевая болезнь (ХЛБ)*. Отдаленными последствиями ХЛБ могут быть *лейкоз, опухоли* и другие заболевания, приводящие к летальному исходу через

10–25 лет. Кроме этих заболеваний могут быть *локальные лучевые повреждения, лучевой ожог, лучевая катаракта, лучевое бесплодие.*

Кроме того, могут проявляться *стохастические (вероятностные) эффекты* излучения, не имеющие дозового порога. Основными из них являются канцерогенные (злокачественные опухоли, лейкозы – злокачественные изменения кровообразующих клеток) и генетические (наследственные болезни, обусловленные генными мутациями) эффекты. При лейкозе, например, убиваются красные кровяные тельца, являющиеся носителем энергии и питательных веществ для всего организма. Недостаток красных кровяных телец приводит к постепенному истощению организма. Заболевание называется *лейкемией (белокровием).*

Все источники ионизирующих излучений можно разделить на три группы:

– природные (космическое излучение и естественно-радиоактивные нуклиды, содержащиеся в земной коре и объектах окружающей среды);

– техногенные – это источники, образующиеся за счет добычи полезных ископаемых (урансодержащих), использования строительных материалов минерального происхождения, сжигания ископаемого топлива, в частности угля, приводящее к выбросу естественных радионуклидов (радия-226,228, тория-232 и др.). В результате происходит локальное изменение распределения естественных источников радиации, что приводит к изменению радиационного воздействия в отдельных условиях жизнедеятельности. Они создают *техногенный радиационный фон от естественных радионуклидов;*

– антропогенные – источники радиации, созданные человеком (рентгеновские аппараты, ускорители, ядерные реакторы, термоядерные установки и др.).

7.2. Нормы радиационной безопасности

Главной целью радиационной безопасности является охрана здоровья населения, включая персонал, от вредного воздействия ионизирующего излучения путем соблюдения основных принципов и норм радиационной безопасности без необоснованных ограничений полезной деятельности при использовании излучения в различных областях хозяйства, в науке и медицине.

Нормы радиационной безопасности определены *Санитарными правилами СП 2.6.1.758-99 «Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)»* [19] и применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения. Нормы распространяются на следующие виды воздействия ионизирующего излучения на человека:

- в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников излучения;
- в результате радиационной аварии;
- от природных источников излучения;
- при медицинском облучении.

Требования по обеспечению радиационной безопасности сформулированы для каждого вида облучения. Суммарная доза от всех видов облучения используется для оценки радиационной обстановки и ожидаемых медицинских последствий, а также для обоснования защитных мероприятий и оценки их эффективности.

Нормирование осуществляется отдельно для всех категорий трудящихся – лиц, работающих с техногенными источниками излучения (группа А) или находящихся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б) и населения (группа В).

Для категорий облучаемых лиц устанавливаются три класса нормативов:

- основные пределы доз (ПД), приведенные в табл. 5;
- допустимые уровни монофакторного воздействия (для одного радионуклида или одного вида внешнего облучения), являющиеся производными от основных пределов доз: пределы годового поступления (ПГП), допустимые среднегодовые объемные активности (ДОВА), среднегодовые удельные активности (ДУА) и другие;
- контрольные уровни (дозы, уровни активности, плотности потоков и др.). Их значения должны учитывать достигнутый в организации уровень радиационной безопасности и обеспечивать условия, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого.

Основные пределы доз

Нормируемые величины (1)	Пределы доз	
	Персонал (гр. А) (2)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год.	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год.

Примечания:

(1) Допускается одновременное облучение до указанных пределов по всем нормируемым величинам.

(2) Основные пределы доз, как и все остальные допустимые уровни облучения персонала группы Б, равны 1/4 значений для персонала группы А. Далее в тексте все нормативные значения для категории персонал приводятся только для группы А.

Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

Эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) – 1000 мЗв, а для населения за период жизни (70 лет) – 70 мЗв. Для женщин в возрасте до 45 лет, работающих с источниками излучения, вводятся дополнительные ограничения: эквивалентная доза на поверхности нижней части области живота не должна превышать 1 мЗв в месяц, а поступление радионуклидов в организм за год не должно быть более 1/20 предела годового поступления для персонала. В этих условиях эквивалентная доза облучения плода за 2 месяца невыявленной беременности не превысит 1 мЗв. Для студентов и учащихся старше 16 лет, проходящих профессиональное обучение с использованием источников излучения, годовые дозы не должны превышать значений, установленных для персонала группы Б.

Планируемое облучение персонала группы А выше установленных пределов доз при ликвидации или предотвращении аварии может быть разрешено только в случае необходимости спасения людей и (или) предотвращения их облучения. Планируемое повышенное облучение допускается для мужчин старше 30 лет лишь при их добровольном письменном

согласии, после информирования о возможных дозах облучения и риске для здоровья.

Повышенное облучение не допускается:

– для работников, ранее уже облученных в течение года в результате аварии или запланированного повышенного облучения с эффективной дозой 200 мЗв или с эквивалентной дозой, превышающей в четыре раза соответствующие пределы доз, приведенные в табл. 5;

– для лиц, имеющих медицинские противопоказания к работе с источниками излучения.

Эффективная доза облучения *природными источниками излучения* всех работников, включая персонал, не должна превышать 5 мЗв в год в производственных условиях (любые профессии и производства). Воздействие космических излучений на экипажи самолетов нормируется как природное облучение в производственных условиях.

Принципы контроля и ограничения радиационных воздействий в медицине основаны на получении необходимой и полезной диагностической информации или терапевтического эффекта при минимально возможных уровнях облучения. При этом не устанавливаются пределы доз, но используются принципы обоснования назначения радиологических медицинских процедур и оптимизации мер защиты пациентов.

При проведении профилактических медицинских рентгенологических исследований и научных исследований практически здоровых лиц годовая эффективная доза облучения этих лиц не должна превышать 1 мЗв. Лица (не являющиеся работниками рентгенорадиологического отделения), оказывающие помощь в поддержке пациентов (тяжелобольных детей) при выполнении рентгенорадиологических процедур, не должны подвергаться облучению в дозе, превышающей 5 мЗв в год.

Радиационный контроль является важнейшей частью обеспечения радиационной безопасности, начиная со стадии проектирования радиационно-опасных объектов. Он имеет целью определение степени соблюдения принципов радиационной безопасности и требований нормативов, включая непревышение установленных основных пределов доз и допустимых уровней при нормальной работе, получение необходимой информации для оптимизации защиты и принятия решений о вмешательстве в случае радиационных аварий, загрязнения местности и зданий радионуклидами, а также на территориях и в зданиях с повышенным уровнем при-

родного облучения. Радиационный контроль применяется ко всем источникам излучения.

Радиационному контролю подлежат:

- радиационные характеристики источников излучения, выбросов в атмосферу, жидких и твердых радиоактивных отходов;
- радиационные факторы, создаваемые технологическим процессом на рабочих местах и в окружающей среде;
- радиационные факторы на загрязненных территориях и в зданиях с повышенным уровнем природного облучения;
- уровни облучения персонала и населения от всех источников излучения, на которые распространяется действие настоящих норм.

Требования по обеспечению радиационной безопасности населения и работников организаций нефтегазового комплекса (НГК) Российской Федерации при обращении с производственными отходами с повышенным содержанием природных радионуклидов, включая организацию и проведение радиационного контроля на всех этапах, определены *Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.6.6.1169–02. Радиоактивные отходы. «Обеспечение радиационной безопасности при обращении с производственными отходами с повышенным содержанием природных радионуклидов на объектах нефтегазового комплекса Российской Федерации»* [20]. Правила являются обязательными для исполнения на территории Российской Федерации всеми юридическими и физическими лицами независимо от их ведомственной принадлежности и формы собственности, которые в своей деятельности осуществляют геологические изыскания (разведку), добычу, переработку и транспортировку нефти и газа (газового конденсата), а также ремонт и техническое обслуживание оборудования, сбор, переработку, транспортирование и захоронение производственных отходов предприятий нефтегазовой отрасли.

Потенциально источниками производственного облучения работников организаций отрасли являются:

- промышленные воды, содержащие природные радионуклиды;
- загрязненные природными радионуклидами территории (отдельные участки территорий) нефтегазодобывающих и перерабатывающих предприятий;

– отложения солей с высоким содержанием природных радионуклидов на технологическом оборудовании и поверхностях рабочих помещений;

– загрязненные природными радионуклидами транспортные средства и технологическое оборудование, направляемое в ремонт и в места их временного хранения;

– технологические процессы, в результате которых в воздух рабочих помещений могут интенсивно поступать изотопы радона ((^{222}Rn) и (^{220}Rn)), а также образующиеся из них короткоживущие дочерние продукты (очистка буллитов и РВС, ремонт технологического оборудования и др.);

– производственная пыль с высоким содержанием природных радионуклидов в воздухе рабочей зоны (очистка буллитов и РВС, резка труб и другого технологического оборудования и др.);

– производственные отходы с повышенным содержанием природных радионуклидов.

Оценка радиационной обстановки на предприятиях и объектах НГК производится по данным радиационного контроля, в том числе производственного радиационного контроля, с учетом доз производственного облучения работников природными источниками излучения, а также категории производственных отходов и их объемов.

Индивидуальная годовая эффективная доза производственного облучения работников организаций за счет всех природных источников излучения при обращении с производственными отходами с повышенным содержанием природных радионуклидов не должна превышать 5 мЗв/год.

При дозах облучения более 1 мЗв/год соответствующие работники относятся к лицам, подвергающимся повышенному производственному облучению природными источниками излучения.

Если индивидуальные годовые эффективные дозы облучения всех работников организации не превышают 1 мЗв/год, то дальнейший радиационный контроль на предприятии не является обязательным. Однако при существенном изменении характеристик технологических процессов, которые могут привести к увеличению уровней облучения работников, следует провести их повторное обследование.

Для работников, дозы облучения которых находятся в пределах от 1 до 2 мЗв/год, устанавливается периодический радиационный контроль рабочих мест с наибольшими уровнями облучения.

Если индивидуальные годовые эффективные дозы облучения работников превышают 2 мЗв/год, но не превышают 5 мЗв/год, то для них устанавливается постоянный радиационный контроль и осуществляются мероприятия по снижению доз облучения. Порядок, объем и периодичность производственного радиационного контроля, а также план мероприятий по снижению уровней облучения работников устанавливаются в программе производственного контроля, которая должна быть согласована с главным врачом (его заместителем) территориального центра госсанэпиднадзора и утверждена руководителем организации.

При установлении превышения норматива производственного облучения работников природными источниками (5 мЗв/год), руководитель организации должен принять все необходимые меры по снижению облучения работников.

При невозможности оперативного снижения уровней облучения работников ниже установленного норматива, допускается временно, по согласованию с органами госсанэпиднадзора, приравнять соответствующих работников организации по условиям труда к персоналу группы А, работающему с техногенными источниками ионизирующего излучения.

Инструментальные измерения для целей оценки уровней облучения работников и населения, а также установления категории производственных отходов проводится аккредитованными в соответствующих областях измерений лабораториями радиационного контроля по методикам, утвержденным в установленном порядке. Результаты радиационного контроля заносятся в протоколы измерений.

Постановлением Правительства РФ от 28 января 1997 г. № 93 «О порядке разработки радиационно-гигиенических паспортов организаций и территорий» введена обязательная паспортизация организаций и территорий, которая является государственной системой оценки влияния основных источников ионизирующего излучения (техногенных и естественных) и направлена на обеспечение радиационной безопасности населения в зависимости от состояния среды обитания и условий жизнедеятельности, сопряженной с другими системами наблюдения за ионизирующим излучением.

Радиационно-гигиенические паспорта организаций и территорий должны включать:

- оценку радиационной безопасности населения (персонала);
- информацию о территориях и группах риска населения (персонала), подверженных повышенным уровням воздействия ионизирующего излучения;
- прогноз радиационной ситуации в организациях, использующих источники ионизирующих излучений, и на территориях;
- рекомендации, необходимые для планирования, проведения мероприятий и принятия решений, связанных с обеспечением радиационной безопасности населения (персонала);
- анализ эффективности проводимых мероприятий, связанных с обеспечением радиационной безопасности населения (персонала);
- информацию, необходимую для принятия решений органами управления.

Ведение радиационно-гигиенических паспортов организаций и территорий основано на единых методологических принципах, направленных на охрану здоровья населения и снижение отрицательного воздействия ионизирующего излучения.

Глава 8. ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

8.1. Характер воздействия электромагнитных полей на биологические объекты

В современном и многообразном мире проблемы состояния среды обитания и здоровья населения приобретают первостепенное значение. Общеизвестно, что человек и окружающая среда находятся под постоянным воздействием различных факторов, создаваемых источниками как естественного, так и техногенного (искусственного) характера. Одним из таких факторов, характеризующих окружающую среду, является электромагнитное излучение (ЭМИ).

Естественными источниками электромагнитных полей являются: радиоизлучения Солнца и галактик, атмосферное электричество, квазистатические электрические и магнитные поля Земли.

Электрическое поле Земли. Электрическое поле (ЭП) Земли направлено перпендикулярно к земной поверхности, заряженной отрицательно относительно верхних слоев атмосферы. В общем случае можно считать, что это поле у поверхности земли однородно и постоянно по величине, если пренебречь изменениями величины напряженности ЭП на локальных территориях вследствие сезонности (зима – лето) и суточными изменениями, связанными с грозовой деятельностью. На земном шаре имеются отдельные области, где величина вертикальной составляющей напряженности ЭП имеет значение намного выше («положительные аномалии») или ниже («отрицательные аномалии») среднего.

Вспышки на Солнце вызывают изменение атмосферного электрического поля, в результате чего усиливается грозовая деятельность в атмосфере. Разряды молний в атмосфере являются естественным источником низкочастотных волн в диапазоне от сотен герц до десятков мегагерц. *Молния* – искровой разряд атмосферного электричества, возникающий между облаками или между облаками и землей. Она может быть линейной, шаровой и точечной (состоящей из ярких сферических и продолговатых тел). Мощность молний грандиозна: скорость движения около 150 км/с, динамическое давление до 100 кгс/см². Сила тока линейной молнии достигает 100 тыс. ампер, длительность до 0,1мс, напряжение – миллион вольт. Длина линейной молнии – до нескольких километров. На континентах тропического пояса площадь, занятая грозами, максимальна и достигает 500–600 тыс. км² (с 15 до 20 часов местного времени). В высоких широтах она значительно меньше. Интенсивность грозовой деятельности всегда и везде минимальна в утренние часы и повышается к ночи. Уменьшается интенсивность и в годы «спокойного» солнца, когда количество магнитных бурь минимально.

Для атмосферы характерны следующие виды излучений:

- интенсивное излучение при грозовых разрядах (его частота и длительность зависят от величины и интенсивности разрядного тока);
- предгрозное радиоизлучение;
- непрерывно-шумовое радиоизлучение грозовых облаков и циклонов (на частотах от сотен килогерц до сотен мегагерц).

Магнитное поле Земли. Более сложную картину представляет собой магнитное поле (МП) Земли (рис. 16), напоминающее по форме поле большого магнита, но оно в сотни раз слабее, чем поле между двумя концами подковы обычного школьного магнита. Однако земное магнитное поле занимает огромный объем, простираясь на десятки тысяч километров от поверхности земли. А так как энергия МП пропорциональна объему, то влияние земного поля на процессы в окрестностях планеты весьма велико.

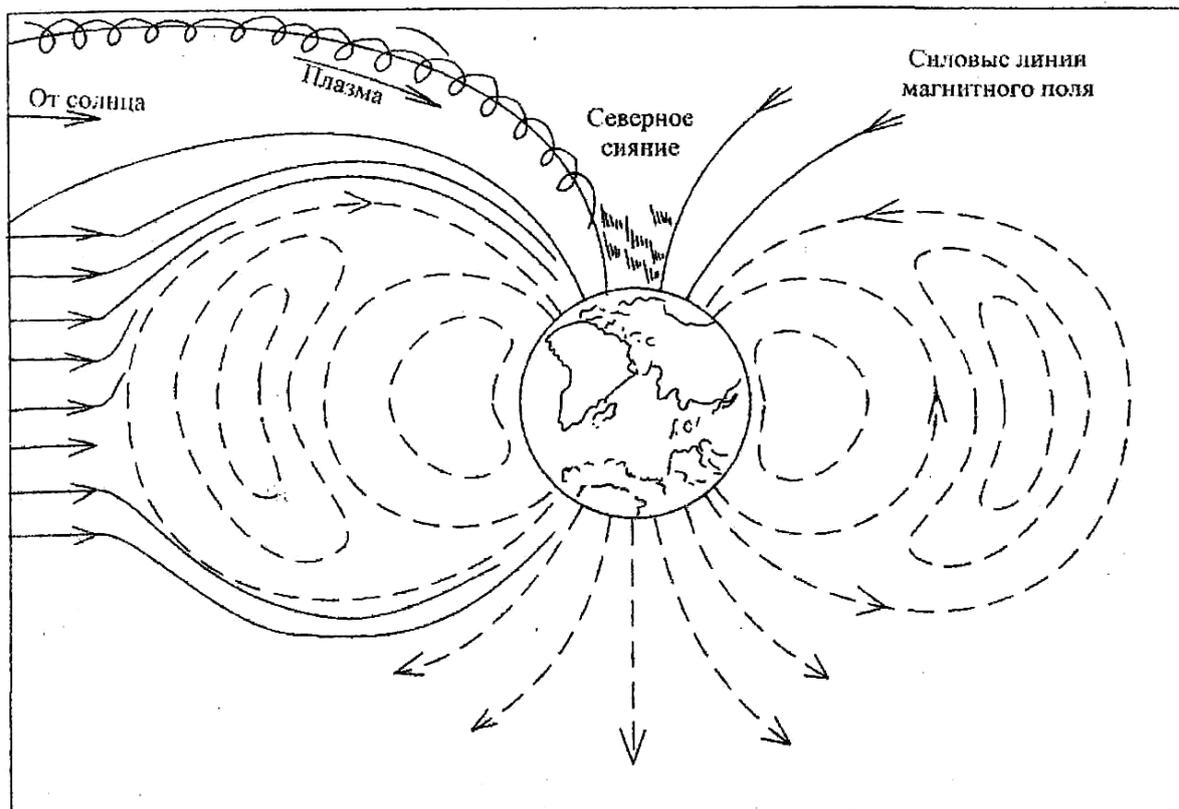


Рис. 16. Магнитное поле Земли

Постоянное магнитное поле нашей планеты состоит из двух частей. Основная часть поля обусловлена процессами в земном ядре, другая – вызывается горными породами, получившими намагниченность еще за время своего образования. Магнитное поле, создаваемое намагниченностью горных пород, на локальных территориях изменяется с изменением тех напряжений, в которых находятся горные породы в земной коре.

Земля постоянно находится в потоке «солнечного ветра», который образуется вследствие непрерывного расширения плазмы солнечной короны и состоит из заряженных частиц (протонов, ядер и ионов гелия) и более тяжелых положительных ионов и электронов.

Препятствием для «солнечного ветра» служит магнитное поле Земли, образующее магнитосферу. Частицы солнечной плазмы обтекают магнитосферу и попадают в так называемые магнитные ловушки и таким образом частицы высоких энергий (протоны и электроны) образуют радиационный пояс Земли, где присутствует повышенная космическая радиация. Иначе говоря, магнитосфера исполняет роль экрана, задерживающего вредные для живых организмов излучения.

Напряженность магнитного поля направлена по касательной к магнитным силовым линиям, поэтому у экватора максимальна горизонтальная составляющая напряженности, а на полюсах – ее вертикальная составляющая.

Электрическое и магнитное поля Земли, а также специфические слои воздушной оболочки Земли играют существенную роль в распределении и преобразовании солнечного излучения.

Солнечное излучение непостоянно по времени и составу. Оно имеет свои минимумы и максимумы, а также свою периодичность в их чередовании. В годы солнечной активности, достигающей максимума один раз в 11 лет, усиливается ультрафиолетовое, рентгеновское, радиоизлучение и выбрасывается огромное количество заряженных частичек – корпускул. Поток корпускул, встречаясь с магнитным полем Земли, воздействует на него, искажая сложившуюся картину МП. Возникает так называемая магнитная буря, т.е. быстрые и беспорядочные изменения магнитного поля. Потоки корпускул «стекают» в полярные широты и там возникают полярные сияния.

При магнитной буре плотность МП Земли со стороны Солнца увеличивается, а с противоположной «теневого» стороны – МП разрежается (рис. 17). Кроме того, искажается сама форма магнитного поля.

Учитывая суточное вращение Земли, все мы в период магнитных бурь оказываемся в постоянно изменяющемся магнитном поле. Это явление вызывает у некоторых людей ухудшение состояния здоровья либо определенный дискомфорт, что доказывает корреляционный анализ рядов данных по уровню возмущения геомагнитного поля и медицинских данных (магнитные бури – частота вызовов скорой помощи, частота инфарктов, количество смертей и т.д.). Установлено наличие связи числа «биосферных эксцессов» (резких изменений характеристик жизнедеятельности организма и последствий этого) с периодичностью магнитных бурь (например, магнитные бури – количество ДТП); в частности, наблюдается

27-дневная повторяемость биосферной реакции, что соответствует повторяемости магнитных бурь с таким же периодом.

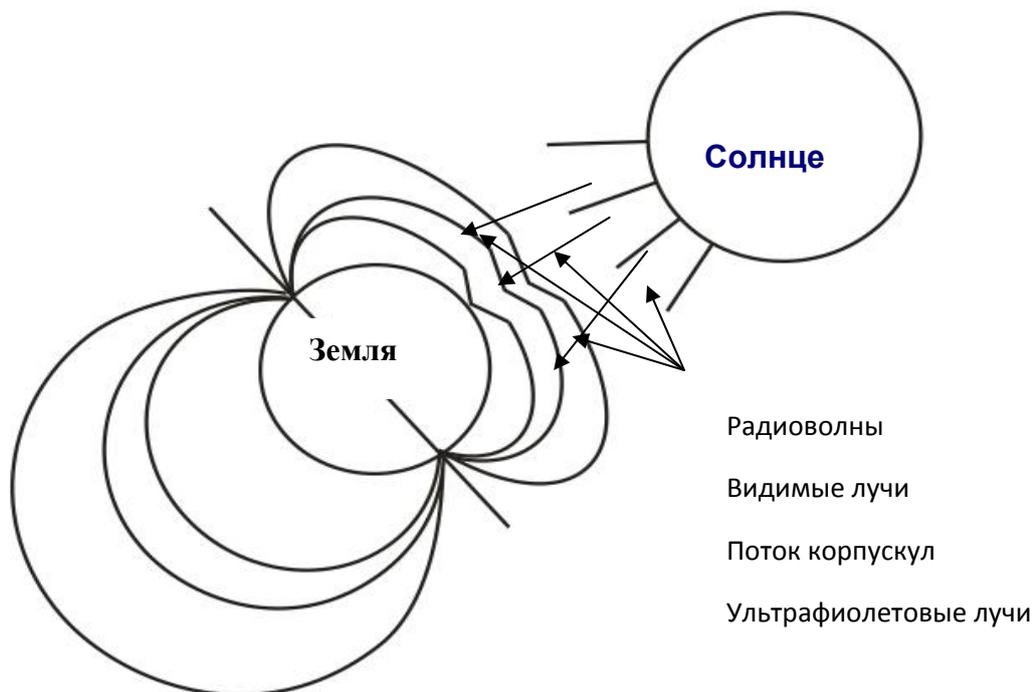


Рис. 17. Изменение формы магнитного поля Земли под воздействием солнечной вспышки

С началом магнитной бури и даже раньше ее протекает большое число разнообразных нестационарных процессов. Магнитные бури большой интенсивности могут вносить помехи в работу радиоэлектронных устройств. Активное излучение Солнца, воздействуя на высокие слои атмосферы, существенно влияет на циркуляцию воздушных масс, что отражается на погоде и климате всей Земли.

С точки зрения медицины и электромагнитобиологии в настоящее время уже не вызывает сомнений тот факт, что ЭМП естественного происхождения (естественный электромагнитный фон Земли) следует рассматривать как один из важнейших экологических факторов. Естественные ЭМП совершенно необходимы для нормальной жизнедеятельности, а их техногенное увеличение или дефицит приводит к серьезным негативным (порой даже необратимым) последствиям для живого организма.

Каждый человек круглосуточно находится под воздействием природных и техногенных ЭМП широчайшего частотного диапазона, разнообразно модулированных и случайным образом изменяющихся во времени и

пространстве. Мы живем в электромагнитном океане, в котором подавляющее большинство электромагнитных излучений пронизывает наш организм так же, как свет проходит через стекло. При этом какая-то часть мощности облучения (в зависимости от длины волны) остается в организме, производя в нем какую-то работу, т. е. воздействуя определенным образом на различные биологические системы. Результат этой работы может быть как полезным, так и негативным. Это зависит от мощности облучения, времени воздействия, площади поражаемой незащищенной поверхности тела, уровня адаптации каждого индивидуума к воздействию ЭМИ.

8.2. Формирование уровня адаптации к воздействию ЭМИ

Применительно к воздействию излучений от естественных источников, биологические организмы адаптированы вследствие своего эволюционного развития. Мысль о том, что живые организмы чувствуют изменения магнитного поля, высказывалась давно в связи со способностью птиц ориентироваться в пространстве. Оказалось, что, действительно, есть необычайно чувствительные к магнитному полю живые существа – бактерии, пчелы, голуби, дельфины, саламандры и др. Они обладают такой способностью благодаря присутствию зерен магнетита Fe_3O_4 в нервных окончаниях. Это помогает им ориентироваться в пространстве в условиях невозмущенного магнитного поля, но этот механизм может отказать во время магнитных бурь. Кроме того, птицы, пролетая над магнитными аномалиями, испытывают затруднения в выборе курса.

В 2009 году в США погибло около 60 % пчел, в Европейских странах итого больше – около 70 %. Ученые связывают это с потерей ориентации пчел из-за воздействия на них различных источников ЭМИ и, в основном, базовых станций сотовых телефонов. Пчелы погибали из-за того, что не могли вернуться в улей. Это печальное событие может иметь удручающие последствия, так как без опыления продовольственных культур может произойти аграрная катастрофа.

Однако если рассматривать систему «человек и ЭМИ», уровень адаптации к этим излучениям у каждого индивидуума свой.

Степень чувствительности к изменениям геомагнитного поля, уровням электромагнитных полей от источников техногенного происхождения закладывается еще в период внутриутробного развития. В момент форми-

рования той или иной системы нашего организма (нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной и др.) у эмбриона (начиная с четырех – пяти недель) в этих системах отражается весь тот «код» колебаний внешней среды, с которым и пришлось встретиться в этот период. Чувствительность эмбриона к ЭМП значительно выше, чем чувствительность материнского организма. Характер воздействия факторов внешней среды (в рассматриваемой ситуации – ЭМИ) передается развивающемуся организму в виде информации, запоминается, накладываясь на наследственные гены, образует определенный, характерный только для данного организма уровень адаптации к данному фактору. Этот процесс продолжается и после рождения ребенка, вплоть до окончания развития организма. Естественно, что в период становления адаптационного уровня, особенно на его ранних стадиях, необходимо оберегать и организм матери, и организм ребенка от воздействия ЭМИ техногенного характера. Такие меры предусматривают ряд нормативных документов.

Биологические объекты, подобно другим физическим телам, при температуре выше нуля градусов по шкале Кельвина излучают электромагнитные волны, которые фиксируются высокочувствительной аппаратурой. В процессе жизнедеятельности организмов возникают волновые и колебательные процессы, отображаемые электроэнцефалограммой, электрокардиограммой, характеризующими работу сердца и других органов.

Одним из источников возникновения так называемого биополя живого организма, являются биотоки, которые зарождаются в рецепторах различных органов. Например, звуковые волны «заставляют» работать «молоточек» и «наковальню» в органе слуха, механические колебания преобразуются в электрические импульсы малой величины – биотоки, которые затем передаются через нервные окончания в анализатор – центральную нервную систему, где происходит обратное преобразование сигнала в определенную информацию. Таким образом, в зависимости от частоты и силы биотока мы различаем звуки. Подобные сигналы приходят постоянно от всех органов в головной и спинной мозг, где эти сигналы анализируются центральной нервной системой и посылаются обратные сигналы, поддерживающие жизнедеятельность всего организма. Причем эти процессы происходят в организме постоянно, независимо от нашего сознания, и регулируются центральной нервной системой.

В связи с тем, что большинство мягких тканей организма в отношении электропроводности представляют собой электрическое сопротивление, то под воздействием внешних электромагнитных полей в этих тканях возникает множество короткозамкнутых контуров, в которых протекают индукционные токи (иначе – вихревые токи, или токи Фуко). Это явление сопровождается тепловым эффектом, т. е. переходом поглощенной электромагнитной энергии в тепло биоткани, вызывая локальное повышение температуры и вызывая возбуждение терморцепторов. Нагрев особенно опасен для органов со слаборазвитой сосудистой системой с интенсивным кровообращением (глаза, мозг, желудок и др.). При облучении глаз в течение нескольких дней возможно помутнение хрусталика, что может вызвать катаракту.

Одновременно с тепловым эффектом проявляется и резонансный эффект, разрушающий ДНК и нарушающий солевой обмен.

В электролитах, которыми являются жидкие составляющие тканей, крови, межклеточной жидкости и т.п., после приложения внешнего поля появляются ионные токи.

Нагрев тканей и возникновение ионных токов сопровождается специфическим воздействием на биологические ткани, поскольку нарушается тонкая структура электрических потенциалов, мембранная проводимость и, как следствие, циркуляция жидкости в клетках и во всех внутренних органах. Переменное магнитное поле приводит к изменению ориентации магнитных моментов атомов и молекул.

Кроме того, возникшие индукционные и другие токи, пересекая нервные окончания, возбуждают их, вынуждают давать ложный сигнал анализаторам и, тем самым, вносят хаос в работу данного органа и биоритмов в целом. Центральная нервная система старается препятствовать этому, поддерживая биологические ритмы в заданном режиме. При длительном (месяцы, годы), но слабом воздействии нервная система «устает». При сильном, но кратковременном воздействии (например, при импульсных электромагнитных полях) происходит энергетический срыв нервной системы, так как наступают признаки энергетического истощения и угнетения центров головного мозга. В обоих случаях появляются симптомы определенных заболеваний – не зря говорят, что «все болезни от нервов».

Комплекс воздействия ЭМИ на организм человека очень широк. Длительное проживание в зонах воздействия ЭМИ приводит к развитию син-

дрома старения организма: снижается работоспособность и иммунитет, угнетается функция репродуктивной системы, развиваются возрастные патологии в ранние годы. Доказано увеличение лейкозов у детей, проживающих вблизи линий электропередач промышленной частоты, опухолей мозга у работников электротехнических профессий. При воздействии на иммунную систему может происходить изменение белкового обмена, наблюдается определенное изменение состава крови.

Имеющиеся результаты свидетельствуют о возможности комбинированного действия ЭМП и других факторов, т. е. модификации биоэффектов ЭМП как тепловой, так и нетепловой интенсивности под влиянием ряда факторов как физической, так и химической природы. Условия комбинированного действия ЭМП и других факторов позволили выявить значительное влияние ЭМП даже сверхмалых интенсивностей на реакцию организма, а при некоторых сочетаниях может развиваться ярко выраженная патологическая реакция.

Таким образом, совершенствуя настоящее, мы уничтожаем свое будущее!

8.3. Нормирование ЭМИ и меры защиты

В связи с недостаточной изученностью вопроса о возможных воздействиях ЭМИ, а также в целях защиты населения – пользователей подвижных (мобильных) станций сухопутной радиосвязи – Санитарными правилами и нормами (СанПиН 2.1.8/2.3.4.1190–03) рекомендуется женщинам в период беременности и лицам до 18 лет ограничить время пользования подвижными радиостанциями и мобильными телефонами. Рекомендуемый режим пользования такими устройствами – 3–4 минуты разговора – 30–40 минут перерыва. Это время необходимо для адаптации (восстановления) центральной нервной системы, в связи с происходящими во время разговора изменениями в биоэлектрической активности мозга. Следует особо отметить, что электромагнитная энергия, необходимая для связи между сотовым телефоном и базовой станцией, в значительной степени поглощается мозгом, который используется как элемент антенны. Кроме того, мозг ребенка поглощает значительно больше излучения, чем мозг взрослого человека. У малышей мозговая ткань более восприимчива, плюс очень мягкая ушная раковина, и поэтому они ближе, чем взрослые, подносят сам аппарат, сокращая расстояние между головой и телефоном, – сле-

довательно, количество поглощенной энергии мозгом ребенка значительно увеличивается.

Последствия облучения мобильными телефонами у детей (ближайшие расстройства): ослабление памяти, снижение внимания, умственных и познавательных способностей, раздражительность, нарушение сна, склонность к стрессам, эпилептическим реакциям. Возможные удаленные последствия – это опухоли мозга (25–30 лет), болезнь Альцгеймера, депрессивный синдром и другие проявления дегенерации нервных структур головного мозга в пожилом возрасте. Наиболее безвредный способ пользования мобильным телефоном – это вести разговор через гарнитуру.

Уровни электромагнитного излучения, создаваемые объектами системы сотовой связи, нормируются в России в соответствии с Гигиеническими нормативами [24] .

Таблица 6

Временно допустимые уровни воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи (для населения)

Категории облучения	Величина ВДУ ЭМИ	Примечание
Облучение населения, проживающего на прилегающей селитебной территории, от антенн базовых станций	$ППЭ_{ПДУ} = 10 \text{ мкВт/см}^2$	
Облучение пользователей радиотелефонов	$ППЭ_{ПДУ} = 100 \text{ мкВт/см}^2$	Измерение ППЭ следует производить на расстоянии от источника ЭМИ, соответствующего расположению головы человека, подвергающегося облучению

Мобильные телефоны, а также многие другие широко распространенные электронные устройства могут вызывать электромагнитные помехи в работе других электрических приборов. Поэтому следует соблюдать осторожность при использовании мобильных телефонов, в частности, вблизи

чувствительного электронного медицинского оборудования в больничных отделениях интенсивной терапии. В редких случаях мобильные телефоны могут вызывать также помехи в работе некоторых других медицинских приборов, таких как кардиостимуляторы ритма сердца и слуховые аппараты. Лица, пользующиеся такими приборами, должны проконсультироваться с врачом в отношении чувствительности этих приборов к указанным воздействиям.

Исследования функционального состояния пользователя компьютера показали, что при работе с ПЭВМ возможны различные заболевания кожи лица, ощущается сухость кожи рук, могут слоиться ногти на пальцах рук, появляются симптомы заболевания зрительных органов – так называемый «компьютерный зрительный синдром». При длительной систематической работе с ПЭВМ возможно появление близорукости.

Установлено, что даже при кратковременной работе (45 минут) в организме работающего под влиянием электромагнитного излучения монитора происходят значительные изменения гормонального состояния и специфические изменения биотоков мозга. Особенно ярко и устойчиво эти эффекты проявляются у женщин. В связи с чем рекомендуется женщин со времени установления беременности (а по мнению некоторых специалистов – еще до зачатия) переводить на работы, не связанные с использованием ПЭВМ. При невозможности такого перевода для них ограничивается время работы с ПЭВМ (не более трех часов за рабочую смену) при условии соблюдения всех гигиенических требований, установленных для данного рабочего места Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами (СанПиН 2.2.2./2.4.1340–03). Трудоустройство беременных женщин следует осуществлять в соответствии с «Гигиеническими рекомендациями по рациональному трудоустройству беременных женщин», составленными на основе требований СанПиН 2.2.0.555–96.

Этими же Санитарными правилами введены ограничения по времени работы на ПЭВМ лицам до 18 лет. Необходимо строго следить за продолжительностью работы детей с компьютером. В табл. 7 приведены требования, установленные на этот счет в СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 [21].

В зависимости от уровня адаптации к ЭМИ и от общего состояния здоровья (в особенности сердечно-сосудистой системы), некоторые люди испытывают определенный дискомфорт при нахождении в панельных домах, где уровень электромагнитного поля на 10–15 % ниже сложившегося

в данной местности фоновое значения ЭМП, вследствие ослабления влияния излучений металлоконструкциями здания.

Таблица 7

Допустимое время работы детей за компьютером

Дошкольники, возраст (лет)	Максимально допустимое время работы, мин.
5	7
6	10
Школьники, класс	Максимально допустимое непрерывное время работы, мин.
1 (шестилетки)	10
2–5	15
6–8	20
8–9	25
10–11	30 на первом часе занятий, 20 на втором часе

Установлено, что при ослаблении геомагнитного поля (ГМП) Земли в 2–5 раз относительно естественного магнитного поля наблюдается увеличение на 40 % количества заболеваний у людей, работающих в условиях такого помещения, т.е. частота заболеваний у обследованных, сопровождающих синдром иммунологической недостаточности, существенно превышает таковую среди людей, не испытывающих ослабления геомагнитного поля.

Как правило, большинство людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, в период магнитных бурь испытывают головную боль и боли в сердце, разбитость, вялость, плохо спят, становятся раздражительными. Часть из этих людей реагирует на надвигающуюся бурю за день-два, другие – непосредственно в период магнитной бури, третьи – на следующий день. Лишь на вторые сутки после бури артериальное давление обычно вновь стабилизируется.

Это объясняется тем, что во время колебаний магнитного поля в организме изменяется кровоток. Кровь становится гуще и медленнее течет по сосудам. В том числе по тонким сосудам головного мозга. Отсюда головные боли, мигрени, быстрая и вроде бы беспричинная усталость. Нарушается регуляция тонуса сосудов, непредсказуемо скачет артериальное

давление. Но главное, здесь кроются корни более серьезных последствий: сердечно-сосудистых катастроф – инфарктов миокарда, инсультов, тяжелых гипертонических кризов.

В основном взаимодействие ЭМП с биологическими объектами определяется:

- параметрами излучения (частотой или длиной волны, скоростью распространения волны);

- физическими и биохимическими свойствами объекта как среды распространения ЭМП (диэлектрической проницаемостью, электрической проводимостью, длиной электромагнитной волны в ткани, глубиной проникновения, коэффициентом отражения от границы воздух – ткань).

Важно учитывать, что опасность воздействия ЭМП на организм может усугубляться в случаях:

- использования сложных режимов электромагнитных излучений;
- при воздействии на больной организм, в частности, страдающий аллергическими заболеваниями или имеющий генетическую склонность к развитию опухоли;
- при облучении организма в период эмбриогенеза и в детском возрасте;
- при совместном действии ЭМП и других факторов внешней среды обитания человека.

Электромагнитный спектр излучений естественных и многих техногенных источников в зависимости от длины волны (а следовательно, и характера воздействия на организм человека) принято подразделять на составляющие этого спектра.

На многих производствах имеется постоянная необходимость обслуживать эксплуатируемые электроустановки, которые излучают средне-волновый спектр электромагнитных излучений, поэтому необходимо знать характер и специфику воздействия этих излучений на организм человека, необходимые защитные меры для сохранения жизни и здоровья обслуживающего персонала. Рассмотрим этот спектр подробнее.

Инфракрасное излучение (ИК) – часть электромагнитного спектра с длиной волны 0,78–1000 мкм оказывает тепловое воздействие на кожный покров и глаза. Источники излучений – составная часть солнечного спектра, нагретые поверхности твердых тел, расплавленные вещества, открытое пламя и др. Около 60 % тепловой энергии распространяется в окру-

жающей среде путём инфракрасного излучения. Лучистая энергия, проходя почти без потерь пространство, снова превращается в тепловую. Тепловое излучение не оказывает непосредственного воздействия на окружающий воздух, свободно пронизывая его.

Одной из количественных характеристик излучения является *интенсивность теплового облучения*, которую можно определить как энергию, излучаемую с единицы площади в единицу времени (ккал/(м²·ч) или Вт/м²).

Тепловой эффект воздействия облучения зависит от спектра излучения, интенсивности потока облучения, величины излучающей поверхности, размера облучаемого участка организма, длительности облучения, угла падения лучей, теплозащитных свойств одежды, специальных средств и мер защиты.

Воздействие инфракрасного излучения может быть общим и локальным. Длинноволновая часть спектра поглощается поверхностными тканями, а наибольший нагрев кожи вызывают лучи с длиной волны около 3 мкм. Коротковолновая часть спектра, в связи с проникаемостью поверхностных тканей для таких частот, сопровождается нагреванием более глуболежащих тканей. Коротковолновое излучение обладает наибольшей энергией фотонов, которые способны глубоко проникать в ткани организма и интенсивно поглощаться водой, содержащейся в тканях. Повреждающий эффект лучистой теплоты усиливается образованием биологически активных веществ, воздействующих на структурные элементы клеток.

В практических условиях тепловое излучение является интегральным, так как нагретые тела излучают одновременно в широком диапазоне длин волн. При остром повреждении кожи возможны ожоги, резкое расширение артериокапилляров, усиление пигментации кожи. Наиболее характерно проявление таких воздействий при хронических облучениях (например, у сталеваров, стеклодувов, электрогазосварщиков, поваров). Кроме того, у работников «горячих» цехов наблюдаются стойкие сдвиги в иммунной системе, увеличение заболеваний органов дыхания и нарушения в белковом обмене.

В общем случае под действием высоких температур и теплового облучения работающих происходит резкое нарушение теплового баланса в организме, биохимические сдвиги, появляются нарушения сердечно-

сосудистой и нервной систем, усиливается потоотделение, происходит потеря нужных организму солей, нарушение зрения. Все эти изменения могут проявиться в виде заболеваний:

1. *Судорожная болезнь*, вызванная нарушением водно-солевого баланса, характеризуется появлением резких судорог, преимущественно в конечностях.

2. *Перегревание* (тепловая гипотермия) возникает при накоплении избыточного тепла в организме; основным признаком является резкое повышение температуры тела.

3. *Тепловой удар* возникает в особо неблагоприятных условиях: выполнение тяжелой физической работы при высокой температуре воздуха в сочетании с высокой влажностью. Тепловые удары возникают в результате проникновения коротковолнового инфракрасного излучения (до 1,5 мкм) через покровы черепа в мягкие ткани головного мозга. Человек при этом ощущает головную боль, головокружение, учащение пульса и дыхания, потемнение в глазах, нарушение координации движений, возможна потеря сознания. При интенсивном облучении головы происходит отёк оболочек и тканей мозга, проявляются симптомы менингита и энцефалита.

4. Воздействие на состояние верхних дыхательных путей может привести к развитию хронического *ларингоринита, синуситов*.

Главную опасность при воздействии ИК-излучения на глаза представляет термальное поражение сетчатки глаз, помутнение и ожог роговицы, а также травма хрусталика глаза, которая может привести к развитию *катаракты* (помутнение кристалликов) – профессиональное заболевание глаз, возникающее при длительном воздействии инфракрасных лучей с длиной волны 0,78–1,8 мкм.

Поток тепловой энергии, кроме непосредственного воздействия на работников, нагревает пол, стены, перекрытия, оборудование, в результате чего температура воздуха внутри помещения повышается, что также ухудшает условия труда.

В тех производственных помещениях, где используются ИК-излучатели, другие источники ИК-излучений, а допустимые нормативные показатели микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или из-за экономически обоснованной нецелесообразности, следует в целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата проводить защитные мероприятия.

Таковыми мероприятиями могут быть: внедрение системы местного кондиционирования воздуха; воздушное душирование; компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого; применение спецодежды и других средств индивидуальной защиты; оборудование специальных помещений для отдыха; регламентация времени работы: перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы для более раннего ухода на пенсию; доплата за вредные и опасные условия труда и др.

Видимое излучение (400–780 нм). Основным источником видимых световых лучей является Солнце. Излучаемый белый свет состоит из множества цветных лучей (спектра) различной длины волны (в природных условиях – радуга). Видимое излучение может оказывать неблагоприятное воздействие на органы зрения, в первую очередь, за счет высокой яркости изображения источников излучения на сетчатке глаза, высокой освещенности, приводящей к перегреву глазных тканей, и высокой степени пульсации (например, ртутьсодержащие источники освещения, экран монитора), приводящей к повышенной утомляемости персонала на производстве.

Орган зрения – глаз – обладает высокой чувствительностью. Изменение размера зрачка от 1,5 до 8 мм позволяет глазу менять чувствительность в сотни тысяч раз. Сетчатка глаз физиологически не чувствует свет короче 400 и длиннее 780 нм. Наиболее чувствительна сетчатка глаза к желто-зеленым лучам, поэтому их используют в качестве сигнальных цветов.

Видимое излучение обеспечивает зрительное восприятие, дающее около 90 % информации об окружающей среде, влияет на тонус центральной и периферической нервной системы, обмен веществ в организме, его иммунные и аллергические реакции, на работоспособность и самочувствие человека. Недостаточное освещение рабочего места затрудняет зрительную работу, вызывает повышенную утомляемость и способствует развитию близорукости. Слишком низкие уровни освещенности вызывают апатию и сонливость. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме и ослаблением его реактивности. К таким же последствиям приводит длительное пребывание в световой среде с ограниченным спектральным составом света и монотонным режимом освещения.

Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения. Воздействие чрезмерной яркости может вызвать фотоожоги глаз и кожи, катаракту и другие нарушения.

При обеспечении безопасности необходимо учитывать время, требуемое для адаптации глаза. Приспособление зрительного анализатора к большей освещённости называется *световой адаптацией*. Она требует от 1–2 до 8–10 минут. Приспособление глаза к плохой освещённости (расширение зрачка и повышение чувствительности) называется *темновой адаптацией* и требует от 40 до 80 минут.

В период адаптации глаз деятельность человека связана с определённой опасностью. Чтобы исключить необходимость адаптации или уменьшить её влияние, в производственных условиях не разрешается использовать только одно местное освещение. Необходимо применять меры для защиты человека от слепящего действия источников света и различных блестящих поверхностей, устраивать тамбуры при переходе из тёмного помещения (например, в фотолабораториях) в нормально освещённое и др.

С позиции безопасности должны учитываться все отклонения от нормы в восприятии цвета. К этим отклонениям относятся: цветовая слепота, дальтонизм и гемералопия («куриная слепота»). Человек, страдающий *цветовой слепотой*, воспринимает все цвета как серые. *Дальтонизм* – частный случай цветовой слепоты. *Дальтоники* обычно не различают красный и зелёный цвета, а иногда жёлтый и фиолетовый. Им эти цвета кажутся серыми. Статистически примерно 5 % мужчин и 0,5 % женщин являются дальтониками. Люди, страдающие дальтонизмом, не могут работать там, где в целях безопасности используются сигнальные цвета (например, водителями). Человек, страдающий *гемералопией*, теряет способность видеть при ослабленном (сумеречном, ночном) освещении. Цвета оказывают на человека различное психофизиологическое воздействие, что необходимо учитывать при обеспечении безопасности и в технической эстетике.

Ультрафиолетовое излучение (УФИ) – электромагнитные волны, имеющие длину волны от 400 до 200 нм.

По биологическому эффекту УФИ делят на три области:

- УФА – длина волны 400–315 нм – биологический эффект выражен сравнительно слабо;
- УФБ – длина волны 315–280 нм – ярко выражен эффект загара и антирахиитический эффект;
- УФС – длина волны 280–200 нм – выраженное бактерицидное действие, тканевое (белковое) и липидное действие.

Основной источник – солнечная энергия. Высокие дозы УФИ могут стать источником неблагоприятных последствий – вызвать ожоги кожных покровов, приводит к кожным заболеваниям (дерматитам), к «старению» кожи, атрофии эпидермиса. Острое поражение глаз может вызвать электроофтальмию, катаракту, блефарит. Повышенные дозы УФ-излучения воздействуют и на центральную нервную систему, отклонения от нормы проявляются в виде тошноты, головной боли, повышенной утомляемости, повышения температуры тела и др.

Для организма человека вредное влияние оказывает как избыток ультрафиолетового излучения, так и его недостаток. Недостаток УФ-лучей опасен для человека, так как эти лучи являются стимулятором основных биологических процессов организма. Наиболее выраженное проявление «ультрафиолетовой недостаточности» – авитаминоз, при котором нарушается фосфорно-кальциевый обмен и процесс костеобразования, а также происходит снижение работоспособности и защитных свойств организма от заболеваний. Подобные проявления характерны для осенне-зимнего периода при значительном отсутствии естественной ультрафиолетовой радиации («световое голодание»). В этот период рекомендуется умеренное, под наблюдением медицинского персонала, искусственное ультрафиолетовое облучение эритемными люминесцентными лампами в специально оборудованных помещениях – фотариях. Искусственное облучение ртутно кварцевыми лампами нежелательно, так как их более интенсивное излучение трудно нормировать.

При оборудовании помещений источниками искусственного УФ-излучения необходимо руководствоваться «Указаниями по профилактике светового голодания у людей», утверждёнными Министерством здравоохранения СССР (№ 547-65). Документом, регламентирующим допустимую интенсивность ультрафиолетового излучения на промышленных предприятиях, являются «Указания по проектированию и эксплуатации

установок искусственного ультрафиолетового облучения на промышленных предприятиях».

Воздействие ультрафиолетового излучения на человека количественно оценивается эритемным действием, т.е. покраснением кожи, в дальнейшем приводящим к пигментации кожи (загару).

Невидимые ультрафиолетовые (УФ) лучи появляются в источниках излучения с температурой выше 1500 °С и достигают значительной интенсивности при температуре более 2000 °С. Искусственными источниками УФИ являются газоразрядные источники света, электрические дуги (дуговые электропечи, сварочные работы), лазеры и др. Техногенные источники УФИ вызывают преимущественно поражение роговицы глаз и слизистой оболочки, эритему кожи лица и век. УФИ понижает чувствительность организма к некоторым вредным воздействиям вследствие усиления окислительных процессов и более быстрого выведения токсичных веществ из организма.

Ультрафиолетовое излучение в оптимальной дозе обладает биологически оздоравливающим и тонизирующим действием: улучшает обмен веществ, повышает активность ферментов дыхания, стимулирует работу сердца, легких и почек. В комбинации с химическими веществами УФИ способствует повышению чувствительности организма к свету.

УФ-излучение обладает бактерицидным действием, т.е. способностью убивать микроорганизмы, которая зависит от длины волны. Так, например, УФ-лучи с длиной волны 0,344 мкм обладают бактерицидным эффектом в 1000 раз большим, чем ультрафиолетовые лучи с длиной волны 0,39 мкм. Максимальный бактерицидный эффект имеют лучи с длиной волны 0,254–0,257 мкм.

В общем случае защитные мероприятия почти те же, что и при воздействии ИК-излучения.

Электромагнитные поля высокочастотного диапазона. Каждый радиопередающий объект имеет Санитарный паспорт, в котором определены границы санитарно-защитной зоны. Только при наличии этого документа территориальные органы Федеральной службы разрешают эксплуатировать радиопередающие объекты. Периодически они производят инструментальный контроль электромагнитной обстановки на предмет её соответствия установленным ПДУ.

В таблице 8 приведены ПДУ воздействия ЭМП для населения, создаваемые радиотехническими устройствами.

Таблица 8

Предельно допустимые уровни воздействия ЭМП, создаваемых радиотехническими объектами для основного населения

Источник	Диапазон частот	Значение ПДУ	Примечание
Радиотехнические объекты	30–300 кГц	25 В/м	Для всех случаев облучения
	0,3–3 МГц	15 В/м	
	3–30 МГц	10 В/м	
	30–300 МГц	3 В/м	
	300 МГц–300 ГГц	10 мкВт/см ²	

Электромагнитные поля низкочастотного диапазона. Наиболее часто мы подвергаемся воздействию ЭМИ низкочастотного диапазона частотой 50 Гц. Следует иметь в виду, что область распространения электрического поля зависит от величины напряжения, а магнитного поля – от величины тока нагрузки. Так, при напряжении 220 В вокруг любого проводника или не защищенного определенным образом токоприемника электрическое поле распространяется в радиусе 25–30 см, а магнитное поле от, например, утюга или современного электрического чайника распространится на расстояние до 5 м в зависимости от их мощности. Если взять ЛЭП – 110 кВ, то охранная зона до возможного постоянного нахождения людей составляет уже 20 м. Если исходить из опасности воздействия этих полей, то кроме тепловых и других явлений (см. далее) эти поля близки по частоте с некоторыми биоритмами организма человека. Воздействие ЭМП этих частот на нервную систему может быть в противофазе (что может привести, например, к остановке сердца или дыхания), или наоборот – в режиме резонанса с сигналами (биотоками), и это может привести к разрыву, например, сердечной мышцы. Воздействие широкополосного ЭМП (например, телевизора или монитора) – гораздо многообразнее и представляется как суммарное воздействие каждой из частот.

Защита от воздействия ЭМП такого диапазона – токопроводящий экран, подключенный к сети зануления или к заземленным металлоконструкциям. Защитным экраном для электрооборудования служат металлические щиты, в которых находится это оборудование. Для проводов и кабелей роль защитного экрана выполняют экраны наружной оболочки, которые, к сожалению, имеются только у кабелей и проводов специальных марок.

Что касается мониторов ПЭВМ, то необходимо иметь в виду, что сложное по спектру ЭМП распространяется вокруг монитора в виде двух шаров. Впереди и сзади радиус распространения ЭМП доходит до двух метров, сбоку – до 1,2–1,5 м, в зависимости от размера экрана. С 1996 года все мониторы выпускаются согласно международному стандарту – со встроенной в экран специальной токопроводящей сеточкой, которая присоединена к третьему выводу евровилки. Если монитор подключен к евророзетке с надежным занулением (определяется специалистами специальным прибором), то сеточка обеспечивает уменьшение радиуса распространения ЭМП от экрана до расстояния 0,5 м. Следует помнить, что сбоку и сзади от монитора величина и радиус распространения ЭМП не изменяются. Поэтому в этой зоне (общая площадь распространения ЭМП составляет в среднем около 6 м²) постоянное или длительное нахождение людей должно быть исключено. Также следует иметь в виду, что обычные стены помещений не обеспечивают защиту от распространения ЭМП в соседние помещения. Жидкокристаллические мониторы также создают ЭМП, но их мощность примерно на одну треть меньше и поэтому площадь распространения не превышает 4,5 м².

Нормирование электрического и магнитного полей промышленной частоты на рабочих местах [22], оценка ЭМП промышленной частоты (ПЧ) 50 Гц осуществляется раздельно по напряженности электрического поля (Е) в кВ/м и напряженности магнитного поля (Н) в А/м или индукции магнитного поля (В) в мкТл (микроТесла). Нормирование электромагнитных полей 50 Гц на рабочих местах персонала дифференцировано в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле.

Электрическое поле. Предельно допустимый уровень напряженности электрического поля (ЭП) на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м.

При напряженностях в интервале от 5 до 20 кВ/м включительно, допустимое время пребывания в электрическом поле (T) рассчитывается по формуле

$$T = (50/E) - 2, \quad (10)$$

где E – напряженность ЭП в контролируемой зоне, кВ/м; T – допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч.

При напряженности свыше 20 и до 25 кВ/м допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 минут.

Пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.

Допустимое время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП (приведенное время $T_{\text{ПР}}$) вычисляют по формуле:

$$T_{\text{ПР}} \approx 8 \cdot \left(\frac{tE_1}{TE_1} + \frac{tE_2}{TE_2} + \dots + \frac{tE_n}{TE_n} \right), \quad (11)$$

где $T_{\text{ПР}}$ – приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребыванию в ЭП нижней границы нормируемой напряженности; tE_1, tE_2, \dots, tE_n – время пребывания в контролируемых зонах с напряженностью E_1, E_2, \dots, E_n , ч; TE_1, TE_2, \dots, TE_n – допустимое время пребывания для соответствующих контролируемых зон.

Приведенное время не должно превышать 8 ч. В остальное рабочее время необходимо находиться вне зоны влияния ЭП или применять средства защиты (специальный костюм со встроенной в ткань металлической токопроводящей экранирующей сеточкой, подключаемой к контуру заземления электрического устройства).

Количество контролируемых зон определяется перепадом уровней напряженности ЭП на рабочем месте. Различие в уровнях напряженности ЭП контролируемых зон устанавливается 1 кВ/м.

Требования действительны при условии, что проведение работ не связано с подъемом на высоту, исключена возможность воздействия электрических разрядов на персонал, а также при условии защитного заземления всех изолированных от земли предметов, конструкций, частей оборудования, машин и механизмов, к которым возможно прикосновение работающих в зоне влияния ЭП.

В пределах санитарно-защитной зоны высоковольтных линий электропередач запрещается:

- размещать жилые и общественные здания и сооружения;
- устраивать площадки для стоянки и остановки всех видов транспорта;
- размещать предприятия по обслуживанию автомобилей и склады нефти и нефтепродуктов;
- производить операции с горючим, выполнять ремонт машин и механизмов.

Таблица 9

Допустимые уровни воздействия электрического поля
ЛЭП на население

ПДУ, кВ/м	Условия облучения
0,5	внутри жилых зданий
1,0	на территории зоны жилой застройки
5,0	в населенной местности вне зоны жилой застройки; (земли городов в пределах городской черты в границах их перспективного развития на 10 лет, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа в пределах городской черты и сельских населенных пунктов в пределах черты этих пунктов), а также на территории огородов и садов
10,0	на участках пересечения воздушных линий электропередачи с автомобильными дорогами I–IV категорий
15,0	в населенной местности (незастроенные местности, хотя бы и часто посещаемые людьми, доступные для транспорта, и сельскохозяйственные угодья)
20,0	в труднодоступной местности (недоступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) и на участках, специально выгороженных для исключения доступа населения

Территории санитарно-защитных зон разрешается использовать как сельскохозяйственные угодья, однако рекомендуется выращивать на них культуры, не требующие ручного труда. В случае если на каких-то участках напряженность электрического поля за пределами санитарно-защитной зоны окажется выше предельно допустимой 0,5 кВ/м внутри здания и вы-

ше 1 кВ/м на территории зоны жилой застройки (в местах возможного пребывания людей), должны быть приняты меры для снижения напряженности. Для этого на крыше здания с неметаллической кровлей размещается практически любая металлическая сетка, заземленная не менее чем в двух точках. В зданиях с металлической крышей достаточно заземлить кровлю не менее чем в двух точках. На приусадебных участках или других местах пребывания людей напряженность поля промышленной частоты может быть снижена путем установления защитных экранов, например, железобетонных, металлических заборов, тросовых экранов, деревьев или кустарников высотой не менее 2 м.

Магнитное поле. Предельно допустимые уровни напряженности *периодических (синусоидальных) магнитных полей (МП)* устанавливаются для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия (табл. 10) [22].

Таблица 10

ПДУ воздействия периодического магнитного поля
частотой 50 Гц

Время пребывания (час)	Допустимые уровни МП, Н [А/м] / В [мкТл]	
	общее	локальное
≤ 1	1 600 / 2 000	6 400 / 8 000
2	800 / 1 000	3 200 / 4 000
4	400 / 500	1 600 / 2 000
8	80 / 100	800 / 1 000

Допустимая напряженность МП внутри временных интервалов определяется линейной интерполяцией.

При необходимости пребывания персонала в зонах с различной напряженностью (индукцией) МП общее время выполнения работ в этих зонах не должно превышать предельно допустимое для зоны с максимальной напряженностью.

Допустимое время пребывания может быть реализовано однократно или дробно в течение рабочего дня.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды: федер. закон №7-ФЗ: [принят Гос. Думой 20 декабря 2001 г.]: по состоянию на 10 января 2002 г.: изм. внес. 22 авг., 29 дек. 2004 г., 9 мая, 31 дек. 2005 г., 18 дек. 2006 г., 5 фев., 26 июня 2007 г., 24 июня, 14, 23 июля 2008 г.

2. Российская Федерация. Законы. Об охране атмосферного воздуха: федер. закон № 96-ФЗ: [принят Гос. Думой 2 апреля 1999 г.]: по состоянию на 4 мая 1999 г.: изм. внес. 22 авг. 2004 г., 9 мая, 31 дек. 2005 г., 23 июля 2008 г.

3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

4. Сердюк В.С. Основы промышленной экологии: учеб. пособие / В.С. Сердюк, Л.Г. Стищенко, Л.О. Штриплинг. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 1995. – 64 с.

5. Российская Федерация. Законы. Водный кодекс Российской Федерации: федер. закон: [принят Гос. Думой 12 апреля 2006 г.]: от 04.12.2006 № 201-ФЗ, от 19.06.2007 № 102-ФЗ, от 14.07.2008 № 118-ФЗ, от 23.07.2008 № 160-ФЗ, от 27.12.2009 № 365-ФЗ.

6. Российская Федерация. Законы. Об отходах производства и потребления: федер. закон № 89-ФЗ: [принят Гос. Думой 22 мая 1998 г.]: по состоянию на 24 июня 1998 г.: изм. внес. 29 дек. 2000 г., 10 янв. 2003 г., 22 авг., 29 дек. 2004 г., 9 мая, 31 дек. 2005 г., 18 дек. 2006 г., 8 нояб. 2007 г., 23 июля 2008 г.

7. Приказ МПР России № 511. Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды: от 15.06.2001.

8. СП 2.1.7.1386–03. Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления.

9. Приказ МПР России № 785. Об утверждении паспорта опасного отхода: от 02.12.2002.

10. Приказ МПР России № 786. Об утверждении федерального классификационного каталога отходов: от 02.12.2002.

11. Постановление Росстата № 157. Об утверждении статистического инструментария для организации Ростехнадзором статистического наблюдения за образованием, использованием, обезвреживанием, транспор-

тированием и размещением отходов производства и потребления: от 30.12.2004.

12. Постановление Правительства РФ № 340. Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по обращению с опасными отходами: от 23.05.2002.

13. Положение № 372. Об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации: [утв. приказом Госкомэкологии России; зарегистрирован в Минюсте России 04.07.2000 № 2302]; от 16.05.2000.

14. Постановление Правительства РФ № 461. О Правилах разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение: от 16.07.2000.

15. Постановление Правительства РФ № 632. Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия: от 28.08.1992.

16. Постановление Правительства РФ № 344. О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления: от 12.06.2003.

17. СанПиН 2.1.2.1002–00. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям.

18. Российская Федерация. Законы. О радиационной безопасности населения.

19. Санитарные правила СП 2.6.1.758-99. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): [утв. глав. гос. санитарным врачом РФ 2 июля 1999 г.].

20. СанПиН 2.6.6.1169–02. Радиоактивные отходы. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с производственными отходами с повышенным содержанием природных радионуклидов на объектах нефтегазового комплекса Российской Федерации: [утв. глав. гос. санитарным врачом РФ 16 окт. 2002 г.].

21. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: [утв. глав. гос. санитарным врачом Российской Федерации 30 мая 2003 г.].

22. СанПиН 2.2.2/2.4.1191–03. Электромагнитные поля в производственных условиях: [утв. глав. гос. санитарным врачом Российской Федерации 19 фев. 2003 г.].

23. Постановление Правительства РФ № 93. О порядке разработки радиационно-гигиенических паспортов организаций и территорий: от 28.01.97 г.

24. СанПиН 2.1.8/2.3.4.1190–03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи: [утв. глав. гос. санитарным врачом Российской Федерации 19 фев. 2003 г.].

25. Венцель В.Д. Электробезопасность персонала в производственных условиях: учеб. пособие / В.Д. Венцель, В.С. Сердюк. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. – 60 с.

26. Проблемы электромагнитной безопасности человека. Фундаментальные и прикладные исследования. Нормирование ЭМП: философия, критерии и гармонизация // Электромагнитные поля и здоровье человека: матер. II Междунар. конференции, Москва, 20–24 сент. 1999 г. – М., 1999. – 406 с.

Редактор Ю. Ю. Аптрашева

Компьютерная верстка – А. В. Отраднова

ИД № 06039 от 12.10.2001

Свод. темплан 2010 г.

Подписано в печать 07.10.10. Формат 60x84 ¹/₁₆. Отпечатано на дупликаторе.

Бумага офсетная. Усл. печ. л. 8,5. Уч.-изд. л. 8,5.

Тираж 100 экз. Заказ 643.

Издательство ОмГТУ. Омск, пр. Мира, 11. Т. 23-02-12

Типография ОмГТУ

