

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

**ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ФАКУЛЬТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ

Н.В. Островский

## **ЭКОЛОГИЯ**

Учебно-методическое пособие

Для студентов специальности

«Технология электрохимических производств»

Киров 2009

ББК 504(07)  
О-777

**Рецензент:** Т.Я. Ашихмина, д.т.н., профессор, заведующая кафедрой химии ВятГГУ, заведующая лабораторией биомониторинга института биологии Коми НЦ УрО РАН

**Островский Н.В.** Экология. Учебно-методическое пособие. / Н.В.

Островский. – Киров: ВятГУ, электронное издание, 2009. – 112 с.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с образовательным стандартом для специальности «Технология электрохимических производств» на основе читаемого автором курса лекций. Работа подготовлена на кафедре промышленной экологии и безопасности Вятского государственного университета.

Авторская редакция

© Вятский государственный университет, 2009

© Островский Н.В., 2009

## Содержание

Введение.....	5
1. Глобальные проблемы экологии.....	6
1.1. Структура биосферы.....	7
1.2. Глобальные кризисы в истории человечества.....	8
1.3. Проблема народонаселения.....	12
1.4. Истощение энергоресурсов.....	13
1.5. Изменение глобального климата.....	15
1.6. Физический смысл «озоновых дыр».....	17
1.7. Сохранение биологического разнообразия.....	18
2. Токсическое воздействие химических веществ.....	19
2.1. Общие вопросы токсикологии.....	19
2.2. Токсическое действие веществ, используемых и выделяющихся в электрохимических производствах.....	22
2.3. Нормирование качества окружающей среды и природных объектов.....	32
3. Защита гидросферы.....	36
3.1. Кругооборот воды в природе.....	36
3.2. Самоочищение водоёмов.....	39
3.3. Нормирование сброса загрязняющих веществ.....	40
3.4. Классификация сточных вод.....	43
3.5. Методы очистки сточных вод.....	43
3.6. Очистка сточных вод электрохимических производств.....	47
4. Защита атмосферы от промышленных выбросов.....	50
4.1. Поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух.....	50
4.2. Нормирование выбросов загрязняющих веществ.....	51
4.3. Методы очистки промышленных выбросов.....	52
4.4. Очистка выбросов электрохимических производств.....	53
4.5. Правила эксплуатации установок очистки газов [79].....	56
5. Защита литосферы.....	58
5.1. Основные понятия.....	58
5.2. Обращение с опасными отходами.....	59
5.3. Утилизация и обезвреживание опасных отходов.....	60
5.4. Хранение и захоронение опасных отходов.....	61
5.5. Радиационно-опасные виды деятельности.....	62
5.6. Захоронение радиоактивных отходов.....	64
6. Экологический мониторинг.....	69
6.1. Наблюдения за негативным воздействием на окружающую среду.....	69
6.2. Наблюдения за состоянием окружающей среды.....	70
6.3. Социально-гигиенический мониторинг.....	72
6.4. Комплексный экологический мониторинг.....	73
7. Экономические аспекты природопользования.....	74
7.1. Окружающая среда как потребительское благо.....	74
7.2. Цена и стоимость природных ресурсов.....	74
7.3. Налоги на пользование природными ресурсами.....	75
7.4. Плата за негативное воздействие на окружающую среду.....	77
8. Правовые аспекты природопользования.....	80
8.1. Средства и методы управления охраной окружающей среды и природопользованием.....	80
8.2. Основы экологического права.....	83

8.3. Производственный экологический контроль.....	85
8.4. Ответственность за нарушения природоохранного законодательства.....	86
Список цитируемых источников.....	89
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	97
I. Примерный перечень вопросов к контрольным работам .....	97
II. Задачи по расчёту выбросов загрязняющих веществ. ....	98
III. Задачи по расчёту приземных концентраций .....	98
IV. Задачи по расчёту нормативов допустимых сбросов.....	99
V. Задачи по расчёту платы за негативное воздействие на окружающую среду.....	99
VI. Извлечения из методики расчёта выбросов ЗВ при производстве металлопокрытий.....	100
VII. Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ.....	104
VIII. Нормативы платы за негативное воздействие на окружающую среду.....	108

## Введение

Экология (от греческого экос – дом) возникла как раздел биологии, посвящённый отношениям живых организмов и образуемых ими сообществ между собой и с окружающей средой. Сам термин был предложен в 1866 г. Э. Геккелем.

В начале 20-го века в связи с резким усилением антропогенного воздействия на окружающую среду термин «экология» распространили и на вопросы, связанные с человеческой деятельностью. Эта деятельность значительно более разнообразна, чем деятельность животных и растений. И та экология, которую мы с вами будем изучать, уже является, строго говоря, не наукой, а комплексной дисциплиной, рассматривающей воздействие человеческой деятельности на окружающую среду и окружающей среды на человека.

Поэтому к экологии можно отнести если не все, то большую часть научных знаний. Это, прежде всего, и изначально – биология. Вещества, поступающие в окружающую среду, испытывают какие-то превращения, изучением которых занимается экологическая химия [1]. От качества окружающей среды зависит здоровье человека и появляется медицинская экология [2]. Различные факторы окружающей среды воздействуют на людей различным образом. Изучением воздействия окружающей среды через зрительное восприятие занимается видеоэкология [3], а изучением воздействия радиоактивных веществ – радиоэкология [4]. Уменьшение отрицательного воздействия на окружающую среду требует осуществления определённых инженерных мероприятий. Так появляются инженерная и промышленная экология [5]. Деятельность, связанная с использованием природных ресурсов и воздействием на окружающую среду, требует особого правового регулирования и мы имеем раздел юриспруденции – экологическое право [6]. Использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды имеют специфические экономические последствия, изучением которых занимается экологическая экономика (см. [7]). Изучением взаимодействия с природной средой человеческого общества занимается социальная экология [8, с. 627-628].

Наряду с этим «экологией», нередко, называют ту часть деятельности человека, которая связана с использованием природных ресурсов и загрязнением окружающей среды.

В данном пособии, в соответствии с программой дисциплины, основное внимание уделено общим вопросам экологии, воздействию химических веществ на организм человека, защите окружающей среды от загрязнения, а также экономическим и правовым вопросам управления охраной окружающей среды. При этом особое внимание уделено аспектам, связанным со спецификой электрохимических производств.

Наряду с изложением теоретического материала пособие содержит перечень вопросов и задач, которые могут быть использованы для составления контрольных работ и проведения практических занятий. Также в пособие включены справочные материалы, необходимые для решения расчётных задач.

Обширный список литературы будет полезен тому, кто захочет расширить лекционный материал или пополнить свои знания сверх того, что содержится в данной брошюре.

## 1. Глобальные проблемы экологии

Прежде чем рассматривать основные экологические проблемы, стоящие в настоящее время перед человечеством, мы дадим краткое описание **биосферы**, её компонентов, рассмотрим возникновение жизни на Земле и те кризисы, которые человечество уже успело пережить за свою недолгую историю.

Вид «человек разумный» является одним из компонентов биосферы. С другой стороны, человек создал собственную среду существования, которую иногда называют **техносферой**. Техносфера служит, прежде всего, для того, чтобы обеспечить комфортное существование человеческого общества, взаимодействие и борьбу человека с природой. Главной целью этого взаимодействия и борьбы является обеспечение потребления: продуктов питания, одежды, жилья, энергии и т.д. Это требует функционирования различных видов производства, что, в свою очередь, требует использования природных ресурсов, которые подразделяют на возобновляемые и невозобновляемые (см. рис. 1.1).

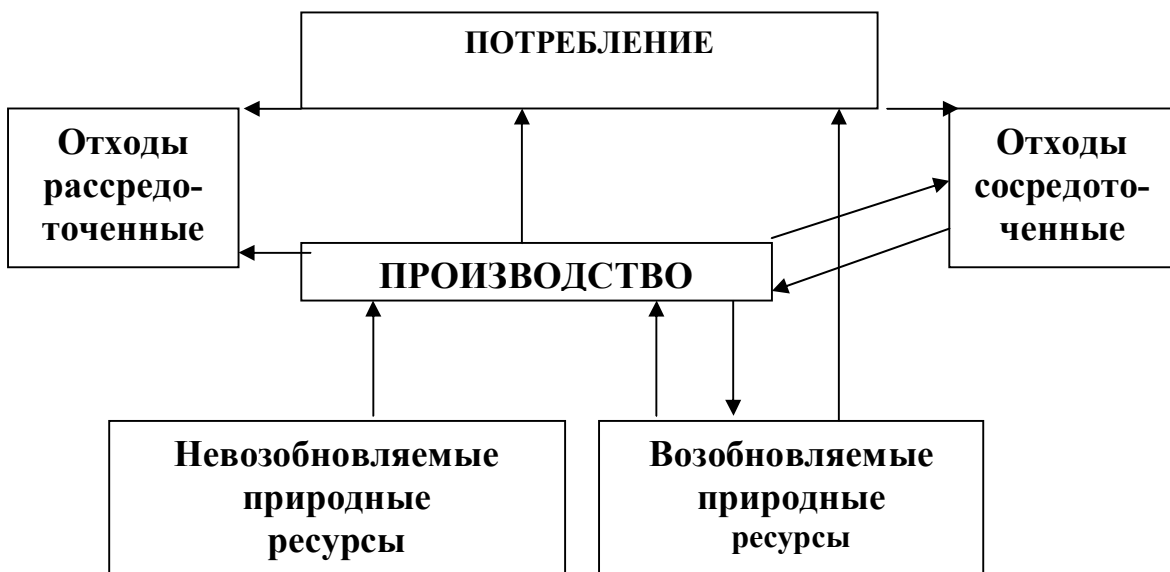


Рисунок 1.1. Схема материальных потоков в антропосистеме.

К невозобновляемым ресурсам относят полезные ископаемые: минералы, руды, уголь, нефть, газ и др. К возобновляемым – воздух, воду, объекты растительного и животного мира, почву. Процессы возобновления этих ресурсов протекают как в естественных условиях (самовосстановление), так и за счёт целенаправленной деятельности человека. Потребление ресурсов происходит не только в процессах производства, но и в повседневной жизни человека, когда мы ходим в лес по грибы и по ягоды или просто погулять, купаемся или ловим рыбу на удочку, выращиваем фрукты и овощи у себя в саду.

Невозобновляемые минеральные ресурсы рано или поздно будут исчерпаны и мы можем лишь растянуть этот процесс, рационализируя и сокращая их добычу. Что касается возобновляемых ресурсов, то человечество теоретически в состоянии обеспечить баланс, потребляя столько ресурсов, сколько природа их может воспроизвести, или восстанавливая утраченные ресурсы искусственным способом (посадки лесных культур, воспроизводство гумуса почвы, очистка сточных вод и т.п.).

И в процессах производства и в процессах потребления образуются разнообразные отходы, которые можно разделить на рассредоточенные и сосредоточенные. Рассредо-

точные отходы поступают в окружающую среду в виде пылевых и газовых выбросов и в виде сточных вод и не могут затем быть выделены. Сосредоточенные отходы – твёрдые и жидкие – локализованы, что создаёт возможность их утилизации (переработки) или захоронения, исключая негативное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, материальные потоки в системе, созданной человеком – в антропо-системе – характеризуется незамкнутостью, невозможным использованием минеральных ресурсов и нарастающим поступлением в окружающую среду отходов.

### **1.1. Структура биосферы**

Понятие «биосфера» является геометрическим. В.И. Вернадский определил её как область существования живого вещества. Она включает нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы Земли. Наряду с этим под биосферой понимают сочетание биоты (т.е. живых организмов) и сферы её обитания, т.е. глобальную экологическую систему Земли [9, с. 22]. Мы будем в дальнейшем использовать это расширенное толкование.

Все живые организмы биосферы подразделяют на четыре царства [10, с. 15]: прокариоты, грибы, растения и животные. **Прокариоты** – это простейшие организмы, которые не имеют истинного ядра. К ним относятся бактерии и сине-зелёные водоросли. Клетки грибов, растений и животных содержат настоящие ядра, которые отделены от цитоплазмы ядерной мембраной.

С другой стороны живые организмы подразделяют на автотрофы и гетеротрофы.

**Автотрофы** – организмы, получающие все нужные им для жизни химические вещества из окружающей среды и не нуждающиеся в готовых органических соединениях другого организма для построения собственного тела. Основным источником энергии, используемый автотрофами – Солнце. Биомасса, вырабатываемая автотрофами (первичная биомасса), является основой для других групп организмов и поэтому их называют **продуцентами**.

**Гетеротрофы** – это организмы, использующие для своего питания чужие тела (живые или мёртвые), т.е. готовые органические вещества. Гетеротрофы подразделяют на консументы 1-го рода, консументы 2-го рода и редуценты.

**Консументы 1-го рода** утратили способность к фотосинтезу, но способны самостоятельно синтезировать белки. Основную долю консументов 1-рода составляют травоядные животные.

**Консументы 2-го рода** утратили способность синтезировать ряд важнейших биологических веществ, поэтому для нормального функционирования им необходима белковая пища. Основную долю консументов 2-го рода составляют хищные животные.

**Редуценты** используют в качестве пищи отходы жизнедеятельности других организмов – опавшие листья и умершие деревья, трупы животных, экскрименты и т.п. Наиболее известны среди редуцентов земляные черви и навозные жуки, но основную массу редуцентов составляют микроорганизмы. Редуценты разлагают биомассу до простейших органических и неорганических веществ, замыкая их кругооборот в природе. Им принадлежит важнейшая роль в продуцировании **гумуса** и формировании **почвы**. Продуктами деятельности редуцентов являются также **полезные ископаемые**: торф, сланцы, нефть, газ, уголь. С энергетической точки полезные ископаемые есть аккумулярованная энергия Солнца (см. рис. 1.2).

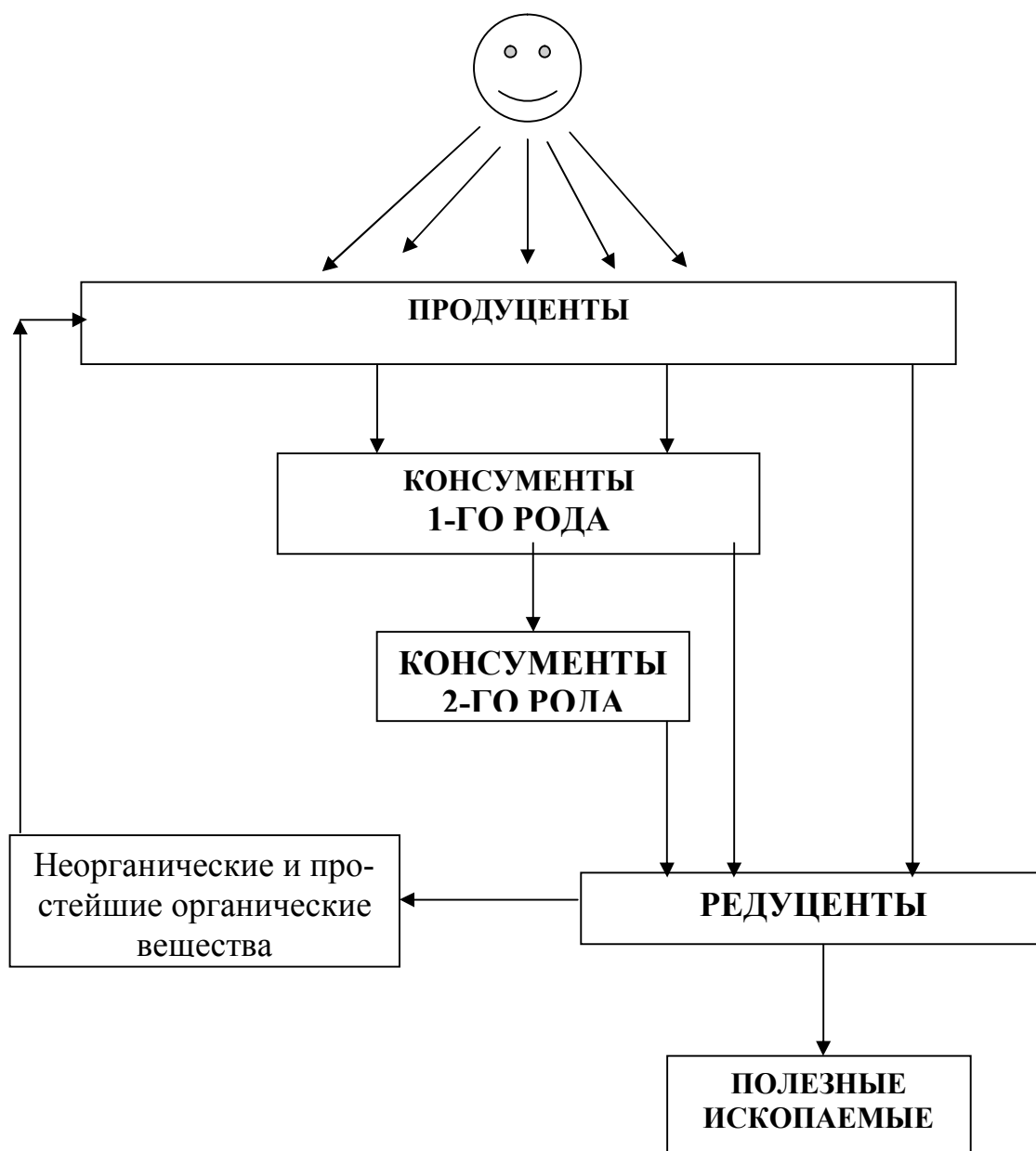


Рисунок 1.2. Схема материальных и энергетических потоков в живой природе

### **1.2. Глобальные кризисы в истории человечества**

Современная наука не даёт однозначного ответа на вопрос, как возникла Вселенная и что с ней произойдёт в будущем. Вселенная бесконечна во времени и в пространстве, в то время как отдельные её составляющую «рождаются» и «умирают» в соответствии со сложными космологическими законами. Солнечная система, в состав которой входит планета Земля, образовалась около 10 млрд. лет тому назад (см. рис.1.3). Возраст Земли намного меньше – 4,6 млрд. лет ( $\pm 1\%$ ) [11, с. 20].



Спустя миллиарды лет на Земле появилась жизнь. Один из теоретиков проблемы возникновения жизни Дж. Бернал пишет, что «жизнь на Земле есть главным образом функция взаимодействия нуклеиновых кислот и белков». При этом «воспроизведение, как механизм, ответственный за протекание и преемственность нормальных жизненных

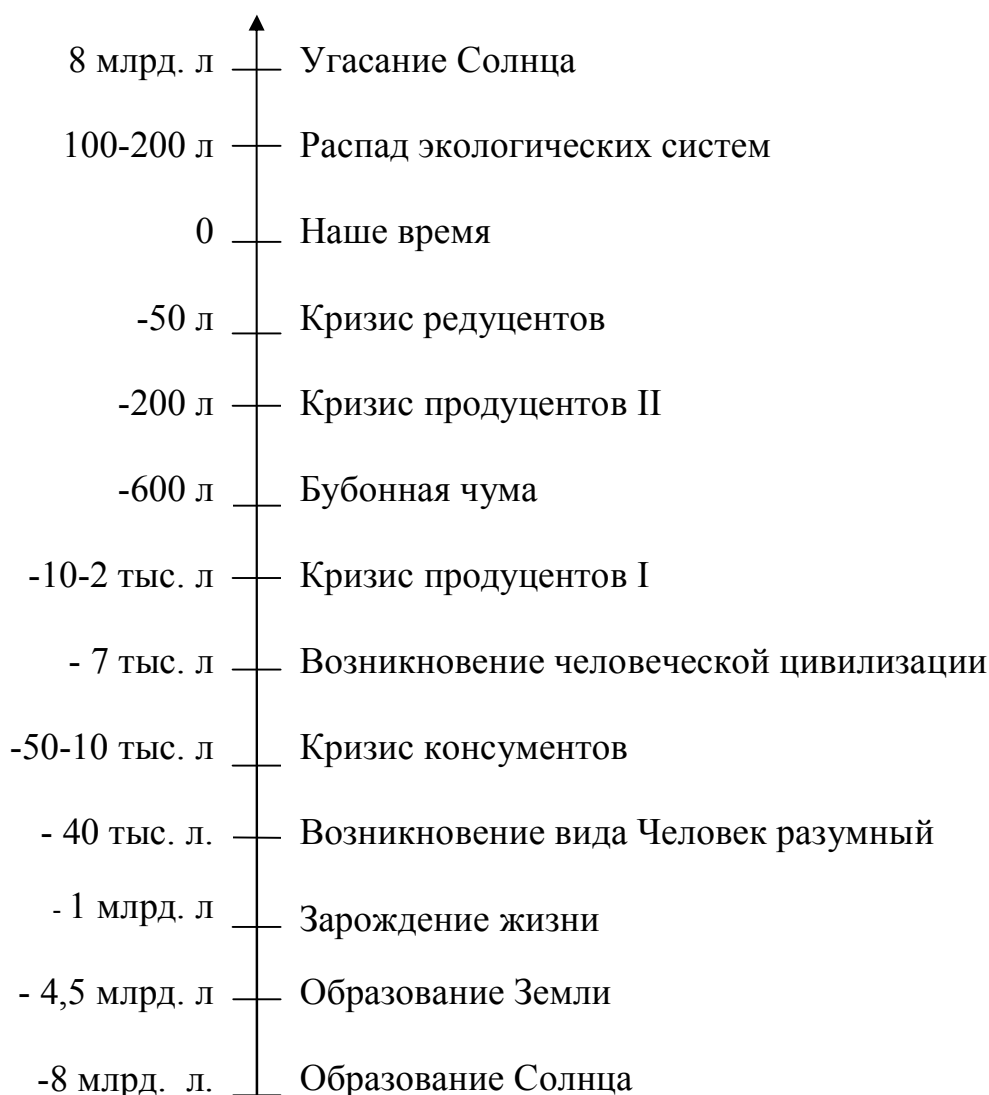


Рисунок 1.3. Глобальные кризисы в истории человечества.

процессов и является тем, что отличает живое от неживого» [12, с. 27, 29]. Иными словами **жизнь есть активное самовоспроизводство.**

В настоящее время общепринятой является впервые выдвинутая советским академиком А.И. Опариным теория, согласно которой жизнь зародилась в океане, покрывавшем древнюю Землю, в результате стихийно протекавших химических реакций [12]. В рамках данной теории можно объяснить всё, вплоть до образования сложных белковых молекул, но возможность стихийного возникновения механизма кодирования и передачи информации о строении белков через структуру нуклеиновых кислот пока не нашла научного подтверждения.

Временная граница зарождения жизни на Земле довольно расплывчата. Некоторые учёные полагают, что первые признаки присутствия простейших микроорганизмов содержатся в сланцах, имеющих возраст до 3,1 млрд. лет [13, с. 24-25]. Но квалификация

этих признаков довольно условна. Основные находки окаменелостей живых организмов, включая простейшие, приходится на период ближайших 600 млн. лет (фанерозой) [13, с. 17]. Поэтому мы примем в качестве условной границы появления жизни на Земле 1 млрд. лет тому назад.

Наряду с наследственностью живые организмы обладают другим важным свойством – изменчивостью. Её суть состоит в том, что в структуре нуклеиновых кислот, несущих информацию о строении организмов, происходят стихийные изменения. Поэтому каждый вновь образовавшийся организм наряду с подобием своим предкам содержит какие-то отличия. В процессе борьбы за существование преимущества получают те особи, которые получили изменения, позволяющие наилучшим образом приспособиться к окружающей среде. Так происходит естественный отбор, являющейся основой эволюции живой природы – от простейших организмов до человека. Стихийные изменения структуры в структуре нуклеиновых кислот носят название «**мутации**». Важно подчеркнуть, что возникновение мутаций является нормальной составляющей процесса воспроизводства нуклеиновых кислот [14, с. 75-87] и что без мутаций не было бы эволюции.

Миллионы лет эволюции привели к появлению вида *homo sapiens* – **человек разумный**. Существуют различные точки зрения относительно того, когда это произошло, связанные с ответом на вопрос, кого можно считать «человеком разумным». Ближе всего к людям находятся неандертальцы, появление которых датируется 230 тыс. л. до наших дней [15, с. 358]. Тогда на Земле началось очередное – рискованное оледенение [15, с. 187]. Вероятно, оно и стимулировало процессы естественного отбора в направлении развития интеллекта, без которого приспособиться к изменениям климата было очень сложно. Современный тип человека сформировался 40-30 тыс. лет назад [16, с. 21] во время последнего – вюрмского оледенения, которое началось приблизительно 75 тыс. лет назад, а закончилось (в разных регионах Земли в различное время) – 11-25 тыс. л. назад [15, с. 188].

Способность изобретать и активно использовать в своей деятельности различного рода орудия, прежде всего, оружие дало человеку огромные преимущества перед другими живыми существами. Следствием этого стало нарушение естественного равновесия, существующего в живой природе, между продуцентами и консументами, между консументами первого и второго рода. Численность людей стала расти, а доступность кормовой базы, прежде всего крупных промысловых животных – сокращаться. Так наступил первый антропогенный кризис, который в науке называют «**кризисом консументов**» [9, с. 114]. Первобытные племена столкнулись с проблемой голода и их численность неизбежно пришла бы в соответствие с естественной продуктивностью экосистем, если бы Человечество не изобрело сельское хозяйство. Переход от охоты и собирательства к сельскому хозяйству произошёл на фоне потепления климата, т.е. улучшения условий жизни для растений. Наиболее ранние следы земледельческого производства, относящиеся к 10-9 тыс. до н. э., обнаружены в Таиланде [16, с. 26]. Почти все центры древнейших цивилизаций располагались в Северном полушарии в границах между 20 и 40° северной широты [16, с. 36], т.е. в зоне тропиков и субтропиков. Другим условием возникновения цивилизаций, основанных на земледелии, являлось произрастание диких злаков [16, с. 26], которые пригодны для длительного хранения и обладают сбалансированным составом, как пищевой продукт.

Главным в сельском хозяйстве является искусственное производство пищи – съедобных растений и животных. При этом активно потребляется другой возобновляемый природный ресурс – почва. Умение поддерживать почвенное плодородие пришло к людям не сразу и до сих пор используется не всегда и не везде, так что ежегодно из севооборота выбывает около 80 млн. га [7, с. 30]. А в те древние времена опустынивание

земель началось практически одновременно с началом их сельскохозяйственного использования. Так возникли пустыня Сахара, пустыни Средней Азии и Ближнего Востока. **Кризис примитивного поливного земледелия** был растянут во времени, но в истории Средиземноморья, где возникла современная европейская цивилизация, его максимум относят к началу Новой эры [9, с. 115].

Этот кризис стал одной из причин падения Римской империи. Европейская цивилизация погрузилась во мрачные времена средневековья, в ходе которых, однако, поступательное развитие человечества не прекратилось. Земледелие сместилось к северу. Развивались ремёсла, наука и техника. Росла численность населения Европы. Но многие культурные традиции древней Греко-римской цивилизации были утрачены, в т.ч. традиции ведения городского хозяйства. И вот в середине XIV века в Италии началась **эпидемия бубонной чумы**, которая затем охватила территорию всей южной и западной Европы. Об интенсивности эпидемии говорит такой факт: во Флоренции за одно лето 1348 г. умерло около 100 тыс. человек [17, с. 40]. По некоторым подсчётам, в германских государствах она унесла 20% населения, в Англии – около 33, во Франции – примерно 40, на Апеннинском полуострове – почти 50, в Каталонии (Испания) – более 50% [16, с. 149]. Причиной распространения эпидемии была очень высокая плотность населения в городах и крайняя антисанитария: отсутствовала хозяйственно-бытовая канализация, регулярная вывозка отходов, люди были нечистоплотны в быту. Можно говорить о том, что европейская гигиена и санитария ведут отсчёт с тех страшных времён бубонной чумы.

Преодоление бубонной чумы сняло ещё один барьер на пути роста численности населения (хотя в целом победить эпидемии удалось только после внедрения вакцинации в середине двадцатого века). И этот рост вновь привёл к голоду, охватившему Европу в XVIII в., когда А. Юнг написал о Франции «Главное несчастье Франции заключается в том, что она обладает слишком многочисленным населением, которое она не может ни употребить в дело, ни прокормить» [18, с. 90].

Преодоление данного кризиса, называемого так же «**кризисом продуцентов**», шло за счёт развития сельского хозяйства (создание баланса между растениеводством и животноводством, как источником органических удобрений, механизация, открытие минеральных удобрений) и освоения колоний. Колонии стали, с одной стороны, прибежищем для миллионов лишних людей (в XVIII столетии эмиграция в Америку поглотила от 30 до 50% прироста населения в Великобритании [16, с. 211]), а, с другой стороны, источником сельскохозяйственной продукции для Европы. США получили свой первый импульс в развитии благодаря поставкам хлопка и табака, выращенного с использованием рабского труда негров. К началу XX века кризис продуцентов в Европе был преодолен. Была создана совершенная система сельского хозяйства, но практически не осталось территорий, не затронутых человеческой деятельностью.

Со второй половины XIX века в Европе и северной Америке началось бурное развитие промышленного производства. Основным источником энергии стали угли, преимущественно бурые – с высокой зольностью и содержанием серы. Мощные предприятия металлургии и энергетики снабжаются высокими трубами для рассеивания выбросов, но это ведёт к распространению загрязнений на большие расстояния. Насыщение атмосферной влаги содержащимися в воздухе окислами серы вызвало появление совершенно нового явления – кислотных дождей (с pH < 5), губительных как для растительности, так и для металлических и железобетонных конструкций.

Развитие цветной металлургии и появление электрохимии стало источником поступления в водоёмы большого количества тяжёлых металлов. В совокупности со сбросами химических производств это привело к тому, что к середине XX века были почти

полностью отравлены такие большие водоемы, как р. Рейн в Европе и Великие Озёра в США.

В это же время широкое распространение получили хлорорганические пестициды, позволившие значительно сократить потери в сельском хозяйстве от вредителей и затраты труда на прополку угодий от сорных растений. Но, обладая высокой химической устойчивостью и способностью накапливаться в организме, они стали причиной распространения хронических отравлений среди широких слоёв населения.

Т.о., к началу 60-ых годов прошлого века развитые страны столкнулись с новой проблемой – проблемой глобального загрязнения окружающей среды отходами производства. Биосфера оказалась неспособной обезвреживать эти отходы в процессах самоочистки. С одной стороны, ввиду высокой интенсивности поступления загрязнений, а, с другой стороны, потому, что многие из этих загрязнений либо никогда не существовали в природе, либо не участвуют в нормальных физиологических процессах (эти вещества называют ксенобиотиками). Поскольку в биосфере переработкой отходов занимаются редуценты, то этот кризис назвали **кризисом редуцетов**.

Преодоление данного кризиса шло (и идёт) двумя путями. Во-первых, за счёт внедрения методов очистки выбросов и сбросов, технологий переработки отходов и создания новых технологий, уменьшающих образование отходов. Во-вторых, за счёт перемещения грязных производств из развитых стран в развивающиеся. Можно констатировать, что основные угрозы кризиса редуцетов в развитых странах (США, Европа, Япония) в настоящий момент преодолены, но в новых индустриальных странах (Китай, Индия, Бразилия, Индонезия) он продолжает развиваться.

Преодоление кризиса редуцетов происходит на фоне дальнейшего роста населения планеты и расширения промышленного производства. Это породило новые угрозы для будущего человеческой цивилизации.

### **1.3. Проблема народонаселения**

В живой природе численность вида регулируется, прежде всего, доступностью кормовой базы. В настоящее время сельское хозяйство достигло такого уровня развития, что в состоянии без проблем прокормить не только нынешнее население планеты, превысившее 6 млрд. человек, но и по оценкам Всемирной продовольственной организации (FAO) до 20-25 млрд. [19, с. 132]. Существование глобального рынка позволяет (при наличии финансовых ресурсов) любой стране обеспечить внутренний рынок любыми продуктами в любом количестве. Тем не менее, проблема голода в отдельных (развивающихся) странах стоит достаточно остро. Потенциально, сложности с питанием могут возникнуть и в странах восточной Европы в ходе их адаптации в Европейском Союзе. Нужно подчеркнуть, что индустриально развитые страны западной Европы, которые имеют достаточно финансовых ресурсов для того, чтобы жить за счёт импорта сельскохозяйственной продукции, всячески стараются сохранить и поддержать собственное сельское хозяйство.

Человеческое общество нуждается не только в продуктах питания, но и в сырье и источниках энергии для обеспечения производства, отопления жилищ на севере и их охлаждения (кондиционирования воздуха) на юге. К важнейшим ресурсам относятся вода, прежде всего вода питьевая (см. разд. 3.1). Доступность ресурсов и обеспеченность ими населения с каждым годом сокращаются (см. табл. 1.1). Рост производства, несмотря на все успехи научно-технического прогресса, ведёт к росту количества отходов, поступающих в окружающую среду. Таким образом, рост численности населения ухудшает условия его жизни и ставит под сомнение саму возможность существования человечества в долгосрочной перспективе.

Необходимо также отметить значительную неравномерность в потреблении ресурсов. В настоящее время 20% людей, живущих в развитых странах, потребляют такое же количество ресурсов, как и 80% процентов жителей остального мира. Это вопиющая несправедливость, но увеличение потребления в развивающихся странах до уровня, достигнутого в странах развитых, многократно увеличит нагрузку на окружающую среду.

Таблица 1.1

Численность населения и доступность возобновляемых ресурсов в мире [7, с. 31]

Показатель	1990 г.	2010 г.	Общее изменение, %	Изменение в пересчёте на душу населения, %
Население планеты, млн. чел.	5290	7030	+33	–
Улов рыбы, млн. т	85	102	+20	-10
Орошаемые земли, млн. га	237	277	+17	-12
Пахотные земли, млн. га	1444	1516	+5	-21
Пастбища, млн. га	3402	3540	+4	-22
Леса, млн. га	3413	3165	-7	-30

Тем не менее, завершая свою монографию [19], посвящённую демографическим проблемам, член Римского клуба профессор С.П. Капица пишет, что, по его мнению, в среднесрочной перспективе для роста численности населения отсутствуют ресурсные ограничения. Уменьшение ресурсов обостряет конкуренцию за доступ к ним и является основой для развития политических, в том числе военных конфликтов (последнее событие – это агрессия США против Ирака), которые могут привести к новой мировой войне.

Проблемы, связанные с перенаселённостью, начали вновь обостряться в 60-е годы прошлого столетия и в Западной Европе. Но в настоящее время развитые страны, включая Россию, столкнулись с иной проблемой – проблемой сокращения численности населения. В 2001 г. в России в среднем на каждую женщину приходилось в сельской местности 1,5 ребенка, а в городах - 1,25 [20]. Вместо двух, необходимых для простого воспроизводства населения. По этому показателю Россия уступает развитым странам в целом<sup>1</sup> (показатель рождаемости 1,7 [22, с. 13]), но превосходит Европу (показатель рождаемости 1,40). При этом его величина в Германии – 1,30, в Италии – 1,20, а в Испании – 1,07 [23]. Таким образом, исторические перспективы Европы в целом и России в частности выглядят весьма печально, поскольку, как указывается в монографии [22, с. 13], из двух стран будет обладать большей совокупной мощью та страна, у которой больше демографический ресурс.

#### **1.4. Истощение энергоресурсов**

Значение источников энергии по мере развития человеческой цивилизации всё возрастает. Рост энергопотребления порождает множество проблем, главную из которых представляет растущая неопределённость будущего человеческой цивилизации в связи с неизбежным исчерпанием запасов полезных ископаемых, являющихся основным источником энергии.

<sup>1</sup> Благодаря принятым руководством нашей страны мерам в 2008 г. естественная убыль населения России сократилась до 364 тыс. чел. по сравнению 470 тыс. чел. в 2007 г. и 847 тыс. чел. в 2005 г. [21, с. 84].

В 1980 г. мировое потребление энергии составило 7,3 млрд. т у. т.<sup>2</sup>, а к 2004 г. выросло до 11,3 млрд. т у. т., в т.ч., %: угля – 24,8, нефти – 35,2, газа – 20,5, атомной энергии – 6,3, гидроэнергии – 2,2, биомассы и отходов – 10,5, других возобновляемых источников энергии – 0,5 [24, с. 66]. В структуре производства электроэнергии гидроэнергосурсы обеспечивают 5-6%, атомная энергетика – 17-18% (хотя в некоторых странах она является преобладающей в энергетическом балансе: Франция - 74%, Бельгия - 61%, Швеция - 45%) [25].

В период с 1980 по 2004 г. средний прирост в потреблении энергии составлял 2,2% в год. Резкий рост цен на нефть привёл к замедлению темпов экономического роста и прироста потребления энергии. Но при уровне цен достигнутых в 2005 г. (50 долларов за баррель<sup>3</sup>) был спрогнозирован среднегодовой прирост энергопотребления на уровне 1,6% [24, с. 66]. Если в первой половине XX века основным источником энергии был уголь (около 60%), то в период с 1950 по 1973 гг. потребление нефти увеличивалось более чем на 7% в год и стало опережать потребление угля. По прогнозу международного энергетического агентства в 2030 г. в структуре потребления энергии уголь составит ~ 26, нефть – 33 и газ – 23% [24, с. 66]. Мировые запасы углеродного топлива по состоянию на 1997 г. оценивались [7, с. 79]: нефти – 155 млрд. т, газа – 139 трлн. м<sup>3</sup>, угля – 1747 млрд. т. Т.е. они едва покрывают потребности ближайшего столетия.

В условиях ограниченности запасов углеводородного сырья внимание должно уделяться всем возможным источникам энергии. Но перспективы использования, так называемых, альтернативных источников, не следует переоценивать. В настоящее время капитальные вложения в расчёте на производство 1 кВт энергии при использовании биологических отходов и солнечных батарей составляют более 5000 USD<sup>4</sup>, в приливных электростанциях – около 3000 USD, геотермальных источников и атомных электростанций – около 2000 USD, ветряных станций – от 700 до 1300 USD по сравнению с ~ 600 USD/кВт для тепловых электростанций, работающих на газу, и ~ 1200 USD/кВт – работающих на угле [24, с. 145, 220]. Стоимость производства электроэнергии на угольных ТЭЦ также заметно ниже – от 4 до 5,5 центов по сравнению с 5-8 центами на ветряных электростанциях. Поэтому по прогнозу Международного энергетического агентства их доля в производстве энергии может возрасти к 2030 г. лишь до 1,7%. Но этот прогноз был сделан при цене нефти 50 USD/баррель. Рост цены на нефть может значительно увеличить конкурентоспособность альтернативной энергетики.

Другой причиной, сдерживающей распространение альтернативной энергетики, является высокая зависимость выработки солнечной и ветровой энергии от погодных условий.

Для России чрезвычайно актуальным является повышение эффективности использования энергии, ведь в СССР на 1 т условного топлива производился валовой внутренний продукт (ВВП), эквивалентный 1000 USD, а в развитых странах – 2900 USD [26]. За период с 1990 по 2001 год энергоёмкость ВВП в России увеличилась на 15% [27]. Хотя в последние годы, в основном благодаря структурной перестройке экономики, энергоёмкость ВВП неуклонно уменьшается. По сравнению с 1996 г. энергоёмкость ВВП в странах бывшего СССР сократилась более чем на 30% [28].

---

<sup>2</sup> Для сопоставления запасов различных видов топлива и уровня его использования применяют так называемое условное топливо, удельная теплота сгорания которого равна 7000 ккал/кг (29,3 МДж/кг).

<sup>3</sup> 1 баррель равен 169 литрам.

<sup>4</sup> USD – доллар США.

### 1.5. Изменение глобального климата

Эффекты локального воздействия человека на климат известны с доисторических времён. С деятельностью человека связывают и возникновение пустыни Сахара и пустынь в Средней Азии. Пересыхание Аральского озера связывают с почти полным отбором воды из рек Сыр-Дарья и Амударья.

Значительное влияние на локальные климатические условия оказывают вырубка лесов и создание водохранилищ. В крупных городах выше температура воздуха, чем в провинции и чаще выпадают осадки [2, с. 81].

В качестве глобальной проблемы на текущий момент рассматривается потепление климата. Глобальный климат на Земле имеет циклические изменения различной частоты. Минимальный цикл изменения солнечной активности имеет 11 лет. Максимальный – между ледниковыми периодами – десятки тыс. лет. В настоящее время мы переживаем потепление, которое затем сменится похолоданием, т.к. в долгосрочной перспективе нас ждёт оледенение.

Кроме того, потепление климата связывают с увеличением концентрации в атмосфере Земли двуокси углерода. Это явление иногда называют «парниковым эффектом». Но парниковый эффект связан с ограничением процессов конвекционного переноса тепла. Теплица имеет прозрачные стены, через которые проходит солнечный свет, нагревающий воздух. Стены теплицы не позволяют тёплому воздуху выйти наружу, а холодному – попасть во внутрь (см. рис. 1.4).

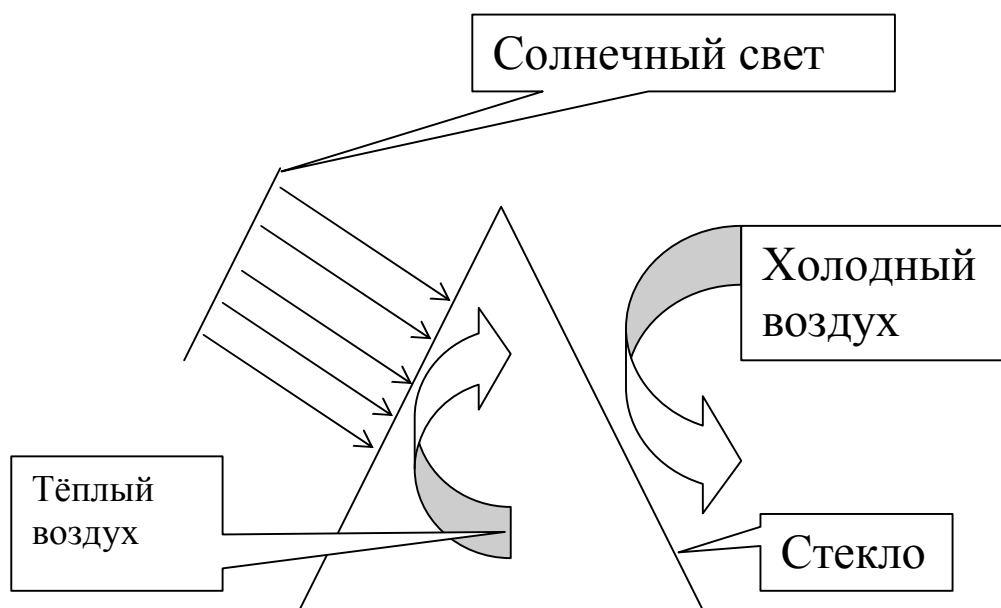


Рисунок 1.4. Схема теплицы, иллюстрирующая аккумуляцию в ней тепла.

В 1992 г. году на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (Бразилия) была открыта для подписания рамочная конвенция о глобальном изменении климата, в которой была обозначена озабоченность объединённых наций возможным изменением климата и провозглашена решимость сторон свести к минимуму антропогенное влияние на климат. К настоящему времени к конвенции присоединилось 192 государства. В 1997 г. в Киото (Япония) был принят протокол к данной конвенции, которым было установлено, что потепление климата на Земле связано с накоплением в атмосфере так называемых «парниковых газов» (диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ), ме-

тан (CH<sub>4</sub>), закись азота (N<sub>2</sub>O), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ), гексафторид серы (SF<sub>6</sub>). Протокол также предусматривает, что развитые страны и страны с переходной экономикой (бывшие социалистические) должны в период с 2008 по 2012 г. сократить выбросы парниковых газов по отношению к уровню 1990 г. Согласно протоколу страны ЕС-15<sup>5</sup> должны сократить выбросы на 8%, США – на 7%, Япония и Канада – на 6%. Для России и Украины закреплён уровень 1990 г. Некоторые развитые страны могут увеличить выбросы: Норвегия – на 1%, Австралия – на 8%, Исландия – на 10%. Конвенция предусматривает также учёт процессов, связанных с поглощением и эмиссией парниковых газов почвой и лесными культурами.

Протокол не содержит обязательств развивающихся стран, в т.ч. так называемых новых индустриальных: Китая, Индии, Бразилии, Индонезии и др., темпы роста промышленного производства в которых значительно превосходят последние в развитых странах.

В 1990 г. суммарный выброс парниковых газов без учёта абсорбции в пересчёте на CO<sub>2</sub> составлял 32,4 млрд. т, в т.ч.: развитые страны – 15,1 (США – 6,2, ЕС-15 – 4,3, Япония – 1,3), страны с переходной экономикой – 7,5 (Россия – 3,0, Украина – 0,9), развивающиеся (1994 г.) – 11,7 (Китай – 4,1, Индия – 1,2, Бразилия – 0,6) [29, 30].

В 2007 г. закончился «подготовительный» период реализации Киотского протокола, ознаменованный специальной конференцией ООН, состоявшейся на острове Бали. К сожалению, ООН не представило на конференцию свежие данные по развивающимся странам, экономики которых стремительно растут. Не связанные обязательствами Киотского протокола они не предпринимают активных действий по сокращению выбросов парниковых газов.

В целом страны, охваченные Киотским протоколом (включая США, отозвавшие из под него свою подпись), сократили свои выбросы по состоянию на 2005 г. [29] на 0,51 млрд. т (2,5%). Произошло это благодаря странам с переходной экономикой, выбросы которых сократились на 1,95 млрд. т (25,8%), в т.ч., млрд. т: Россия – 0,86, Украина – 0,51, Польша – 0,19, Румыния – 0,13. Развитые страны, напротив, в целом выбросы увеличили на 1,44 млрд. т (9,5%), в т.ч.: Австралия – на 0,11 (25,6%), Канада – на 0,15 (25,3%), Испания – на 0,15 (53%), Турция – на 0,13 (74%), США – на 1,01 (16%). Страны ЕС в целом сократили свои выбросы на 1,5% – в основном за счёт Германии (–0,23 млрд. т) и Великобритании (–0,11 млрд. т).

Сокращение выбросов углекислого газа в России произошло по причине спада производства в середине 90-ых годов. По оценкам Минпромэнерго России [31] в топливно-энергетической сфере к 2010 году объём выбросов парниковых газов составит 75 – 80% от уровня 1990 года и даже в 2020 году не достигнет этого уровня, что позволит России выполнить обязательства Киотского протокола.

Конвенция не требует, чтобы развивающиеся страны представляли регулярные отчёты о выбросах парниковых газов. Поэтому представленный Китаем в 2004 г. в ООН материал [32] содержит лишь инвентаризацию парниковых газов за 1994 г. Общий выброс парниковых газов составил 4,06 млрд. т в пересчёте на CO<sub>2</sub>, абсорбция – 0,41 млрд. т CO<sub>2</sub>, итоговый выброс составил 3,65 млрд. т в пересчёте на CO<sub>2</sub>. Из них 73% приходится собственно на CO<sub>2</sub>, 20% на CH<sub>4</sub> и 7% на N<sub>2</sub>O [32, с. 38]. Выбросы фтористых соединений в инвентаризации не учтены. В 1994 г. энергопотребление в Китае составило 1,23 млрд. т у.т. В 2000 г. оно увеличилось до 1,30 млрд. т у.т. Структура энергопотребления за это время изменилось в сторону сокращения выбросов CO<sub>2</sub>: доля угля уменьшилась с 75 до 66%, нефти – увеличилась с 17 до 25%, газа – с 1,9 до 2,5%, гидро- и ядерной энергии – с 5,7% с 6,5% [32, с. 26]. Но по оценкам Международного энерге-

<sup>5</sup> ЕС-15 включает 15 страны Европы, входивших в ЕС до начала процесса его расширения.



тического агентства выбросы парниковых газов в Китае к 2005 г. выросли более чем на 2,5 млрд. т по сравнению с 1990 г. [24, р. 80].

Таким образом, можно говорить о том, что Конвенция, в целом, не дала желаемого результата – сокращения выбросов углекислого газа, т.е. сокращения потребления углеродного топлива. Имеющееся реальное сокращение в странах с переходной экономикой, главным образом в России и на Украине, было вызвано экономическим кризисом. Дальнейшее развитие конвенционного процесса сдерживается несовпадением позиций США и Китая, которые ведут жёсткую конкурентную борьбу и не желают следовать каким-либо ограничениям. В нынешнем виде Киотский протокол не отвечает и долгосрочным интересам Российской Федерации.

### **1.6. Физический смысл «озоновых дыр»**

Другой глобальной проблемой является загрязнение атмосферы стойкими фторхлорорганическими соединениями (хлоронами), являющихся эффективными рабочими жидкостями холодильников (хладоны 11 и 12), пропелентами (хладон 11), растворителями (хладон 113) и средствами для тушения пожаров (хладон 114Б2). Благодаря своей высокой химической стойкости они, не разлагаясь, достигают высоких слоёв атмосферы, где под действием жёсткого солнечного излучения происходит радиолиз кислорода с образованием озона:



Озон, являясь очень нестойким соединением, легко разлагается, как под действием того же излучения, так и под действием присутствующих в среде молекул:



Озон является веществом, интенсивно поглощающим излучение в ультрафиолетовой области спектра, что считается важным для защиты людей от солнечного света. Текущая концентрация озона будет определяться соотношением скоростей реакций (1.1) и (1.3). При этом скорость реакции (1.1) зависит от плотности излучения, а скорость реакции (1.3) от общей концентрации молекул. То, что наименьшая концентрация озона наблюдается над полюсами, где солнечное излучение проходит по касательной к земной атмосфере, свидетельствует, что определяющей для концентрации озона является скорость реакции (1.1).

В 1988 г. была принята международная конвенция об охране озонового слоя, предусматривающая запрет производства наиболее распространённых хладонов. Для России реализация конвенции совпала с периодом экономического спада, поэтому прошла относительно безболезненно. Но в настоящее время имевшиеся запасы хладона 113, без которого не может эффективно функционировать электронная промышленность, исчерпаны. Для удовлетворения своих стратегических потребностей Россия должна испрашивать разрешения на производство ограниченных партий хладона 113 в конвенциональном комитете<sup>6</sup>.

Хладон 114Б2 является незаменимым огнегасящим средством для электроустановок. Если бы Останкинская телебашня была оборудована системой пожаротушения на основе хладона 114Б2, то известный пожар не имел бы таких тяжёлых последствий. Хла-

<sup>6</sup> В 2007 г. на основании такого разрешения на заводе полимеров Кирово-Чепецкого химического комбината для нужд Роскосмоса было произведено 150 т хладона 113.

дон 11 практически нетоксичен. Его запрет ведёт к использованию в лечебных аэрозольных препаратах более токсичных веществ.

### **1.7. Сохранение биологического разнообразия**

В последние десятилетия была сформулирована проблема сохранения биологического разнообразия, т.е. сохранения всей существующей на земле совокупности биологических видов и их местообитаний. Одним из истоков данной проблематики является концепция биоцентризма, рассматривающая все биологические виды, включая человека, одинаково ценными. В действительности жизнь бесконечна в многообразии форм своего существования. Но лишь некоторые из них совместимы с существованием человека. Тем не менее, биологическое разнообразие ценно как основа: 1) дальнейшей эволюции живой природы, 2) приспособляемости биоты к возможным изменениям внешней среды, 3) сохранения биологических связей и зависимостей, обеспечивающих устойчивость экосистем (и не известных в полном объеме учеными). При использовании понятия биологического разнообразия необходимо понимать, что биологическое разнообразие не эквивалентно экологическому благополучию. Во-первых, в ряде случаев, сформировавшиеся устойчивые экосистемы являются монодоминантными и их уничтожение (например, вырубка таёжного леса) приводит к смене биоценоза и возрастанию биологического разнообразия [33]. К увеличению биоразнообразия может приводить и загрязнение природной среды, что также связано с расширением возможностей для межвидовой конкуренции.

С позиции биологического разнообразия главной опасностью для экологической устойчивости регионов является монокультурное земледелие, включая создание плантаций для выращивания деревьев. Но сегодня международное законодательство не распространяет принципы сохранения биологического разнообразия на сферу сельского хозяйства, а в лесном хозяйстве исключает из рассмотрения плантации. И это является принципиальной ошибкой.

Противоположной проблемой является вывод в целях сохранения биологического разнообразия значительных территорий из хозяйственного оборота. Это ограничивает их социально-экономический потенциал, ограничивает возможности местного населения. Много говорится о необходимости создания компенсационных механизмов, но реальных шагов пока не предпринимается. С другой стороны, формирование групп населения, живущих на дотации, является социально не оправданным. Потому что главное в социальной политике – это создание возможностей для того, что бы люди могли обеспечить себя сами.

Несмотря на все принимаемые меры абсолютное количество возобновляемых природных ресурсов – лесов, пахотных угодий, пригодных для питьевых целей водоёмов год от года сокращается. Это говорит о том, они недостаточно эффективны, а декларируемые задачи преследуют чаще всего политические цели.

**Теперь задумаемся над тем, что жизнь на Земле существует, по крайней мере, 1 млрд. лет и будет существовать ещё 8 млрд. лет – пока светит Солнце. По меньшей мере, 50 тыс. л существует вид Человек разумный и 6,5 тыс. лет насчитывает человеческая цивилизация, но её существование может прекратиться в течение ближайших 100-200 лет, если сохранятся нынешние тенденции развития, если человечество кардинальным образом не пересмотрит своего отношения к природе и к своей жизнедеятельности.**

## 2. Токсическое воздействие химических веществ

### 2.1. Общие вопросы токсикологии

**Здоровье** – это объективное состояние и субъективное ощущение полного физического, психологического и социального комфорта [9, с. 84]. **Токсичность** – это ядовитость, способность некоторых химических элементов, соединений и биогенных веществ оказывать вредное действие на организмы (человека, животных, растения, грибы, микроорганизмы) [9, с. 264]. Область науки, изучающую взаимодействия живого организма и ядов, называют **токсикологией**.

Токсикология включает [34, с. 3]:

- **токсикодинамику**, изучающую влияние веществ на организм;
- **токсикокинетику**, изучающую превращения веществ в организме;
- **токсикометрию**, которая определяет зону токсического воздействия вещества на организм.

К основным параметрам токсикометрии относятся [34, с. 9]:

**Uniac** (мг/кг) – порог однократного (острого) действия токсичного вещества – минимальная пороговая доза, вызывающая изменение показателей жизнедеятельности организма, выходящая за пределы приспособительных физиологических реакций.

**DL<sub>50</sub>** (**DL<sub>100</sub>**) (мг/кг) – среднесмертельная (смертельная доза) доза, вызывающая гибель 50% (100%) подопытных животных при определённом способе введения в организм в течение двух недель последующего наблюдения.

**CL<sub>50</sub>** (**CL<sub>100</sub>**) (мг/л, мг/м<sup>3</sup>) – концентрация, вызывающая гибель 50% (100%) подопытных животных. При использовании показателя CL необходимо указывать также время экспозиции, т.е. время воздействия.

**ПДК, ОБУВ** (мг/л, мг/м<sup>3</sup>) – предельно допустимая концентрация, ориентировочный безопасный уровень воздействия (см. раздел 2.3).

**Условная смертельная доза** (мг/кг) – минимальная доза, вызывающая смерть человека при однократном воздействии данного вещества.

**Пороговая концентрация ядов в крови** (мг/л) – концентрация, при которой обнаруживаются первые симптомы отравления.

**Критическая концентрация** (мг/л) – концентрация яда в крови, соответствующая развёрнутой клинической картине отравления.

**Смертельная концентрация** (мг/л) – концентрация яда в крови, при которой обычно наблюдается смертельный исход.

Вредное воздействие связано, прежде всего, с химической активностью веществ, когда они вступают в нежелательные (с позиций нормального функционирования в организме физиологических процессов) реакции, или вызывают смещение химических равновесий. В некоторых случаях проявляются физические эффекты, связанные, например, с воздействием химически инертных перфторорганических соединений на проницаемость клеточных мембран. Повышенное содержание в крови хлористого натрия ведёт к повышению осмотического давления и к изменению активностей содержащихся в крови соединений.

Существует несколько подходов к **классификации отравлений** [34, с. 15-16]:

1. Отравления, как заболевания химической этиологии:

**Этиопатогенетический**, связанный с причиной их возникновения: полицейские, боевые, производственные, лекарственные и т.п.

**Клинический**, связанный с особенностями их клинического течения:

- **острые отравления** развиваются при одномоментном поступлении в организм токсической дозы вещества и характеризуются острым началом и выраженными специфическими симптомами;

- **хронические отравления** обусловлены длительным, часто прерывистым поступлением ядов в малых (субтоксических) дозах;
- **подострые отравления** происходят, когда при однократном введении яда в организм клиническое развитие отравления очень замедлено и вызывает продолжительное расстройство здоровья.

**Нозологический** – по названиям отдельных химических препаратов и групп веществ (метиловым спиртом, кислотами и т.д.).

## 2. В зависимости от пути поступления яда:

**Эндогенные** – интоксикация токсичными метаболитами, которые могут образовываться и накапливаться в организме при различных заболеваниях, связанных с нарушением функций выделительных органов (почки, печень и др.).

**Экзогенные** – интоксикация веществами, поступающими в организм из окружающей среды.

Отравляющие вещества классифицируют по характеру вызываемого ими токсического эффекта, выраженного в нарушении функции той или иной физиологической системы [35, с. 8] (в скобках приведены примеры отравляющих веществ):

- **нервно-паралитические** (зарин – изопропиловый эфир метилфосфиновой кислоты),
- **общеядовитые** (синильная кислота),
- **удушающие** (фосген),
- **кожно-нарывные** (иприт),
- **психохимические** (диэтиламид лизергиновой кислоты),
- **раздражающие**: вызывающие слезотечение **лакриматоры** (SC, хлорциан) и **стерниты**, вызывающие сильное раздражение слизистых оболочек дыхательных путей (адамсит).

Из всего множества химических веществ, вполне обоснованно, выделяются так называемые «**ксенобиотики**», т.е. вещества не свойственные живой природе и не участвующие в нормальных физиологических процессах. Они плохо поддаются диссимилации, накапливаются в живых организмах и вызывают дисфункции внутренних органов. К ксенобиотикам относят некоторые тяжёлые металлы (свинец, кадмий, ртуть), хлор- и фторорганические соединения и др.

**Экотоксикантами** называют токсичные и устойчивые (персистентные) в условиях окружающей среды вещества, способные накапливаться в организмах до опасных уровней концентраций [36, с. 5].

Одними из наиболее распространённых экотоксикантов являются хлорорганические пестициды. **Пестицидами** называют ядохимикаты, применяемые в сельском хозяйстве для уничтожения вредных насекомых (инсектициды), клещей (акарициды), борьбы с возбудителями грибковых болезней растений (фунгициды), уничтожения сорной растительности (гербициды), против грызунов (зооциды), для удаления листьев растений (дефолианты) и др. Будучи биологически активными по отношению к различным растениям и животным, многие из них могут оказывать токсическое действие на человека [37, с.14].

Широкое использование пестицидов началось в конце сороковых годов прошлого века. Несмотря на соблюдение мер предосторожности при использовании пестицидов на конец 50-ых годов было зафиксировано более 8000 случаев отравления, в т.ч. около 2000 – со смертельным исходом [37, с.14].

Пестициды (как и многие другие химические вещества) способны накапливаться в пищевых цепях. В качестве примера можно привести следующую пропорцию [38, с. 11]:

- в планктоне концентрация пестицидов в 10 раз превышает их содержание в воде;

- в дафниях и других мелких ракообразных содержание пестицидов в 50 раз выше чем в планктоне;
- в рыбах, питающихся мелкими ракообразными, концентрация пестицидов возрастает в 5 раз, а в хищных рыбах еще в 2 раза;
- наконец в птицах, питающихся хищными рыбами, концентрация возрастает в 25 раз.

Таблица 2.1.

Воздействие на организм человека окиси углерода [39, с. 313-315]

Концентрация CO, мг/м <sup>3</sup>	Длительность воздействия	Симптоматика отравления
ПДК <sub>СС</sub> = 3 мг/м <sup>3</sup> , ПДК <sub>МР</sub> = 5 мг/м <sup>3</sup>		
6	25 мин.	Снижение цветовой и световой чувствительности глаз
11-12	5 час.	Нарушение точности оценки временных интервалов
ПДК <sub>РЗ</sub> (смена) = 20 мг/м <sup>3</sup>		
31	3 час.	Снижение точности зрительного восприятия пространства и ночного зрения
ПДК <sub>РЗ</sub> (1 час) = 50 мг/м <sup>3</sup>		
50-60	2 час.	Снижение слуха. Изменения электроэнцефалограмм.
ПДК <sub>РЗ</sub> (30 минут) = 100 мг/м <sup>3</sup>		
80-110	3,5-5 час.	Снижение скорости зрительного восприятия, ухудшение выполнения психологических и психомоторных тестов, координации мелких точных движений и аналитического мышления.
ПДК <sub>РЗ</sub> (15 минут) = 200 мг/м <sup>3</sup>		
220-230	1-3 час.	Лёгкая боль в области лба
220-230	3 час.	Нарушение работоспособности
220-230	6 час.	Боль в области лба, ощущения давления на лоб, быстро исчезающее на свежем воздухе; расширение кожных кровеносных сосудов; снижение физической работоспособности.
660	1 час.	Первые симптомы интоксикации. Возможно выполнение лишь лёгкой физической работы.
660	2 час.	Тошнота. Явные симптомы интоксикации.
660	4 час.	Тошнота, рвота, возможна потеря сознания
1760	20 мин.	Головная боль, головокружение, тошнота
1760	2 час.	Потеря сознания, коллапс
3000	1 час	Смерть
5000	17 мин.	Потеря сознания, судороги
5700	5-10 мин.	Смерть
14080	1-3 мин.	Потеря сознания, рвота, смерть

В итоге мы имеем рост содержания пестицидов в тканях хищных птиц в 125000 раз по сравнению с водой.

Влияние на организм человека ядовитого вещества в зависимости от его концентрации и корреляцию данных свойств с величинами предельно-допустимых концентраций на примере окиси углерода иллюстрирует табл. 2.1.

В зависимости от дозы токсическое воздействие на организм способно оказать любое вещество. Например, потребление дистиллированной воды приводит к обессоливанию организма. Поэтому очень важным является нормирования содержания загрязняющих веществ в объектах внешней среды. Вопросы нормирования будут рассмотрены в разд. 2.3, а в следующем разделе мы рассмотрим токсические свойства некоторых веществ, используемых или выделяющихся в процессах электрохимических производств.

## **2.2. Токсическое действие веществ, используемых и выделяющихся в электрохимических производствах**

### **2.2.1. Токсичные свойства тяжёлых металлов**

Электрохимические производства являются одними из основных источников поступления в окружающую среду тяжёлых металлов.

Тяжёлые металлы играют важную роль в нормальном функционировании живых организмов. Всего в живых организмах к настоящему времени обнаружено 80 элементов [36, с. 59]. Такие тяжёлые металлы, как **Fe, Mo, Co, Mn, Ni, Cu, Cr, V** и **Zn** входят в состав ферментов или их активаторов. Например, цинк входит состав около 200 энзимов, в т.ч. в состав алкогольдегидрогеназы<sup>7</sup>. **Медь** входит в состав белков. У млекопитающих это в основном белок сыворотки крови церулоплазмин. **Хром** участвует в липидном и углеводном обменах. Но потребность в тяжёлых металлах очень невелика. Например, в организме взрослого человека содержание **марганца** составляет всего 8 мг [36, с. 60]. Соответственно, превышение естественной потребности может приводить к расстройствам здоровья различной тяжести.

Мы рассмотрим общий механизм токсического воздействия тяжёлых металлов и отдельные примеры отравлений. Гигиенические и экологические нормативы содержания тяжёлых металлов в различных средах приведены в приложении VII.

Ионы непереходных металлов **Pb<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, CH<sub>3</sub>Hg<sup>+</sup>** и **Cd<sup>2+</sup>** образуют прочные комплексы с аминокислотами и другими биомолекулами, содержащими концевые тиогруппы (HS<sup>-</sup>). Например, весьма прочный комплекс с тиогруппой, характеризующийся величиной  $pK=15,7$ , образует катион метилртути **CH<sub>3</sub>Hg<sup>+</sup>**. Сейчас установлено, что ионы ртути именно по этому механизму ингибируют более ста различных ферментов. Из-за такого действия ионы свинца, ртути и кадмия относят, наряду с алкилирующими HS-группу органическими токсикантами, к категории тиоловых ядов [36, с. 61].

Другой важный механизм токсического действия **ртути** и **свинца** заключается в вытеснении эссенциальных металлов из металлсодержащих комплексов, приводящем к потере последними биологической активности. Так происходит дезактивация участвующих в синтезе гема<sup>8</sup> ферментов карбоангидразы и аминоклевулинатдегидрогеназы в результате замены содержащихся в них иона **Zn<sup>2+</sup>** на **Hg<sup>2+</sup>** или на **Pb<sup>2+</sup>** [36, с. 61].

Ионы **Pb<sup>2+</sup>** особенно опасны с точки зрения ингибирования синтеза гемма. Помимо вышеупомянутых ферментов мишенью этих металлов служит феррохелатаза. Кроме того, ионы свинца активируют фермент гемокиназу, разлагающую гемм. Таким же дей-

<sup>7</sup> Алкогольдегидрогеназа окисляет этиловый спирт, содержащийся в крови.

<sup>8</sup> Гемм – это комплексное соединение порфина с двухвалентным железом. Входит в состав сложных белков – гемопротеидов (гемоглобины, цитохромы и др.) [36, с. 135].

ствием обладают ионы кобальта и кадмия. Потеря организмом животного гемма приводит к дефициту гемоглобина и развитию анемии [36, с. 62].

Токсический эффект тяжёлых металлов также связан с нарушением синтеза различных форм цитохрома P-450. Поскольку цитохром P-450 отвечает за окисление ксенобиотиков, делающее возможным их последующую конъюгацию и выведение из организма, нарушение этой системы приводит к накоплению органических токсикантов в тканях и органах [36, с. 62].

В случае ионов **свинца, ртути, хрома, кадмия** и других тяжёлых металлов отмечена активация пероксидного и свободно-радикального окисления. В результате такой активации повреждаются некоторые белки, нуклеиновые кислоты, липиды, а также биомембраны. Частично повреждающий эффект объясняется ингибированием металлами ферментов, защищающих организм от накопления в нём  $H_2O_2$  [36, с. 62].

Таким образом, основными молекулярными и клеточными мишенями для ионов тяжёлых металлов служат [36, с. 62]:

- гемосодержащие белки и ферменты;
- ферменты, участвующие в процессах конъюгации;
- системы пероксидного и свободнорадикального окисления липидов и белков, а также системы антиоксидантной и антипероксидантной защиты;
- ферменты транспорта электронов и синтеза аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).

Для сопоставления токсичности тех или иных химикатов часто прибегают к использованию некоторых биологических видов в качестве тест-объектов.

В опытах с дафниями (*Daphnia magna*) тяжёлые металлы располагались в порядке уменьшения токсичности в следующем ряду [36, с. 63]:

Для водорослей [34, с. 79]:	Hg>Ag>Cu>Zn>Cd>>Co>Cr>Pb>Ni>Sn.
Для грибов [34, с. 79]:	Hg>Cu>Cd >Fe>Cr>Zn>Co>Mn.
Для цветущих растений [34, с. 79]:	Ag>Hg>Cu>Cd>Cr>Ni>Pb>Co>Zn>Fe.
Для кольчатых червей [34, с. 79]:	Hg>Pb>Cu>Cd>Cr>Ni>Zn.
Для рыб [34, с. 79]:	Hg>Cu>Zn>Pb>Cd.
Для млекопитающих [34, с. 79]:	Ag>Hg>Cu>Pb>Cd>Al>Zn>Ni>Cr>Co>Mn.
	Ag,Hg,Cd>Cu,Pb,Co,Sn,Be>>Mn,Zn,Fe, Cr>>Sr>Cs,Li,Al.

### 2.2.2. Токсичность отдельных соединений

Теперь рассмотрим более подробно токсичность отдельных соединений.

**Аммиак** [40, с. 11-16]. Аммиак представляет собой газ с температурой кипения  $-33,4^{\circ}C$ . Он обладает удушливым резким запахом и едким вкусом. В технологии чаще используют аммиачную воду – 18-25%-ный водный раствор аммиака. Аммиак нередко входит в состав различных электролитов (например, при производстве печатных плат путём травления в медноаммиачном растворе).

Запах аммиака в воде ощущается при концентрации 0,037 мг/л, привкус при 5-10 мг/л. Подпороговая концентрация в водоёме, определяемая по органолептическим показателям, 0,5 мг/л.

Максимально допустимая разовая концентрация, влияющая на фотосинтез разных видов древесных растений, составляет 0,1 мг/м<sup>3</sup>. При концентрации 40 частей на миллион через 1 час появляются симптомы поражения у гречихи, капусты, подсолнечника и томатов.

Концентрация 1 мг/л снижает способность гемоглобина рыб связывать кислород. Токсическая концентрация для различных видов рыб изменяется в пределах от 0,2 до 2

мг/л. Механизм токсического действия – возбуждение центральной нервной системы, поражение жаберного эпителия, гемолиз эритроцитов.

Пороговая концентрация, вызывающая у мышей при экспозиции 2 час. изменения активности холинэстеразы<sup>9</sup> и каталазы крови – 10 мг/м<sup>3</sup>; изменения нервно-мышечной возбудимости – 30 мг/м<sup>3</sup>; CL<sub>50</sub> = 4600 мг/м<sup>3</sup>, CL<sub>100</sub> = 6000 мг/м<sup>3</sup>.

Для человека порог обонятельного ощущения составляет 0,5 мг/м<sup>3</sup>. Вдыхание 3 мг/м<sup>3</sup> в течение 8 час. вызывает тенденцию к уменьшению утилизации кислорода и замедлению пульсу. При концентрациях 40-80 мг/м<sup>3</sup> резкое раздражение глаз, верхних дыхательных путей, вплоть до рефлекторной задержки дыхания, головная боль. Кратковременное вдыхание 70-100 мг/м<sup>3</sup> вызывает раздражение в носу и в полости рта, 490 – раздражение глаз, 1200 – кашель диспноэ, возможен отёк лёгких. Смертельной для человека при экспозиции 0,5-1 час считают концентрацию 1500-2700 мг/м<sup>3</sup>.

Круглосуточное вдыхание воздуха с содержанием аммиака 2 и 5 мг/м<sup>3</sup> сопровождается нейтропенией, моноцитозом и лимфоцитозом; нарушается кислотно-щелочное равновесие; отмечены явные признаки активации симпатoadреналовой системы – увеличение содержания в крови адреналина и оксикортикостероидов. При содержании аммиака 20 мг/м<sup>3</sup> и стаже работы на химкомбинате более 5 лет отмечены вегетативные расстройства и повышение возбудимости парасимпатического отдела нервной системы, жалобы на слабость, недомогание, насморк, кашель, боли в груди; при рентгенографии – увеличение объёма лёгких, усиление лёгочного рисунка, изменение в области корней лёгких и в пристеночной плевре.

**Бор и его соединения.** Соединения бора используются, например, в процессах борфтористоводородного меднения и никелирования. При этом из электролита выделяется борфтористоводородная кислота, которая достаточно быстро гидролизуется до окиси бора и фтористого водорода. Токсические концентрации бора для большинства сельскохозяйственных культур находятся на уровне 700 мг/кг сухого вещества и выше. Некоторые культуры более чувствительны к бору (бобовые, капуста, плодовые деревья). Для них пороговой является концентрация свыше 100 мг/кг. Свёкла, напротив, относится к концентраторам бора и способна накапливать до 1000-8000 мг/кг. Бор малотоксичен для рыб. Токсическая концентрация тетрабората натрия (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>) для колюшки находится в пределах от 3000 до 7500 мг/л в зависимости от жёсткости воды. Ортоборная кислота в концентрации 2500 мг/л вызывает раздражение кожи, обильную слизь, воспаление кишечника; при 6250 мг/л плотва погибает через 48 час., а краснопёрка – через 18 час. [39, с. 192].

В случае теплокровных бор, его оксид и ортоборная кислота относятся к сильнодействующим токсичным веществам с политропным действием; они обладают выраженным гепатотоксическим и гонадотропным действием, а поскольку легко преодолевают плацентарный<sup>10</sup> барьер, то и значительным эмбриотоксическим эффектом. Ортоборная кислота и бораты металлов обладают выраженным холинолитическим (т.е. блокированием ацетилхолина) действием; возможно, с этим связано усилением действия бора при его поступлении с алкоголем, гексабарбиталом и др. Продолжительное поступление в организм человека небольших доз ортоборной кислоты ведёт к снижению аппетита, тошноте, иногда рвоте и появлению эритематозной сыпи. В условиях 2÷5 кратного превышения ПДК (по видимому, ПДК<sub>рз</sub> = 10 мг/м<sup>3</sup> – *Н.О.*) ортоборной кислоты выявлены неврастенический синдром, вегетоневроз, невралгия, субатрофические изменения ды-

<sup>9</sup> Холинэстераза – фермент, катализирующий гидролиз ацетилхолина – вещества, передающего импульс между нервными клетками. Накопление ацетилхолина ведёт к перевозбуждению, судорогам и смерти.

<sup>10</sup> Плацента – орган, осуществляющий связь и обмен веществ между организмом матери и зародышем в период внутриутробного развития.



хательных путей; у женщин – гинекологические заболевания воспалительного характера [39, с. 192-196].

Более токсичен фторид бора ( $\text{BF}_3$ ). При вдыхании фторида бора с концентрацией  $2100 \text{ мг/м}^3$  в течение 5,5 час. погибает большая часть мышей, крыс и все морские свинки. Воздействие фторида бора с концентрацией  $30\text{-}40 \text{ мг/м}^3$  в течение 15-30 дней вызывает гибель части мышей и морских свинок. Уже через несколько дней после начала затравки обнаружено угнетение активности холинэстеразы крови. Концентрация  $280 \text{ мг/м}^3$  вызывает флюороз (заболевание костной системы и зубов). Рабочие, занятые в производствах фторида бора и полиизобутилена, где фторид бора применяется в качестве катализатора (концентрация  $\text{BF}_3$   $35\text{-}610 \text{ мг/м}^3$ , пыли  $\text{B}_2\text{O}_3 \approx 320 \text{ мг/м}^3$ ), жалуются на раздражение, сухость и кровоточивость слизистой носа, зуд открытых участков кожи, ломкость зубов, боли в суставах. При обследовании обнаружены частые заболевания верхних дыхательных путей и кожи, функциональные расстройства нервной системы, повышенная проницаемость кровеносных сосудов [39, с. 201-202].

**Висмут** [40, с. 111-116] обладает широким спектром токсического действия с многообразными клиническими проявлениями. В крови висмут специфически связывается с иммуноглобулинами, заметно снижая их содержание. Проникновением металла через мембраны объясняют образованием специфического растворимого комплекса с белками. Висмут связывается негистонными белками клеточных ядер и аккумулируется в клетках без образования морфологически обособленных включений. Соли висмута угнетают амино- и карбоксипептидазы. Проникая через плацентарный барьер, висмут оказывает эмбриотропное действие; преодолевая гематоэнцефалический барьер<sup>11</sup>, вызывает энцефалопатию. При этом возрастает концентрация висмута в липидах мозга, мозжечке и таламусе, особенно в субклеточных фракциях. Однако прямой зависимости между выраженностью мозговых нарушений и концентрацией висмута в крови не обнаружено. Характерные симптомы интоксикации: набухание слизистой оболочки рта, появление пузырей на языке, саливация, серая кайма на дёснах с последующим развитием пиореи и выпадением зубов, язвенный стоматит и колит; возможны: токсический гепатит, недостаточность функции почек: периферические невриты, остеопороз и остеомаляция.

Выявлена прямая зависимость между тяжестью неврологических симптомов и уровнем металла в крови и моче. Улучшение общего состояния, исчезновение висмутотой импрегнации кожи и слизистых оболочек, уменьшение частоты и силы клонических судорог быстро следует за падением уровня висмута в крови, но восстановление психических нарушений протекает медленнее.

Профессиональные отравления при работе с висмутом и его соединениями не известны. Обследование работающих на участках слива чугуна, где содержание висмута колебалось от  $0,03$  до  $8 \text{ мг/м}^3$ , обнаружило только признаки хронического отравления окисью углерода. Нужно иметь в виду, что некоторые соли висмута могут содержать в виде примесей свинец и мышьяк. Считают, что воздействие нитрата висмута в концентрации  $0,5 \text{ мг/м}^3$  безопасно для человека. Длительное (2 года) применение препаратов висмута с лечебной целью привело к окрашиванию кожи в серый цвет.

**Золото** используется в электронике для производства контактов, печатных схем, прецизионных сопротивлений и полупроводников. При контакте с золотом, его сплавами и соединениями могут развиваться специфические аллергические дерматиты и экземы. В случае контакта с растворами цианида золота возникновение аллергических дерматозов связывается с действием цианидов [39, с. 89].

---

<sup>11</sup> Гематоэнцефалический барьер регулирует обмен веществ между кровью, спинномозговой жидкостью и мозгом.

**Кадмий** используют для получения антикоррозионных и декоративных покрытий, в производстве полупроводников и никель-кадмиевых аккумуляторов, в различных сплавах. Кадмий относится к редким, рассеянным элементам. Содержание кадмия в земной коре, почве и природных водах колеблется от  $n \cdot 10^{-5}$  до  $n \cdot 10^{-6}$  %, в растениях –  $n \cdot 10^{-4}$  % от массы сухого вещества. Вблизи металлургических предприятий из-за оседания кадмия из атмосферы содержание его на поверхности почвы в 20-50 раз выше, чем на контрольных участках. До 70% попадающего в почву кадмия связывается с почвенными химическими комплексами, доступными для усвоения растениями [39, с. 160-162].

Вдыхание пыли оксида кадмия в концентрациях более 1 мг/м<sup>3</sup> в течение 8 час. рабочей смены приводит к токсической пневмонии, а затем к отёку лёгких. Попадание растворимых солей кадмия в желудок вызывает сердечно-сосудистую недостаточность, резкое полнокровие сосудов внутренних органов, отёк и кровоизлияния в лёгких, некротические изменения в печени, некроз слизистой оболочки желудка и кишечника [39, с. 164].

Частыми симптомами хронической профессиональной интоксикации кадмием являются аносмия, появление жёлтой каймы на шейках зубов, гипохромная анемия, протеинурия, нарушение обмена кальция, уменьшение содержания SH-групп белков в крови. Длительное вдыхание пыли кадмия вызывает развитие хронического ринита и фарингита, сухость и раздражение в гортани, жжение в носу и носовые кровотечения с изъязвлениями в хрящевой части носа. У рабочих производства кадмиево-никелевых аккумуляторов при стаже работы не менее 5 лет и концентрации кадмия в воздухе около 1 мг/м<sup>3</sup> оказалась более высокая по сравнению с ожидаемой онкозаболеваемость. В Японии у людей длительно получавших повышенное количество кадмия с пищей (из-за загрязнения рисовых полей сточными водами гидрометаллургических предприятий) была отмечена декальцификация скелета. Болезнь протекала с деформацией скелета, снижением роста, тяжёлыми болями в пояснице, мышцах ног, утиной походкой, лёгкостью возникновения переломов при незначительных напряжениях. При этом нарушалась функция поджелудочной железы, развивались гиперхромная анемия, поражение почек [39, с. 165-166].

**Медь** используется в различных процессах меднения. Также сточные воды, содержащие медь, образуются в процессах электрополирования меди. Медь и её соединения весьма токсичны для почвенной микрофлоры. Загрязнение супесчаной почвы медью более 3 мг/кг может привести к угнетению нитрифицирующих бактерий. В то же время в сельскохозяйственной практике содержание меди в почве на уровне 6-15 мг/кг считается недостаточным, 15-60 мг/кг – нормальным и более 60 мг/кг – избыточным<sup>12</sup> (валовое содержание меди в почве на территории г. Кирово-Чепецка находится в пределах от 7 до 150 мг/кг, при средней концентрации 30 мг/кг [42]). Токсичность для сельскохозяйственных культур (сахарная свёкла, томаты, ячмень) в воде для поливки проявляется при концентрации меди 0,17-0,20 мг/л. Токсические уровни меди, содержащейся в почве, для земляных червей находятся в пределах от 110 до 3000 мг/кг. Соединения меди весьма токсичны для всех представителей водной флоры и фауны. Токсичность для рыб начинает проявляться уже при концентрациях 0,01-0,02 мг/л. Сиговые гибнут при концентрации сульфата меди 0,1 мг/л. Окунь погибает при концентрации сульфата меди 0,25 мг/л через 24-40 час., а при 2 мг/л – через 1,5-5,5 час. [39, с. 64-66].

В случае теплокровных медь относят к группе высокотоксичных металлов, способных вызывать острое отравление, обладающих широким спектром токсического действия с многообразными клиническими проявлениями. Решающую роль в механизме токсического действия меди играет способность её ионов блокировать SH-группы белков, в особенности ферментов. Пороговая доза CuO по влиянию на массу тела, содер-

<sup>12</sup> Валовое содержание меди в почве не нормируется. ПДК для подвижной формы составляет 3 мг/кг [41].

жание SH-групп в крови и изменению весовых коэффициентов внутренних органов при внутрибрюшинном введении мышам составляет 45 мг/кг, LD<sub>50</sub> – 273 мг/кг. Острое отравление соединениями меди может сопровождаться головной болью, слабостью, покраснением зева и конъюнктивы<sup>13</sup> (при воздушном пути воздействия), болью в мышцах, тошнотой, рвотой и поносом (при попадании в желудок), разбитостью, ознобом и температурой 38-39°C. При хронической интоксикации медью и её солями возможны функциональные расстройства нервной системы, печени и почек, изъязвление и перфорация носовой перегородки [39, с. 66-71].

**Натрия гидроокись.** Токсическое воздействие гидроокиси натрия связано с тем, что она эффективно отнимает воду от любых комплексных соединений, в том числе коллоидных систем. Кроме того, гидроокись натрия изменяет кислотно-основное равновесие, сдвигая его в щелочную область. При поступлении гидроокиси натрия внутрь возникают ожоги губ, слизистой полости рта, пищевода и желудка; слюнотечение, тошнота и рвота, часто с кровью, сильные боли во рту, за грудиной и в области живота, невозможность глотания, явления коллапса. Поражаются почки, печень, развивается отёк лёгких. Смерть может наступить в первые часы или сутки от шока. При попадании на кожу развиваются тяжёлые ожоговые поражения с явлениями колликвационного некроза, распространением в глубину и тяжёлым течением. При действии аэрозоля гидроокиси натрия на глаза наблюдается резкий отёк и гиперемия (т.е. усиленный приток крови) конъюнктивы, помутнение роговицы, поражение радужной оболочки сосудов [39, с. 37]. Аналогичное воздействие оказывают и другие гидроокиси щелочных и щелочно-земельных металлов в зависимости от своих щелочных свойств.

**Никель** [40, с. 475-516]. Среднее содержание никеля в земной коре около 6 мг/кг, в почвах – до 40 мг/кг. Большая часть никеля идёт на изготовление сплавов с другими металлами. Никель применяется в щелочных аккумуляторах и при нанесении антикоррозионных покрытий. Важнейшими источниками загрязнения никелем окружающей среды являются предприятия горнорудной промышленности, цветной металлургии, химической промышленности, выбросы ТЭС, работающих на мазуте и каменном угле.

Пороговым для сельскохозяйственных растений является содержание никеля в питательном растворе на уровне 0,5-1,5 мг/л. Для гидробионтов опасными являются концентрации никеля начиная уже с 0,1 мг/л, хотя следует отметить очень высокий разброс результатов, полученных в разных условиях. CL<sub>50</sub> для ракообразных составляет 6,7 мг/л при экспозиции 96 час. Для крыс DL<sub>50</sub> по хлориду никеля при введении в желудок составляет 100-130 мг/кг.

Хроническое отравление рабочих никелевого производства характеризуется общетоксическим действием, которое выражается в головных болях, одышке, понижении аппетита, болях в эпигастральной области, вегетативных расстройствах с артериальной гипотонией, гипо- и анацидных гастритах, изменениях со стороны сердечной мышцы, тенденции к лейкопении (т.е. сокращению числа лейкоцитов), моно- и анизоцитозу. Помимо общетоксических эффектов хроническая интоксикация приводит к возникновению заболеваний носоглотки, лёгких, появлению злокачественных новообразований и аллергических поражений в виде дерматитов и экзем.

**Олово** [39, с. 405-413] используется, по большей части, для изготовления различных сплавов, в т.ч. припоев и стоматологических амальгам, для лужения стали, для соединения металлических швов, в электронной промышленности, при производстве компьютеров и т.д.

При концентрации олова в воде 6 мг/л в виде хлорида молодые угри гибнут через 2,8 час., а концентрацию 1,2 мг/л переносят в течение 50 час.; для дафний токсична

<sup>13</sup> Конъюнктура – это соединительная прозрачная оболочка глаза; покрывает заднюю поверхность век и переднюю часть глаза до роговицы.

концентрация 0,25 мг/л. Для крыс-самцов  $LD_{50}$  (мг/кг) при различных путях введения дигидрата хлорида олова ( $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ ) составляет: внутривенно – 29,3; внутрибрюшинно – 258,4; в желудок – от 2274 для голодных животных до 3190 – для сытых.

Острое отравление оловом людей, главным образом при приёме с пищей, характеризуется упорными головными болями, головокружением, болями в животе, задержкой мочи, расстройством зрения (фотофобия), быстрым похуданием, в отдельных случаях наступлением парезов и психических расстройств. Смерть наступает в состоянии комы после сердечных и лёгочных расстройств. Самая низкая известная доза олова, вызвавшая клинические проявления интоксикации (тошнота, рвота, диарея) – 250 мг/кг.

Большую опасность представляет собой повышенное содержание олова в консервированных продуктах питания и напитках, где оно может быть обусловлено коррозией и вымыванием металла из тары, изготовленной из обычной нелакированной жести или из оловянной фольги. Хранение консервов при высокой температуре вызывает увеличение выделения олова в пищевые продукты: повышение температуры на  $1^\circ C$  приводит к увеличению содержания олова на 2 мг/кг в течение каждого месяца хранения. Средняя концентрация олова в коровьем молоке, разлитом в стеклянные бутылки, составляла 0,008 мг/л по сравнению с 16 мг/л (а в некоторых случаях до 110 мг/л) в сгущённом молоке, консервированном в банках из нелакированной жести и разбавленном до эквивалентного объёма коровьего молока, в то время как молоко в лакированных консервных банках содержало менее 5 мг/л олова. Допустимое содержание олова в пищевых продуктах: рыбные, мясные и овощи – 200 мг/кг; молочные, фрукты и соки – 100 мг/кг.

Ингаляция паров или пыли олова в производственных условиях не вызывает острых отравлений, но приводит к развитию своеобразной формы пневмокониоза, который характеризуется отложением металла в лёгких, развитием соединительной ткани в лёгких и относительно доброкачественным течением без нарушения лёгочной функции, мало влияющих на трудоспособность.

**Ртуть** [39, с. 174-182] используется в качестве катода при получении хлора и каустика электролизом хлористого натрия ртутным методом, в электротехнической промышленности и приборостроении, при извлечении из руд благородных металлов, в частности, золота.

Среднее содержание ртути в земной коре около  $8 \cdot 10^{-6}\%$ , в почве  $\approx 1 \cdot 10^{-6}\%$  масс. Особенностью ртути является её высокая подвижность и способность к миграции.

Ртуть и её соединения отличаются высокой токсичностью для любых форм жизни. Пары ртути обладают фитотоксичностью, проявляющейся в подавлении роста веток и корней и ускорении старения растений. Концентрация ртути в воде свыше 0,0001 мг/л ведёт к подавлению жизнедеятельности одноклеточных морских водорослей. В том же диапазоне лежат пороговые концентрации для водных беспозвоночных. Ртуть в концентрациях 0,005-0,01 мг/л и выше приводит к нарушению жизнедеятельности на ранних стадиях развития рыб, снижению скорости их роста, подавлению обонятельного анализатора, нарушению клеточного дыхания в жабрах и ферментативной активности.

В основе механизма действия ртути на теплокровных лежит блокада биологически активных групп белковой молекулы (сульфгидрильных, аминных, карбоксильных и др.) и низкомолекулярных соединений с образованием обратимых комплексов, характеризующихся нуклеофильными лигандами. Пары ртути проявляют нейротоксичность, особенно страдают внешние отделы нервной системы. В начале возбудимость коры больших полушарий повышается, затем возникает инертность корковых процессов. В дальнейшем развивается запредельное торможение.

Клиническая картина острого отравления парами ртути у людей развивается через 8-24 час. и выражается общей слабостью, головной болью, болями при глотании, повышенной температурой, катаральными явлениями со стороны дыхательных путей

(ринит, фарингит, реже бронхит). Затем развивается геморрагический синдром, присоединяются болезнь дёсен, боли в животе, желудочные расстройства, признаки болезни почек, реже воспаление лёгких. Хроническое отравление парами ртути называется **меркуриализмом**. Его первые признаки: повышенная утомляемость, слабость, сонливость, апатия, эмоциональная неустойчивость, головные боли, головокружения. Одновременно развивается дрожание («ртутный тремор»), сначала рук, языка, век, а в тяжёлых случаях – ног и, наконец, всего тела. Возникает состояние повышенной психической возбудимости (ртутный эретизм), проявляющееся застенчивостью, робостью, пугливостью, общей подавленностью. Совокупность симптомов, возникающих при длительном воздействии на человека низких концентраций ртути – порядка сотых долей мг/м<sup>3</sup> и ниже – называют **микромеркуриализмом**. Первая степень микромеркуриализма выражается преимущественно снижением работоспособности, быстрой утомляемостью, повышенной возбудимостью. Иногда имеет место набухание слизистой носа. Микромеркуриализм второй степени характеризуется большей выраженностью тех же явлений, нарастающим ослаблением памяти, беспокойством и неуверенностью в себе, раздражительностью и головными болями. Третья степень микромеркуриализма переходит в хронический меркуриализм.

Острые отравления солями ртути проявляются головной болью, саливацией, покраснением, набуханием и кровоточивостью дёсен, появлением на них тёмной каймы сульфида ртути, стоматитом, набуханием лимфатических и слюнных желёз, диспептическими явлениями, колитом, тенезмами. Часто повышается температура, в сравнительно лёгких случаях через 2-3 недели нарушенные функции восстанавливаются, в тяжёлых – развиваются резкие изменения в почках (некротический нефроз). В последнем случае через 5-6 дней наступает смерть.

**Свинец** [39, с. 417-425] применяется в производстве кабелей, аккумуляторов, в химическом машиностроении, в производстве тетраэтилсвинца, для соединения чугунных труб в водопроводных и канализационных сетях, для защиты от  $\gamma$ -излучения, для производства сплавов, в т.ч. припоев, красок и др.

Избыточное содержание свинца в почве ведёт к уменьшению числа основных представителей почвенного микробиоценоза. Степень токсичности свинца для микрофлоры зависит от типа почвы: в чернозёме нейтрализация токсичности происходит быстрее, чем в дерновоподзолистой. Наименьшая концентрация свинца в почве, оказывающая влияние на травы, составляет 364 мг/кг, на деревья – 1600 мг/кг. При содержании свинца в почве опытных участков 500 и 2500 мг/кг урожай редиса упал до 50-23% от контроля, салата – до 68-40%, лука репчатого – до 74-23%.

Проявления интоксикации у большинства видов рыб наблюдаются при концентрациях свинца 0,1-0,4 мг/л. Нитрат свинца при 0,1 мг/л вызывает гибель колюшки, при 1,6 мг/л задерживает рост головастика, при 5 мг/л убивает дафний через сутки. Рыбы способны обнаруживать свинец в воде и избегать его.

Свинец умеренно токсичен для теплокровных, но вызывает хронические отравления с весьма разнообразными последствиями: обладает способностью поражать центральную и периферическую нервную систему, костный мозг и кровь, сосуды, синтез белка, генетический аппарат клетки и оказывать гонадотоксическое и эмбриотоксическое действие. Согласно классификации, утверждённой Министерством здравоохранения СССР, выделены следующие формы свинцовых отравлений:

- носительство (свинец в моче или свинцовая кайма по краю дёсен без клинических проявлений);
- лёгкое отравление (изменение со стороны крови – ретикулоцитоз, базофильная зернистость эритроцитов, порфиринурия, астеновегетативный синдром);

- отравление средней тяжести (малокровие, токсический гепатит, свинцовая колика, выраженный астеновегетативный синдром);
- тяжёлое отравление (нарастающее малокровие, колика, энцефалопатия, паралич).

Токсические концентрации свинца характеризуются следующими данными: однократное вдыхание при концентрации порядка 271-795 мг/м<sup>3</sup> вызывает смерть; 9,9-11,4 мг/м<sup>3</sup> вызывает отравление через 1-16 дней и тяжёлую интоксикацию (возможно с летальным исходом) через 4-9 месяцев; 0,7-1,7 мг/м<sup>3</sup> приводят к отравлению через несколько недель или месяцев; 0,07-0,14 мг/м<sup>3</sup> характеризуются ещё как опасные концентрации; 0,011-0,04 мг/м<sup>3</sup> вызывает функциональные сдвиги высшей нервной деятельности через 6 месяцев и при постоянном вдыхании – признаки отравления через 8 лет.

**Серебро**, кроме изготовления ювелирных и бытовых изделий, используют при изготовлении серебряно-цинковых и серебряно-кадмиевых аккумуляторов. Серебрение радиодеталей увеличивает их электропроводность и коррозионную стойкость. Серебряные контакты применяют в электротехнике.

Концентрация серебра 0,01 мг/л в воде для полива губительная для кукурузы, 0,005 мг/л – для люпина. При концентрации нитрата серебра (AgNO<sub>3</sub>) 10<sup>-4</sup> моль/л погибают бобы. Для бактерий губительна концентрация 0,01 мг/л. В случае рыб к летальным исходам приводит концентрация порядка 0,005 мг/л. Для человека летальная доза нитрата серебра составляет 10 г. При многолетней работе с серебром и его солями оно отлагается в соединительной ткани, стенках капилляров разных органов, в т.ч. в почках, костном мозге и селезёнке, в ретикулоэндотелиальных элементах, в особенности же в звёздчатых клетках печени в виде металла. Накапливаясь, в частности, в коже и слизистых серебро придаёт им своеобразную серо-зелёную, голубоватую или аспидно-серую окраску, особенно сильную на открытых частях тела (аргирия) [39, с. 82-84].

**Серная кислота** [40, с. 238-247] нашла широкое применение в различных отраслях промышленности, в частности, она входит в состав многих электролитов. Токсичное действие концентрированной серной кислоты связано с её дегидратирующими и сульфатирующими свойствами. Токсичное действие разбавленных растворов подобно действию других кислот.

Концентрация серной кислоты 10-20 мг/л (pH=3,4) оказывает токсическое воздействие на дафний через 48 час, 38 мг/л – через 24 час., 50 мг/л (pH=3) – через 1-3 час. При содержании серной кислоты 138 мг/л (pH=2,6) карась погибает через 5-6 час., молодь ушастого окуня погибает при содержании кислоты 20 мг/л. Вообще pH<4 считается опасной для рыб.

Для человека пороговая концентрация аэрозоля H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> по зрительному восприятию составляет 0,73 мг/м<sup>3</sup>, концентрация 0,1-0,3 мг/м<sup>3</sup> воздействия не оказывает. По восприятию запаха и раздражению слизистой пороговая концентрация 0,6-0,85 мг/м<sup>3</sup>. Кратковременная ингаляция аэрозоля кислоты с размером частиц 1 мкм и концентрацией 3,0 мг/м<sup>3</sup> вызывало увеличение частоты дыхания, снижение дыхательного объёма легких и ухудшение самочувствия. Аэрозоль с концентрацией 21 мг/м<sup>3</sup> вызывает сильный кашель и раздражение гортани. Острые ингаляционные отравления H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> сопровождаются затруднением дыхания, кашлем, охриплостью; нередко развиваются ларингит, трахеит, бронхит. При вдыхании H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в высокой концентрации возникает отёк гортани, спазм голосовой щели, отёк лёгких, иногда их ожог; часто наступает явление асфиксии или шок со смертельным исходом.

Попадание H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в желудок обычно является результатом несчастного случая. Непосредственно после отравления появляются резкие боли в полости рта и по ходу пищевода, обильная рвота с примесью крови. В первые 2-3 часа наступает смерть на фоне падения сердечной деятельности.

При попадании серной кислоты на кожу и слизистые оболочки возникает сильное жжение. Кислота быстро проникает в глубину тканей, при этом образуется белый струп, приобретающий затем тёмно-красный цвет. Срок заживления кожных ожогов в среднем 1,5 месяца с образованием келоидных рубцов. В зависимости от площади ожоговой поверхности возможны смертельные исходы.

**Цинк** [39, с. 147-151]. Цинк относится к группе рассеянных элементов. Среднее содержание цинка в почвах составляет около 50 мг/кг. Цинк получают электролизом растворов его солей. Цинк является компонентом различных сплавов, применяется в производстве гальванических элементов и аккумуляторов, для защиты стальных и железных изделий от коррозии [39, с. 147-148].

Подпороговая концентрация в воде, определяемая органолептически, для оксида цинка составляет 30 мг/л, для хлорида цинка – 5 мг/л. Содержание цинка в почве, снижающее урожай или высоту растений на 5-10%, считается токсичным и составляет для овса 435-725, для клевера – 210-290, для свеклы – 240-275 мг/кг. Соединения цинка повреждают жабры рыб. Концентрация 15 мг/л в течение 8 часов смертельна для всех рыб. Токсичность цинка усиливают ионы меди и никеля. Способностью накапливать цинк обладают устрицы; скармливание таких устриц крысам вызывает у них интоксикацию. В основе многих проявлений цинковой интоксикации у теплокровных лежат конкурентные отношения цинка с рядом других металлов. Опасность острого ингаляционного отравления представляют аэрозоли металлического цинка, его оксида и хлорида. При отравлении оксидом цинка наблюдается типичная картина литейной лихорадки. Уже во время работы появляется сладковатый вкус во рту, после работы – плохой аппетит, иногда сильная жажда, чувство усталости, стеснение и давящая боль в груди, сонливость, сухой кашель. Этот период, длящийся в зависимости от тяжести отравления от 1 до 4-5 час. сменяется резким ознобом, продолжающимся 1-1,5 час. Озноб часто нарастает толчками, температура поднимается до 37-38°C (иногда до 40°C и выше) и держится несколько часов. При этом наблюдается расширение зрачков, гиперемия конъюнктивы, глотки, лица.

Цинк обладает кумулятивным токсическим эффектом даже при весьма незначительном содержании его в воздухе.

**Фториды** [40, с. 332-369]. Фтор является самым активным окислителем и в свободном виде в природе не встречается. Молекулярный фтор имеет крайне ограниченное применение в специфических областях химической промышленности (в частности, в ядерном топливном цикле). Фторид-ион входит в состав различных минералов, в большинстве случаев нерастворимых или малорастворимых. В промышленности применяются фтористый водород и его водный раствор (плавиковая кислота) для травления стекла и металлов. Гексафторалюминат натрия ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) является электролитом в производстве алюминия. Гексафторсиликат натрия применяется как отвердитель бетона, для пропитки древесины как антисептик, для очистки кожи и шкур животных, при рафинировании свинца. Фторид бора является катализатором в органическом синтезе.

Токсическое воздействие фторидов связано с подвижным фторид-ионом. Соединения, содержащие прочно связанный фтор, например, фторид кальция, практически нетоксичны.

Некоторые растения реагируют уже на содержание фтористого водорода в воздухе 0,0005 мг/м<sup>3</sup>. При содержании HF 50 мг/м<sup>3</sup> степень повреждения ели сибирской составила 39%, а при 150 мг/м<sup>3</sup> – 100%. Существенное влияние на микрофлору почвы выявлено при содержании фторид-иона 100 мг/кг, концентрация 50 мг/кг оказывает выраженное угнетающее влияние на развитие растений, особенно на корневую систему, на почвенный микробиоценоз и самоочищающую способность почвы.

Для мальков сёмги нетоксичной признана концентрация фторид-иона 1,5 мг/л; для стальноголового лосося LC<sub>50</sub> составляет 3 мг/л.

Общий характер действия на теплокровных проявляется в том, что обладая высокой подвижностью и реакционной способностью фториды проникают через защитные барьеры организма и вызывают разнообразные нарушения обмена веществ, что позволяет говорить об их политропном влиянии на живой организм. Разрушающее действие на эмаль зубов связано с нарушением связи между белками и минеральными компонентами, что приводит к расстройствам процессов аппозиции и резорбции в костной ткани.

Концентрация фторид-иона в питьевой воде в пределах от 0,7 до 1,2 мг/л обладает противокариозным эффектом, но при 1,2-1,5 мг/л наблюдаются поражения зубов, а при 8 мг/л возможно поражение скелета. Выявлена связь между степенью тяжести флюороза и содержанием фторид-иона в воде. В районах эндемичных по флюорозу его содержание в воде доходит до 20 мг/л, а в пищевых продуктах до 74 мг/кг. При этом появляются пятнистость зубов, боль и ригидность в суставах и спине, затруднение при вставлении, слабость в конечностях, потеря чувствительности. Высокие концентрации фторид-иона могут спровоцировать кальцификацию мягких тканей, особенно кровеносных сосудов, связок, сухожилий; служить причиной мёртворождений и высокой детской смертности. Дети особенно чувствительны к флюорозу.

Профессиональный флюороз чаще всего встречается у рабочих электролизных цехов алюминиевых заводов, производств плавиковой кислоты и её солей, суперфосфата и др.

Наиболее токсичным из соединений фтора является фтористый водород. Запах HF ощущается уже при 0,03 мг/м<sup>3</sup>, концентрация 0,1-1,0 мг/м<sup>3</sup> не вызывает рефлекторной реакции, оцениваемой по световой чувствительности глаза. Концентрация 25 мг/м<sup>3</sup> вызывает раздражение через несколько минут, концентрация 100 мг/м<sup>3</sup> переносима не более 1 мин. Вдыхание воздуха с концентрацией 400 мг/м<sup>3</sup> в течение 5-10 минут вызывает серьёзные отравления. Смертельной является концентрация в диапазоне 200-400 мг/м<sup>3</sup> при экспозиции в течение нескольких часов. При остром отравлении HF отмечаются резкая болезненность в области носа, чувство стеснения в груди, раздражение глаз и верхних дыхательных путей, слезотечение, конъюнктивит, впоследствии – трудно заживающие изъязвления слизистой глаз, носа, ротовой полости, носовые кровотечения, хрипота, сухой кашель. Тяжёлые формы проявляются токсическим отёком легких, коллаптоидными, судорожными и коматозными состояниями, выраженными изменениями парехиматозных органов.

### **2.3. Нормирование качества окружающей среды и природных объектов**

При нормировании качества окружающей среды выделяют санитарно-гигиенические и, так называемые, экологические нормативы. Первые ориентированы на человека, а вторые – на различные типы и семейства живых организмов. Здесь мы также можем говорить о двух подходах – антропоцентрическом и биоцентрическом. Но в действительности экологические нормативы устанавливаются лишь для объектов, представляющих ценность для человека, например для рыб. Хотя многие виды живых организмов менее устойчивы к загрязнению, чем человек, нужно подчеркнуть, что **живая природа бесконечна в формах своего существования**. Вопрос в том, насколько эти формы пригодны для существования человека.



В России нормируется качество атмосферного воздуха населённых пунктов, качество поверхностных водоёмов, используемых для культурно-бытовых, хозяйственно-питьевых и рыбохозяйственных целей, качество почв отдельных категорий земель. Для этих целей используются нормативы предельно-допустимых концентраций (ПДК). ПДК – это содержание загрязняющего вещества (ЗВ) в окружающей среде, при постоянном контакте или воздействии за определённый промежуток времени практически не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных последствий у его потомства [9, с. 111]. Понятно, что установлению ПДК должны предшествовать достаточно длительные исследования. Поэтому на предварительной стадии устанавливаются (как правило, исходя из величин  $DL_{50}$ ) временные нормативы: ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ), ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) и т.п.

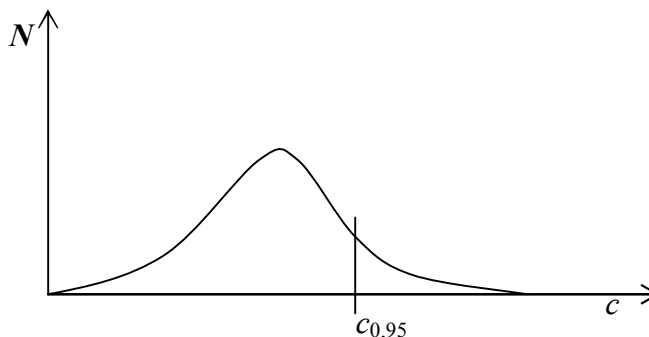


Рисунок 2.1. Зависимость числа проб ( $N$ ) от концентрации ( $c$ ).

Предотвращение появления запахов, раздражающего действия и рефлекторных реакций у населения, а также острого влияния атмосферных загрязнений на здоровье в период кратковременных подъемов концентраций обеспечивается соблюдением максимальных разовых ПДК ( $ПДК_{MR}$ ) [43]. С величиной  $ПДК_{MR}$  сопоставляют результат разового отбора пробы атмосферного воздуха в течении 20 мин. или величину  $c_{0,95}$ , полученную в результате обработки массива данных, например, за 1 год. Эта величина обладает следующим свойством: 95% всех данных массива менее данной величины (см. рис. 2.1). При разовом отборе пробы атмосферного воздуха точку отбора нужно выбирать так, чтобы она находилась под факелом источников выбросов (см. рис. 2.2).

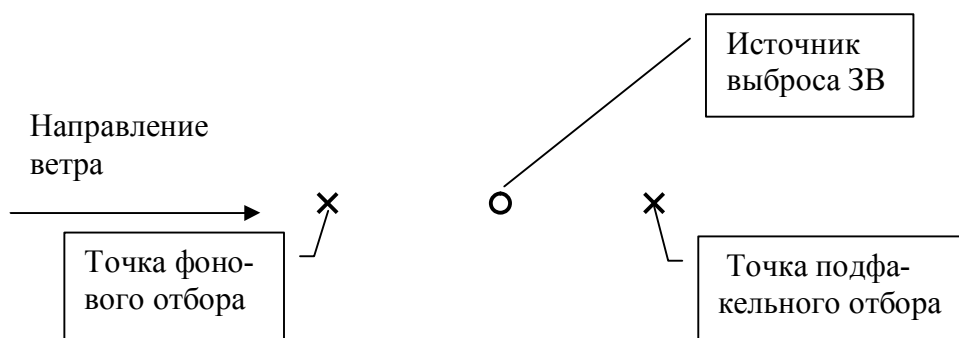


Рисунок 2.2. Расположение точки подфакельного отбора пробы атмосферного воздуха относительно источника выброса ЗВ.

Предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье населения при длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм обеспечивается соблюдением среднесуточных ПДК ( $ПДК_{CS}$ ) [43]. С величиной  $ПДК_{CS}$  сравнивают результат, полученный для пробы воздуха, которая отбиралась в течение суток, или среднее из четырёх проб, отобранных в течение суток через равные промежутки времени, или среднюю величину, полученную для массива данных (например, среднегодовую концентрацию).

Величины ПДК<sub>МР</sub> используют при нормировании выбросов загрязняющих веществ – расчётная концентрация загрязняющего вещества в приземном слое воздуха за пределами санитарно-защитной зоны предприятия не должна превышать ПДК<sub>МР</sub>. Для веществ, имеющих только среднесуточные ПДК при использовании расчетных методов определения степени загрязнения атмосферы, используются ПДК<sub>СС</sub>.

Соблюдение для жилых территорий ПДК, а для зон массового отдыха – 0,8 ПДК, обеспечивается с учетом суммации биологического действия веществ или продуктов их трансформации в атмосфере, а также загрязнения атмосферы за счет действующих, строящихся и намеченных к строительству объектов, являющихся источниками загрязнения атмосферного воздуха.

В настоящее время нормативы ПДК в атмосферном воздухе утверждены для 611 веществ [44]. Ещё для 1519 веществ утверждены нормативы ОБУВ [45]. Данные перечни регулярно обновляются.

**Водоёмы** по виду использования подразделяются на технические, культурно-бытовые, хозяйственно-питьевые и рыбохозяйственные.

Гигиенические нормативы для технических водоёмов отсутствуют. Но если технический водоём находится на территории населённого пункта, то качество воды в нём должно соответствовать требованиям, предъявляемым к водоёмам культурно-бытового назначения. В противном случае эксплуатирующая организация должна принять меры для исключения свободного доступа людей к этому водоёму.

Культурно-бытовые водоёмы используются для купания, катания на лодках, просто отдыха на берегу. При этом, даже в случае купания, интенсивность поступления ЗВ с водой в организм человека значительно ниже, чем в случае питья. Поэтому общие требования, предъявляемые к культурно-бытовым водоёмам несколько ниже, чем к хозяйственно-питьевым (по содержанию взвешенных веществ, химическому потреблению кислорода (ХПК), окраске [46]). ПДК остальных ЗВ в культурно-бытовых водоёмах те же, что и в хозяйственно-питьевых (ПДК<sub>ХБ</sub>). Наряду с ПДК для загрязняющих веществ устанавливается класс опасности и лимитирующий признак вредности (ЛПВ) – признак, характеризующийся наименьшей безвредной концентрацией вещества в воде [46].

ПДК<sub>ХБ</sub> распространяются на воду подземных и поверхностных водоисточников, используемых для централизованного и нецентрализованного водоснабжения населения, для рекреационного и культурно-бытового водопользования, а также питьевую воду и воду в системах горячего водоснабжения. В настоящее время нормативы ПДК<sub>ХБ</sub> утверждены для 1356 веществ [47]. Еще для 442 веществ утверждены ориентировочные допустимые уровни [48].

ПДК<sub>РХ</sub> устанавливаются для водоёмов имеющих рыбохозяйственное значение. ПДК<sub>РХ</sub>, как правило, ниже, чем ПДК<sub>ХБ</sub>, иногда на порядок. В настоящее время нормативы ПДК<sub>РХ</sub> и ОБУВ<sub>РХ</sub> утверждены для 1207 [49] веществ<sup>14</sup>. Для рыбохозяйственных водоёмов установлены следующие ЛПВ [49, с.4]:

- токсикологический (токс) – прямое токсическое действие веществ на водные организмы;
- санитарный (сан) – нарушение экологических условий: изменения трофности водоёмов, гидрохимических показателей: кислород, азот, фосфор, рН, нарушение самоочищения воды, БПК<sub>5</sub> (биохимическое потребление кислорода за 5 сут.), численность сапрофитной микрофлоры;
- санитарно-токсикологический (сан-токс) – действие веществ на водные организмы и санитарные показатели водоёма;
- органолептический (орг) – образование плёнок и пены на поверхности воды, появление посторонних привкусов и запахов в воде;

<sup>14</sup> Приказ государственного комитета РФ по рыболовству № 96 от 28.04.99.

- рыбохозяйственный (рыб-хоз) – изменение товарных качеств промысловых водных организмов: появление неприятных и посторонних привкусов и запахов.

Если водоём имеет несколько назначений одновременно, то для общей оценки его качества и оценки воздействия на него используются наиболее жёсткие ПДК. Но при его оценке с точки зрения целевого использования используются соответствующие ПДК.

Существующие ПДК<sub>П</sub> для **почв** распространяются на земли населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий, зон санитарной охраны источников водоснабжения, территории курортных зон и отдельных учреждений. Перечень нормируемых веществ охватывает чуть более 30 наименований [41]. Для тяжёлых металлов различают ПДК<sub>П</sub> валового содержания веществ и подвижных форм.

Если нормативы ПДК отсутствуют, то инициатор хозяйственной деятельности обязан обеспечить их разработку за свой счёт. При этом на первом этапе разрабатываются нормативы ориентировочных уровней безопасного воздействия (ОБУВ), а, затем, после получения данных наблюдений за состоянием здоровья населения сами ПДК. В некоторых случаях разработка ОБУВ не обязательна [50].

### 3. Защита гидросферы

Вода занимает в природе уникальную позицию. В воде зародилась жизнь. Ткани живых организмов состоят преимущественно из воды (до 85% [51, с. 9]) и они не могут длительно существовать без её употребления – человек может прожить без воды не более 8 дней [51, с. 111]. Вода используется почти во всех технологических процессах: как теплоноситель, рабочая жидкость, моющее средство, как растворитель или основной химический реагент, для полива сельскохозяйственных угодий.

После использования значительная часть технологической воды сбрасывается в водные объекты, неся с собой большое количество загрязняющих веществ. Происходит загрязнение воды и в результате природных процессов. Поэтому вопросы защиты гидросферы являются наиболее актуальными в системе охраны окружающей среды.

Основными источниками загрязнения водных объектов являются [52, с. 449]:

- Городские и поселковые системы канализации, очистные сооружения которых не обеспечивают нормативной очистки сточных вод, сбрасывающие 60% загрязнённых сточных вод от общего объёма вод этой категории по РФ. Наибольшие объёмы сточных вод в водные объекты Волжского бассейна сбрасываются городами Москва, Нижний Новгород, Ярославль, Казань, Самара, Саратов, Уфа, Волгоград, Балахна, Тольятти, Ульяновск, Череповец, Набережные Челны, Иваново, Стерлитамак.
- Животноводческие комплексы, фермы и птицефабрики. В 2000 г. в России насчитывалось 35 крупных свиноводческих комплексов, 120 комплексов по откорму крупного рогатого скота, около 400 комплексов по производству молока, на которых образуется 250 млн. т животноводческих стоков в год; свыше 1000 птицеводческих предприятий, на которых ежегодно образуется 50 млн. т помёта и 400 млн. м<sup>3</sup> сточных вод. С пищевых и перерабатывающих предприятий АПК ежегодно в поверхностные водные объекты сбрасывается 200 млн. м<sup>3</sup> сточных вод, в т.ч. около 116 млн. м<sup>3</sup> загрязнённых. 48 млн. м<sup>3</sup> сбрасывается без какой-либо очистки.
- Промышленные предприятия. Ежегодно (на 2000 г.) отмечаются высокое и экстремально высокое загрязнение водных объектов сточными водами промышленных предприятий цветной металлургии – комбинаты «Североникель» и «Печенганикель» (р. Нюда и Колос-Йоки, Мурманская обл.), предприятия г. Каменск-Уральского и г. Екатеринбурга (р. Исеть, Свердловская обл.), целлюлозно-бумажной промышленности – Сокольский ЦБК (р. Пельшма, Вологодская обл.), ОАО «Братсккомплексхолдинг» (Братское водохранилище, Иркутская обл.), химической промышленности – АО «Средневожжский завод химикатов» (р. Чапаевка, Самарская обл.).

В 2007 г. наиболее высокое загрязнение водоёмов 1-ой категории, используемых для питьевого и хозяйственно-бытового водопользования населения, было отмечено (в скобках процент проб, не соответствующих гигиеническим нормативам) [53, с. 108-111]: в городах Санкт-Петербурге (67) и Москве (93), во Владимирской (58), Архангельской (64), Кировской (70), Новгородской (78) и Томской (89) областях, в Ханты-Мансийском автономном округе (85) и в Чукотской автономной области (51)

#### 3.1. Кругооборот воды в природе

Круговорот воды на Земле называется гидрологическим циклом. Он описывается условной схемой: выпадение атмосферных осадков, поверхностный и подземный сток, инфильтрация, испарение, перенос водяного пара в атмосфере, конденсация и повторное выпадение осадков. В данный природный цикл «вклиниваются» антропогенные циклы: забор воды из поверхностных или подземных источников, использование, очистка, сброс.

Скорость различных стадий круговорота воды иллюстрирует табл. 3.1.

Таблица 3.1.

**Скорости водообмена в локальных системах [54, с. 101]:**

Мировой океан	<i>500 лет (полное перемешивание вод – 63 года)</i>
Подземные воды	<i>1400 лет</i>
Почвенная влага	<i>1 год</i>
Полярные ледники и постоянный снежный покров	<i>9700 лет</i>
Ледники горных районов	<i>1600 лет</i>
Подземные льды многолетней мерзлоты	<i>10000 лет</i>
Воды озёр	<i>17 лет</i>
Воды болот	<i>5 лет</i>
Воды в руслах рек	<i>16 дней</i>
Влага в атмосфере	<i>8 дней</i>
<i>Вода в организмах</i>	<i>несколько часов</i>

Химический состав природной воды определяется историей формирования конкретного водного объекта, т.е. путём, пройденным водой в процессе своего кругооборота. Рассмотрим роль некоторых факторов в формировании состава природных вод [54, с. 102].

- 1) **Климат.** Климат определяет баланс тепла и влаги, от которого зависит увлажнённость местности, объём водного стока, и, следовательно, разбавление или концентрирование природных растворов, возможность растворения веществ или выпадения их в осадок.
- 2) **Горные породы.** Взаимодействие между породой и водой является сложным процессом, до сих пор ещё далеко не изученным. Это связано с чрезвычайным разнообразием пород и условий среды. Выделяют несколько групп пород по особенностям их воздействия на воду: соли (растворимые и малорастворимые), изверженные и метаморфические породы, глины и аллювиальные отложения.
- 3) **Почвы.** Основное отличие почвы от горных пород заключается в том, что в её состав помимо минеральных компонентов входят органические составляющие. Главной стороной взаимодействия почв с водой является повышение минерализации фильтрующихся через почву маломинерализованных атмосферных осадков. Это происходит как за счёт вымывания почвенного раствора, так и вследствие растворения солей, содержащихся в почве. С другой стороны, гумусные вещества способны поглощать содержащиеся в воде ионы тяжёлых металлов за счёт комплексообразования.
- 4) **Живые организмы.** Общеизвестна роль бактерий, проводящих работу по вовлечению в кругооборот минеральных веществ. Избирательная деятельность живых организмов сказывается на концентрации не только микроэлементов, но и макроэлементов (калий, кальций, кремний и др.).
- 5) **Рельеф.** Рельеф, влияя на скорость стекания воды, определяет время её контакта с почвами и породами, фильтрацию через них и возможность заболачивания.
- 6) **Водный (гидрологический) режим.** Водный режим оказывает существенное влияние на формирование химического состава природных вод. Так химический состав речной воды зависит от времени наступления половодья, его продолжительности, характера питания рек.
- 7) **Деятельность человека.** Деятельность человека оказывает влияние на гидрологический режим поверхностных, грунтовых вод, приводит к изменениям рельефа местности, влияет на заселённость территорий живыми организмами, состав почв, что в свою

очередь оказывает влияние на состав природных вод. Одним из главных воздействий является сброс в водные объекты неочищенных сточных вод, что, в отдельных случаях, делает невозможным их хозяйственное использование.

В ходе круговорота воды её качество меняется:

- при испарении воды минеральные вещества накапливаются в водоёме; в атмосферу переходит пар свободный от минеральных веществ;
- при конденсации воды в атмосфере и выпадении осадков происходит их насыщение содержащимися в воздухе примесями; при этом атмосферный воздух становится чище, а вода – грязнее (см. кислотные дожди);
- стекая по рельефу местности вода смывает с поверхности и вымывает из верхнего слоя почвы различные загрязняющиеся вещества (взвешенные вещества, нефтепродукты, минеральные удобрения и пестициды с сельскохозяйственных угодий); количество загрязняющих веществ, поступающих в водоёмы с ливневыми сточными водами значительно превосходит количество загрязняющих веществ, сбрасываемых с технологических установок;
- в реках и озёрах происходит самоочищение воды (см. разд. 3.2): отстаиваются взвешенные вещества, увлекая с собой нефтепродукты и некоторые другие примеси, подвергаются окислению под действием обитающих в воде микроорганизмов органические вещества;
- просачиваясь в землю и фильтруясь вода освобождается от взвешенных веществ, частично может происходить сорбция растворённых в воде минеральных и органических веществ; наряду с этим идёт процесс насыщения грунтовых и подземных вод растворимыми компонентами пород;
- подземные воды различаются по своему составу в зависимости от глубины залегания; как правило, воды первого и второго водоносных горизонтов являются пресными и более чистыми, чем поверхностные; воды третьего и последующего горизонтов минерализованы – поднимаясь наверх они увеличивают общую минерализацию подземных и поверхностных вод и содержание отдельных компонентов, специфичных для данной геологической структуры.

Вода широко распространена на земном шаре. Моря и океаны занимают  $\frac{2}{3}$  поверхности Земли. Общее представление о запасах воды на Земле даёт табл. 3.2.

Таблица 3.2

Объём воды в гидросфере и её составляющих [54, с. 90]

Составляющая гидросферы	Объём воды, млн. км куб.	Доля от общих запасов, %
Мировой океан	1338-1370	93
Подземные воды	24-69	3
Снежно-ледовые образования	24-35	2
Малые составляющие:		
Озёра и реки	0,2-0,5	0,0025
Атмосферная влага	0,013	0,00001
Общие запасы воды	1386-1466	100
Общие запасы пресной воды	35	2,5

Из 1400 млн. км куб. на долю пресной воды приходится лишь 2,5%, но доступно из них ещё меньше. Степень использования водных ресурсов очень сильно разнится. Если в России используется не более 2% речного стока [27], то в таких странах, как Афгани-

стан, Бельгия, Египет, Иран, Ирак, Израиль, Ливия, Пакистан, Саудовская Аравия, Тунис, Узбекистан, Южная Корея, используется более 40% располагаемых водных ресурсов [55, с. 10].

В 2008 г. забор воды в РФ составил 69,5 км куб. (70% к уровню 1992 г., 99% к уровню 2006 г.), сброс сточных вод – 51,4 км куб., в т.ч загрязнённых – 17,1 км куб. или 34% от общего сброса (63% к уровню 1992 г., 98% к уровню 2006 г.) [21, с. 74]. Данные по запасам водных ресурсов в России приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Общие запасы оцениваемых водных ресурсов России [55, с. 14]

<b>Пресноводные объекты водного фонда</b>	<b>Объём, км куб.</b>	<b>Доля в общем объёме, %</b>
Среднегодовалый речной сток	4264	8,44
Озёра	26504	52,46
Болота	2500	4,95
Ледники	17000	33,65
Наледи и снежники	28	0,05
Общие запасы подземных вод	228	0,45
<b>Всего</b>	<b>50524</b>	<b>100</b>

### 3.2. Самоочищение водоёмов

Важным свойством водных объектов является их способность к самоочищению. При этом вводится понятие **ассимилирующей способности** водного объекта – способности принимать определенную массу веществ в единицу времени без нарушения нормативов качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования [56].

Самоочищение водоёмов происходит за счёт механических и биологических процессов. **Механическая очистка** связана с осаждением взвешенных веществ, которая протекает тем лучше, чем ниже скорость течения водоёма. При этом взвешенные вещества адсорбируют из воды и некоторые растворённые и эмульгированные вещества, в результате чего уменьшается содержание нефтепродуктов, тяжёлых металлов, БПК и ХПК.

**Биологическое самоочищение** водоёмов связано с деятельностью **планктона**. Планктон – это совокупность организмов, населяющих толщу воды. Организмы планктона представлены растительными (фитопланктон) и животными (зоопланктон) организмами. Их размеры колеблются в значительных размерах, в связи с чем различают ультрапланктон (бактерии), карликовый планктон (мельчайшие низшие растения и простейшие) и микропланктон (большинство водорослей, инфузории, коловратки, мелкие ракообразные) [57, с. 195].

Интенсивность развития планктона зависит от содержания в воде биогенных веществ, скорости течения водоёма, температуры. Зимой количество организмов планктона снижается до минимума. Весной планктон начинает развиваться, достигая максимума в конце лета, что может сопровождаться так называемым цветением водоёмов. Это приводит к вторичному загрязнению водоёма продуктами жизнедеятельности организмов.

Каждой степени загрязнения водоёма соответствует развитие специфических сообществ организмов. Способность организмов развиваться в среде при той или иной сте-

пени загрязнённости называется **сапробностью**. Различают поли-, мезо- и олигосапробные водоёмы (или их зоны) [57, с. 199-200].

**Полисапробная зона** (зона сильного загрязнения) характеризуется наличием в воде большого количества нестойких органических соединений и почти полным отсутствием растворённого кислорода. Вследствие этого биохимические процессы в данной среде носят анаэробный характер. Вода содержит значительные количества продуктов анаэробного распада ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ). Количество бактерий может достигать миллионов в 1 мл. В этих условиях интенсивно развиваются гетеротрофные организмы – сапрофитные бактерии, нитчатые бактерии, жгутиковые, инфузории, амёбы.

**Мезосапробная зона** (зона среднего загрязнения) подразделяется на  $\alpha$ - и  $\beta$ -подзоны.

В  **$\alpha$ -мезосапробной** подзоне присутствует растворённый кислород, но его недостаточно. Поэтому в ней протекают процессы восстановления с образованием аммиака. Здесь также преобладают гетеротрофные организмы. Зоопланктон представлен многочисленными видами инфузорий, коловратками и низшими видами ракообразных.

**$\beta$ -мезосапробная** подзона характеризуется почти полным отсутствием легкоокисляемых органических веществ. Кислорода в воде достаточно. В воде присутствует аммиак и продукты его окисления – нитриты и нитраты. В среде развиваются автотрофные организмы: цианобактерии, зелёные и диатомитовые водоросли, нитрифицирующие бактерии; инфузории и корненожки, коловратки и ракообразные.

В **олигосапробной** зоне (зоне чистой воды) растворённые органические вещества почти отсутствуют, в связи с чем развиваются, в основном, автотрофные организмы. Количество кислорода близко к полному насыщению. Зона характеризуется законченностью процессов нитрификации. Общее количество бактерий падает до тысяч, сотен и даже десятков ед. в 1 мл.

В целом переход от поли- к олигосапробной зоне характеризуется уменьшением численности микроорганизмов при одновременном увеличении их видового разнообразия [57, с. 200].

Самоочищение водоёма учитывается при расчёте нормативов допустимого сброса загрязняющих веществ путём введения в расчётную формулу (3.3) коэффициента неконсервативности.

Самоочищение водоёмов также учитывается при установлении границ зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения (см. [58]).

Многие металлы отрицательно влияют на процессы самоочищения водоёмов. Это влияние иллюстрирует табл. 3.4.

### **3.3. Нормирование сброса загрязняющих веществ**

Поддержание поверхностных и подземных вод в состоянии, соответствующем требованиям законодательства, обеспечивается путем установления и соблюдения нормативов допустимого воздействия (НДВ) на водные объекты (ст. 35 Водного Кодекса РФ). Эти нормативы должны учитывать совокупное воздействие всех источников негативного воздействия в пределах речного бассейна или его части. Решение данной задачи является достаточно сложным, поэтому предусмотренные постановлением Правительства РФ [60] методические указания по разработке НДВ пока не разработаны. Постановлением Правительства РФ от 23 июля 2007 г. № 469 были введены нормативы допустимого сброса (НДС) [61].



Влияние некоторых соединений металлов на процессы самоочищения водоёмов [59]

Соединение	Концентрация, мг/л	Показатель самоочищения	Действие
Алюминия хлорид	0,1	БПК <sub>5</sub> сточных вод	Снижает: на 2,1% на 18,8% на 41,4% на 45,9% на 79,8% на 98 %
	1,0		
	5,0		
	10		
	50		
	100		
Кадмия сульфат	0,1	БПК <sub>5</sub> речной воды	Торможение; угнетение процессов нитрификации
	1,0	БПК <sub>5</sub> сточных вод	
Кобальта хлорид	5-10	БПК <sub>5</sub> сточных вод	Торможение; угнетение процессов аммонификации и нитрификации

Расчёт НДС осуществляется на основании методики [56], которая, в основном, аналогична ранее действовавшей методике расчёта нормативов предельно-допустимых сбросов (ПДС) [62]. Это отражает объективный характер использованного в методиках алгоритма расчётов.

Величины НДС определяются для всех категорий водопользователей как произведение максимального часового расхода сточных вод  $q$  (м<sup>3</sup>/ч) на допустимую концентрацию загрязняющего вещества  $C_{\text{НДС}}$  (г/м<sup>3</sup>). При расчете условий сброса сточных вод сначала определяется значение  $C_{\text{НДС}}$ , обеспечивающее нормативное качество воды в контрольных створах с учетом требований Методики, а затем определяется НДС согласно формуле:

$$\text{НДС} = qC_{\text{НДС}} \quad (3.1)$$

Необходимо подчеркнуть обязательность требования увязки сброса массы вещества, соответствующей НДС, с расходом сточной воды. Например, уменьшение расхода при сохранении величины НДС будет приводить к концентрации вещества в водном объекте, превышающей ПДК.

Если нормативы качества воды в водных объектах не могут быть достигнуты из-за воздействия природных факторов (фоновая концентрация загрязняющего вещества в водном объекте превышает ПДК), не поддающихся регулированию, то величины НДС определяются исходя из условий соблюдения в контрольном пункте сформировавшегося природного фонового качества воды.

Фоновая концентрация химического вещества – расчетное значение концентрации химического вещества в конкретном створе водного объекта, расположенном выше одного или нескольких контролируемых источников этого вещества, при неблагоприятных условиях, обусловленных как естественными, так и антропогенными факторами воздействия.

В случае одновременного использования водного объекта или его участка для различных нужд для состава и свойств его вод принимаются наиболее жесткие нормы качества воды из числа установленных.

Для веществ, относящихся к 1-му и 2-му классам опасности при всех видах водопользования, НДС определяются так, чтобы для веществ с одинаковым лимитирующим

признаком вредности (ЛПВ), содержащихся в воде водного объекта, сумма отношений концентраций каждого вещества к соответствующим ПДК не превышала 1.

Для сбросов сточных вод в черте населенного пункта НДС определяются исходя из отнесения нормативных требований к составу и свойствам воды водных объектов к самим сточным водам. При сбросе сточных вод в водный объект через рассеивающие выпуски, гарантирующие необходимое смешение и разбавление сбрасываемых вод, нормативные требования к составу и свойствам воды должны обеспечиваться в створе начального разбавления рассеивающего выпуска.

Основная расчетная формула для определения  $C_{\text{НДС}}$  без учета неконсервативности (т.е. способности к разложению) вещества имеет вид:

$$C_{\text{НДС}} = n(C_{\text{ПДК}} - C_{\text{Ф}}) + C_{\text{Ф}} \quad (3.2)$$

где:  $C_{\text{ПДК}}$  – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м<sup>3</sup>;

$C_{\text{Ф}}$  – фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке (г/м<sup>3</sup>) выше выпуска сточных вод, определяемая в соответствии с действующими методическими документами по проведению расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков;

$n$  – кратность общего разбавления сточных вод в водотоке, равная произведению кратности начального разбавления  $n_{\text{Н}}$  на кратность основного разбавления  $n_{\text{О}}$  (основное разбавление, возникающее при перемещении воды от места выпуска к расчетному створу).

Исходя из материального баланса, кратность разбавления в формуле численно равна отношению суммы объёмов речного стока и сточных вод к объёму сточных вод. Такой расчёт был бы справедлив, если бы процесс смешения протекал мгновенно и в одной точке. Поскольку процесс смешения протекает не мгновенно, но во времени и в пространстве, он сложным образом зависит от гидродинамических условий. Формулы для расчётов  $n_{\text{Н}}$  и  $n_{\text{О}}$  приведены в Методике и специальных изданиях.

С учётом неконсервативности загрязняющего вещества расчетная формула для  $C_{\text{ПДС}}$  принимает вид:

$$C_{\text{ПДС}} = n \cdot (C_{\text{ПДК}} \cdot e^{kt} - C_{\text{Ф}}) + C_{\text{Ф}}, \quad (3.3)$$

где:

$k$  – коэффициент неконсервативности органических веществ, показывающий скорость потребления кислорода, зависящий от характера органических веществ, сут.<sup>-1</sup>;

$t$  – время добегающего от места выпуска сточных вод до расчетного створа, сут.

Значения коэффициента неконсервативности принимаются по данным натурных наблюдений или по справочным данным (см., например, [66]) и пересчитываются в зависимости от температуры и скорости течения воды реки.

Наряду с нормированием сброса загрязняющих веществ нормируется тепловое «загрязнение» водных объектов. Для водных объектов питьевого и хозяйственно-бытового назначения летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет. Для водных объектов рыбохозяйственного назначения температура воды не должна повышаться более чем до 28 °С летом и до 8 °С зимой [56].

В начале раздела мы отметили, что городские и поселковые очистные сооружения сточных вод являются основным источником сброса ЗВ в водные объекты. Одной из

причин этого является то, что сточные воды промышленных предприятий, расположенных на территории населённых пунктов, как правило, поступают в муниципальную канализацию. Для того, что бы обеспечить нормальную работу очистных сооружений канализации и соблюдение установленных для них нормативов НДС, местные органы власти устанавливают предельно-допустимые нормативы содержания ЗВ в сточных водах, поступающих в муниципальную канализацию. Например, в г. Кирове такие нормативы установлены Порядком приёма сточных вод в муниципальную канализацию [138]. Нормативы для взвешенных веществ, БПК<sub>Полн</sub> и ХПК составляют соответственно 240, 320 и 450 мг/л. Для тяжёлых металлов нормативы значительно ниже, например, для цинка 0,2, для меди – 0,1, а для кадмия всего 0,00017 мг/л.

### **3.4. Классификация сточных вод**

Сточными называются воды, использованные на производственные или бытовые нужды и получившие при этом дополнительные примеси (загрязнения), изменившие их первоначальный состав или физические свойства [5, с. 152].

В зависимости от происхождения сточные воды делят на:

- талые и ливневые,
- производственные,
- хозяйственно-бытовые,
- дренажные.

Если содержание ЗВ в сточных водах не превышает ПДК<sub>ХВ</sub>, то такие сточные воды называют нормативно-чистыми, в противном случае – загрязнёнными.

Загрязнённые сточные воды в зависимости от их дальнейшей судьбы классифицируют на неочищенные, недостаточно очищенные и нормативно очищенные. Нормативно очищенные сточные воды должны удовлетворять требованиям НДС, но не во всех случаях проектные показатели очистных сооружений согласуются с нормативами НДС.

### **3.5. Методы очистки сточных вод**

Как следует из предыдущих разделов, очистка сточных вод требуется в том случае, если их качество не отвечает нормативным требованиям. Это правило справедливо и в отношении выбросов ЗВ в атмосферный воздух. И, со своими особенностями, в отношении отходов. Поэтому, прежде чем переходить к рассмотрению методов очистки сточных вод мы рассмотрим один из важнейших экологических принципов – принцип предупреждения загрязнений.

#### **3.5.1. Принцип предупреждения загрязнений**

Суть принципа предупреждения загрязнений состоит в том, что более предпочтительной является эксплуатация такого технологического процесса, в котором образуется меньшее количество отходов – твёрдых, жидких газообразных. Очевидно, что чем меньше отходов, тем меньшее воздействие технологический процесс оказывает на окружающую среду.

Однако отходы, образующиеся в основном технологическом процессе не обязательно должны сразу попасть в окружающую среду. Действующее законодательство (ст. 39 ФЗ «Об охране окружающей среды») предусматривает, что «юридические и физические лица, осуществляющие эксплуатацию зданий, строений, сооружений и иных объектов, обеспечивают соблюдение нормативов качества окружающей среды на основе применения технических средств и технологий обезвреживания и безопасного размещения отходов производства и потребления, обезвреживания выбросов и сбросов за-

грязняющих веществ». При этом зависимость затрат от степени очистки в общем случае носит экспоненциальный характер (см. рис. 3.1). Т.е. достижение каждого нового порядка в степени очистки (например от 90% до 99%) требует увеличения затрат почти на порядок.

Наряду с затратами на очистку необходимо иметь в виду плату за негативное воздействие на окружающую среду (см. раздел 7.3). Действующее законодательство предусматривает, что в том случае, когда предприятие не укладывается в нормативы допустимого воздействия (например, нормативы НДС), то плата взимается с повышающим коэффициентом равным 25. Именно эти экономические критерии влияют на техническую политику предприятий и народного хозяйства в целом. В этом плане весьма характерным является пример из истории Японии. В 1980-1982 гг. средняя доля затрат на очистное оборудование в общем объеме капитальных вложений составила 5% (от 1% в угольной промышленности до 30% на ТЭС), в то время как в период 1974-1976 гг. она составляла 16% (от 5% в машиностроении до 45% на ТЭС), а в период с 1970-1972 гг. – 7% (от 2% в машиностроении до 14% в горнодобывающей; на ТЭС – 12%). Рост затрат был связан с ужесточением экологического законодательства, что потребовало дополнительных капитальных вложений в очистное оборудование, а последующее снижение затрат – с усовершенствованием основных технологических процессов [63, с. 162.].

В России инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, составили в 2008 г. 102,4 млрд. руб., в т.ч. 27,5 млрд. руб. на охрану атмосферного воздуха (127% к уровню 2007 г.), 45,7 млрд. руб. – на охрану водных ресурсов (139% к уровню 2007 г.) [21, с. 77].

В заключение приведем пример, иллюстрирующий реализацию принципа предотвращения загрязнений, из истории г. Кирово-Чепецка.

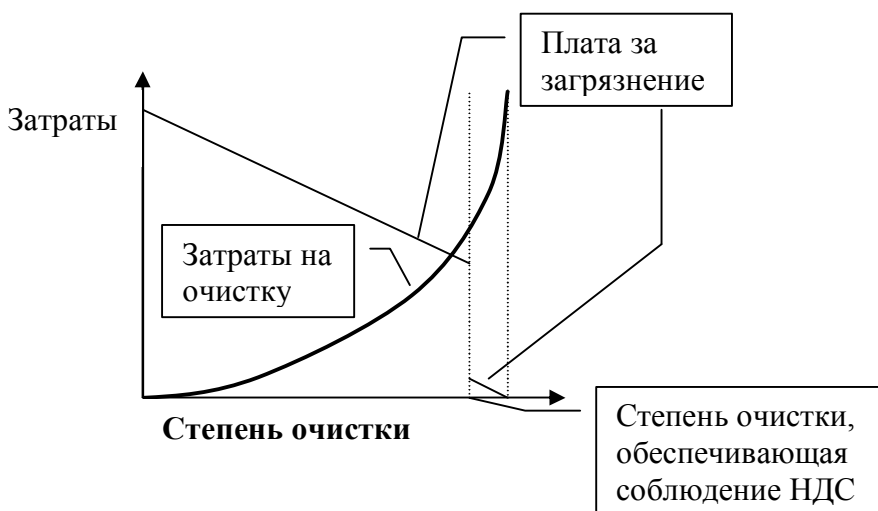


Рисунок 3.1. Зависимость затрат на очистку и плату за загрязнение от степени очистки

До 1992 г. на Кирово-Чепецком химическом комбинате эксплуатировалась так называемая «хлоралевая» технология производства хлороформа. Она включает хлорирование этилового спирта:



и разложение полученного трихлорацетальдегида (хлорала) до хлороформа и формиата кальция:



Реальные химические процессы протекают значительно сложнее. Хлорирование идёт не до конца и наряду с хлоралем образуется дихлоацетальдегид. Наряду с альдегидами образуются их ацетали, полуацетали и эфиры трихлоуксусной и дихлоуксусной кислот. В результате отход производства – формиатный шлам содержит значительные количества ди- и трихлоацетатов кальция. С целью снижения содержания этих вредных примесей была внедрена очистка формиатного шлама путём кипячения. Тем не менее в 1990 г. их сброс в р. Просницу совместно с формиатным шламом составил 300 и 130 т соответственно. Общий сброс органических веществ по БПК<sub>5</sub> – 2670 т. Если провести расчёт платы за негативное воздействие на окружающую среду в действующих ценах, то только за сброс трихлорацетата натрия и веществ, нормируемых по БПК<sub>5</sub>, она составит более 50 млн. руб<sup>15</sup>.

Поэтому руководство Кирово-Чепецкого химического комбината приняло решение изменить технологию производства, введя дополнительную стадию окисления хлорала:



Технология производства хлороформа декарбоксилированием трихлоруксусной кислоты [64] также даёт сточные воды, содержащие вредные вещества, но в значительно меньших количествах, что облегчает их дальнейшее обезвреживание. В результате, после внедрения данной технологии к 1994 г. сброс трихлоацетата натрия уменьшился до 8 т, дихлорацетата натрия – до 0,7 т, а органических веществ по БПК<sub>5</sub> – до 144 т.

Введение дополнительной стадии увеличило стоимость продукции, но в целом экономический эффект можно считать положительным.

### 3.5.2. Методы очистки сточных вод

Существуют различные методы очистки сточных вод и конструкции очистных сооружений, применяемых в зависимости от состава сточных вод.

Среди них следует выделить:

- механическую очистку, основанную на осаждении взвешенных веществ,
- биологическую очистку,
- химическую очистку.

**Механическая очистка** используется, прежде всего, для очистки ливневых сточных вод. Так же она входит в структуру биологической очистки в качестве предварительной и конечной стадий и в структуру химической очистки – в качестве завершающей стадии.

При механической очистке происходит осаждение взвешенных веществ за счёт разницы в плотностях взвешенных веществ и воды. Скорость осаждения зависит от размеров и плотности частиц, скорости потока воды. В процессе осаждения происходит адсорбция на поверхности твёрдых частиц растворённых и эмульгированных веществ, прежде всего нефтепродуктов. В результате, происходит очистка не только от взвешенных веществ, но и от других загрязнений. В том числе уменьшается содержание ЗВ, нормируемых по БПК (ХПК).

---

<sup>15</sup> С 2003 г. норматив платы за сброс дихлоацетата натрия отсутствует.

Для улучшения процессов осаждения используют различные добавки – флокулянты (например, полиакриламид) и коагулянты (например, сернокислый алюминий или сернокислое железо).

**Биологическая очистка** ориентирована на очистку от ЗВ, нормируемых по БПК, т.е. веществ, окисляющихся под действием микроорганизмов. Этот процесс проходит в аэротенках, устройствах, в которых присутствуют в больших количествах необходимые микроорганизмы и в которые дополнительно подаётся воздух.

Наряду с аэротенками для биологической очистки используются и метантенки, а также септики. В этих устройствах биологические процессы идут в отсутствие воздуха (т.н. анаэробные процессы). На сооружениях биологической очистки в метантенки направляется осадок из первичных отстойников. Септики являются как бы альтернативой аэротенкам. Они практически не требуют обслуживания и их используют преимущественно в сельской местности для очистки небольших потоков сточных вод. Главным отличием сточных вод после септиков является то, что в очищенной сточной воде отсутствует кислород, но присутствуют токсины, образующиеся в результате анаэробных процессов. Т.е. вода после септиков – это «мёртвая» вода, в которой не может быть жизни. При невозможности установки аэротенков, тем не менее, необходимо изыскивать способ аэрации воды после септиков. В противном случае её лучше сбрасывать на рельеф местности, но не в водоём.

При биологической очистке сточных вод в аэротенках за счёт размножения микроорганизмов образуется избыточный активный ил. В нём концентрируются отдельные примеси, содержащиеся в сточных водах, прежде всего тяжёлые металлы, степень аккумуляции которых в активном иле составляет около 20000÷30000 [65]. От содержания в избыточном активном иле тяжёлых металлов зависит его дальнейшая судьба: он может быть использован как удобрение, как «корм» для червей или подлежать захоронению как токсичный отход. От допустимого содержания тяжёлых металлов в удобрении и коэффициента аккумуляции зависит допустимая концентрация тяжёлых металлов в сточных водах, поступающих на сооружения биологической очистки. Например, в работе [65] показано, что допустимая концентрация кадмия составляет 0,001 мг/л, свинца и меди – 0,05 мг/л, а цинка – 0,13 мг/л.

**Химическая очистка** используется, в основном, для очистки стоков гальванических производств. Наиболее распространённый метод основан на обработке растворов гидроокисью кальция, в результате чего образуются нерастворимые гидроокиси тяжёлых металлов. Возникает вопрос: что с ними делать дальше? Наиболее распространённая судьба – захоронение. Но получить лимит на захоронение с каждым годом становится всё сложнее, поэтому необходимо стремиться получить осадок, пригодный для дальнейшей переработки в цветной металлургии. А это значит, что нужно разделять стоки, содержащие различные компоненты и очищать их на отдельных установках. Увеличивать концентрацию полезных компонентов в стоках, внедряя противоточные схемы. Сокращать расход гидроокиси кальция и стремиться перейти на другие технологии – сорбционную или электрохимическую.

Рассматривая вопрос об очистке сточных вод необходимо учитывать следующее:

- 1) Состав сточных вод формируется в основном технологическом процессе. Поэтому, прежде всего, необходимо проанализировать его на предмет сокращения объёмов и оптимизации состава сточных вод.
- 2) В результате очистки сточных вод образуются осадки, которые затем нужно утилизировать или обезвредить. Об этом не следует забывать, потому что при отсутствии возможности размещения отходов нельзя будет эксплуатировать установки по очистке сточных вод.

- 3) Необходимо рассматривать возможность повторного использования вод после очистки. Учитывая высокую стоимость водопроводной воды её экономия может окупить затраты на очистку.
- 4) Локальная очистка сточных вод, как правило, эффективнее, чем очистка объединённых вод, потому что выше концентрации очищаемых компонентов. Хотя в отдельных случаях именно в результате смешения образуется оптимальный состав. Например, биологическая очистка позволяет очищать сточные воды от соединений азота. Но для размножения микроорганизмов необходим и углерод. Поэтому для биологической очистки стоков производства азотных удобрений их целесообразно смешивать с хозяйственно-бытовыми сточными водами.

### **3.6. Очистка сточных вод электрохимических производств**

В данном разделе мы кратко рассмотрим наиболее распространённые методы очистки сточных вод, образующихся преимущественно в электрохимических производствах, от тяжёлых металлов. Более подробно с данными вопросами можно ознакомиться в пособии [154].

#### **3.6.1. Общий обзор**

Осаждение **кадмия** с помощью извести на предприятиях цветной металлургии даёт степень очистки до 98,9%. При осаждении, осветлении и фильтровании через песок содержание кадмия уменьшается с 0,7 до 0,08 мг/л. Для сравнения: эффект очистки сточных вод от кадмия обратным осмосом составляет 98-99%, адсорбцией активным углем 99,7% [59, с. 56].

**Кобальт** извлекают из сточных вод химическим осаждением известью, цементацией, электродиализом, обратным осмосом, ионным обменом, адсорбцией на активированном угле, экстракцией селективными растворителями. При содержании кобальта в общем стоке гальванического цеха 0,86 мг/л концентрация после химического осаждения уменьшается до 0,28 мг/л и после фильтрования – до 0,08 мг/л [59, с. 65].

Широко распространён метод очистки сточных вод от **меди** осаждением известью или едким натром. На установке ионного обмена «Ниппон-электрик» содержание меди снижается с 23 до 0,08 мг/л. Методом обратного осмоса концентрация меди в постоянных сточных водах ТЭС снижается с 0,85 до 0,01 мг/л и в периодических стоках – с 7,4 до 0,1 мг/л [59, с. 80].

Эффективность очистки сточных вод от **молибдена** с использованием извести составляет всего 12%, квасцов – 85%, физическими методами – 72% [59, с. 84].

Для концентрирования тяжёлых металлов, содержащихся в промывных водах с ванн улавливания, может быть использован процесс электродиализа с последующим возвратом концентрата в технологический цикл [67].

Специальные вопросы проектирования изложены в пособии [68].

#### **3.6.2. Очистка сточных вод от ртути**

В производстве хлора и каустика электролизом хлорида натрия с ртутным катодом образуется большое количество сточных вод, загрязнённых металлической (диспергированной) и растворённой ртутью. Наиболее распространённым методом очистки сточных вод от растворённой ртути является сульфидный метод. Содержание ртути при этом снижается с 15-25 до 0,003-0,01 мг/л [59, с. 100].

Метод состоит в обработке вод гидросульфидом натрия для осаждения ионов ртути в виде сульфида с последующей обработкой сульфатом двухвалентного железа для связывания избытка сульфид-ионов:



При этом образуется осадок, содержащий плохо отстаивающиеся и плохо фильтрующиеся сульфид ртути и гидроокись железа. Для отделения осадка от очищенных вод, т.е. для улучшения фильтрации, используется вспомогательное вещество – перлит. Однако, содержание ртути в фильтрате, как правило, превышает требования, предъявляемые к сточным водам. Поэтому фильтрат подвергается дополнительной ионообменной очистке.

### 3.6.3. Переработка сточных вод производства печатных плат

При производстве печатных платом путём травления в медноаммиачном растворе образуются следующие виды отходов [69]:

- 1) Отработанный травильный раствор с содержанием меди около 100 г/л.
- 2) Илоподобный шлам сложного состава на дне травильного модуля, содержащий соединения меди и хлорид аммония.
- 3) Промывной аммиачный раствор, содержащий 1,2-2,5 г/л аммиака и около 5 г/л меди.
- 4) Промывные воды с содержанием меди до 40 мг/л.

Отработанный травильный раствор (1) может быть подвергнут электрохимической регенерации с извлечением избыточной меди на титановых катодах. В этом случае целесообразна рециркуляция травильного раствора в системе «травильная машина – электролизёр». Для надёжной эксплуатации данного процесса необходима надёжная корректировка раствора по аммиаку для компенсации его потерь при электролизе и периодическое извлечение осаждённой меди с немедленной промывкой в слабоаммиачном растворе.

Другой метод заключается в подщелачивании травильного раствора гидроокисью натрия до pH 12,5-13 и нагреве до 75-80°C. При этом образуется твёрдый осадок оксида меди и выделяется аммиак, который может быть поглощён травильным раствором.

Для очистки промывных растворов и вод используется ионообменная очистка с использованием волокнистых ионообменных смол типа ВИОН.

### 3.6.4. Очистка сточных вод и концентрированных растворов серноокислотного кадмирования [70].

При серноокислотном кадмировании обычно применяют электролит следующего состава, г/л: CdSO<sub>4</sub> – 50, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 50, клей – 1. Концентрация ионов Cd<sup>2+</sup> – 27 г/л.

Из электролизёров изделия поступают в ванну улавливания, а затем в две промывные ванны (обычно в последовательных промывных ваннах используют противоток). Вода из первой промывной ванны с содержанием кадмия 0,26 г/л поступает вначале на угольный фильтр, где очищается от клея, потом на катионитный фильтр.

В угольном фильтре используют активированный уголь марки АГ-3. Регенерацию проводят острым паром. В качестве катионита используют КУ-2-8 с объёмной ёмкостью по кадмию 70 г/см<sup>3</sup> (зависит от концентрации поглощаемого иона и скорости подачи очищаемого раствора). Регенерацию катионита проводят 20%-ным раствором серной кислоты.

Отработанный раствор из ванны кадмирования, воду из ванны улавливания и раствор от регенерации катионита смешивают и направляют в электролизёр. В качестве катода используют алюминий, в качестве анода может быть использован устойчивый к



серной кислоте свинец. При плотности тока  $75 \text{ A/m}^2$  выход по току составляет 0,9. Степень извлечения кадмия из раствора составляет 75-80% при времени контакта 5 час и линейной скорости потока 0,01 м/с.

### 3.6.5. Очистка сточных вод электрохимического цинкования [71].

Для промывки деталей после щелочного цинкования используют каскад из пяти ванн (см. рис. 3.2). Вода в последней ванне постоянно обновляется, чтобы обеспечить необходимую степень промывки деталей, и направляется на очистку, после чего поступает в первую ванну. Периодически производится замена воды в ваннах по схеме:  $6 \Rightarrow 5 \Rightarrow 4 \Rightarrow 3 \Rightarrow 2$ . Вода из ванны (2) поступает в установку с мембранным фильтром, на котором происходит выделение NaOH. Щёлочь отбирается для цинкования, а вода возвращается в ванну промывки.

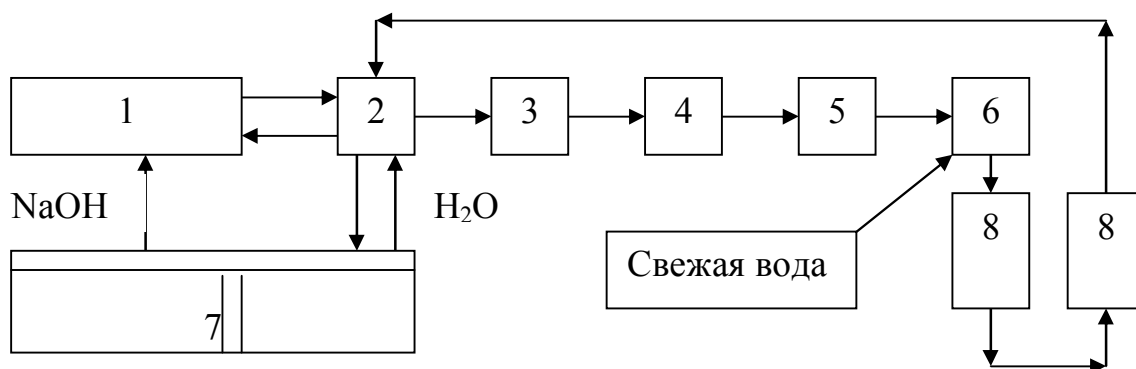


Рисунок 3.2. Схема очистки сточных вод электрохимического цинкования:  
1 – установка цинкования, 2-6 – ванны статической промывки, 7 – установка электролитической очистки с мембранным фильтром, 8 – адсорбционные колонны.

### 3.6.6. Обезвреживание мышьяксодержащих сточных вод [72].

Для очистки сточных вод, содержащих мышьяк и железо, используют метод гальванокоагуляции. В процессе гальванокоагуляции железа, поляризуясь анодно, переходит в раствор, а затем осаждается в виде гидроксида. Наличие гидроксидных форм железа, обладающих высокой сорбционной способностью, обеспечивает достаточно высокую степень очистки от мышьяка, который осаждается вместе с гидроксидом железа. При этом концентрация мышьяка в растворе уменьшается до 0,01 мг/л.

#### 4. Защита атмосферы от промышленных выбросов

Важность проблемы охраны атмосферного воздуха была достаточно веско обоснована в предыдущих разделах. С юридической точки зрения атмосферный воздух это не воздух вообще, а «жизненно важный компонент окружающей природной среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений» [73]. Более того, действующие нормативы ПДК ЗВ в атмосферном воздухе [44,45] действуют только на территориях населённых пунктов за пределами санитарно-защитных зон промышленных предприятий.

Согласно действующему законодательству (ст. 30 ФЗ «Об охране атмосферного воздуха») юридические лица, имеющие стационарные источники выбросов ЗВ обязаны в частности:

- внедрять малоотходные и безотходные технологии в целях снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха;
- планировать и осуществлять мероприятия по улавливанию, утилизации, обезвреживанию выбросов ЗВ, сокращению или исключению таких выбросов;
- осуществлять мероприятия по предупреждению и устранению аварийных выбросов ЗВ, а также по ликвидации последствий его загрязнения;
- соблюдать правила эксплуатации сооружений, оборудования, предназначенных для очистки и контроля выбросов ЗВ;

Требование по снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха является само по себе довольно абстрактным, но оно дополняется двумя важными положениями Закона: во-первых, выброс ЗВ в атмосферный воздух может осуществляться только на основании специального разрешения, а, во-вторых, основанием для выдачи разрешения на выброс служат **нормативы предельно-допустимых выбросов (ПДВ)** [73, ст. 14]. При этом ПДВ устанавливается для стационарного источника загрязнения атмосферного воздуха с учетом технических нормативов выбросов и фоновое загрязнение атмосферного воздуха при условии не превышения данным источником гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха, предельно допустимых (критических) нагрузок на экологические системы, других экологических нормативов.

В данном разделе мы последовательно рассмотрим основные источники выбросов ЗВ в атмосферный воздух, нормирование выбросов, их очистку и правила эксплуатации газоочистных установок (ГОУ).

##### 4.1. Поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Источниками выделения ЗВ называются устройства, механизмы, оборудование и другие объекты на которых происходит образование и выделение ЗВ. При этом выделение ЗВ может происходить как непосредственно в атмосферный воздух, так и в какие-то технологические системы сбора и транспортировки газов. Источником выброса ЗВ называется устройство, из которого ЗВ попадает непосредственно в атмосферный воздух.

В некоторых случаях источники выделения и источники выбросов совпадают. Например, открытая площадка хранения сыпучего пылящего материала является одновременно и источником выделения и источником выброса ЗВ. В случае открытой стоянки автотранспорта источниками выделения являются машины, а источником выброса можно рассматривать как отдельные автомобили, так и всю площадку в целом. В случае закрытой стоянки автотранспорта источником выброса, в зависимости от конструкции, могут быть: вентиляционная труба, крышные вентиляторы или ворота.

Рассмотрим основные виды источников выделения ЗВ:

1) Объекты, на которых происходит самопроизвольное выделение ЗВ, связанное с состоянием объекта и влиянием на него внешних факторов. Например, золоотвал, пыление которого обусловлено скоростью ветра и влажностью массы золы.

2) Станки и другие устройства, на которых проводится обработка материалов. Примером может быть деревообрабатывающий станок. Для конкретного вида станка количество выделяющегося ЗВ – древесной пыли – прямо пропорционально количеству переработанного материала. От типа станка и вида материала будет зависеть удельное образование пыли и её фракционный состав (дисперсность). Количество пыли, которое попадёт в источник выброса, будет также зависеть от эффективности местного отсоса, длины газохода и линейной скорости воздушного потока. Поэтому могут иметь место значительные расхождения между результатами расчётов и фактическими выбросами для различных источников.

3) Технологические аппараты, в которых происходят различные химические процессы. Это могут быть, например, гальванические ванны. Интенсивность выделения ЗВ из ванн зависит от концентрации летучих компонентов, температуры, свойств поверхности электролита, конструкции местного отсоса и интенсивности воздушного потока над ванной [74].

#### 4.2. Нормирование выбросов загрязняющих веществ

Как было указано выше, нормирование выбросов ЗВ осуществляется посредством установления технических нормативов выбросов и нормативов ПДВ.

**Технический норматив выброса** – это норматив выброса ЗВ в атмосферный воздух, который устанавливается для передвижных и стационарных источников выбросов, технологических процессов, оборудования и отражает максимально допустимую массу выброса ЗВ в атмосферный воздух в расчете на единицу продукции, мощности, пробега транспортных или иных передвижных средств и другие показатели. В России технические нормативы выбросов установлены только для передвижных источников выбросов (см., например, [75]).

Нормативы ПДВ устанавливаются для стационарных источников по каждому из выбрасываемых ЗВ. Для этого, прежде всего, нужно рассчитать приземные концентрации ЗВ. Распространение ЗВ в атмосферу описывается сложными аэродинамическими законами. На их основе была разработана специальная методика [76]. Основное уравнение для расчёта приземной концентрации выглядит следующим образом:

$$C_{Max} = \frac{A \times M \times F \times t \times n \times \eta}{H^2 \times \sqrt[3]{V_1 \times \Delta T}}, \text{ где:} \quad (4.1)$$

$A$  – коэффициент стратификации, учитывающий вероятность возникновения неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) в различных регионах страны,  $c^{2/3} \cdot \text{мг} \cdot \text{град}^{1/3} / \text{г}$ ; для Кировской области  $A=160$ .

$M = C \times V_1 / 1000$  - мощность выброса, г/с;

где:

$C$  – концентрация ЗВ в выбросе, мг/м<sup>3</sup>;

$V_1$  – расход пылегазовой смеси из источника выбросов, м<sup>3</sup>/с;

$F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания; для газообразных веществ и мелкодисперсных аэрозолей, скорость оседания которых не превышает 0,05 м/с, принимается  $F=1$ ;

$m$  и  $n$  – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса (уравнения для расчёта  $m$  и  $n$  см. [77]);  
 $\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий рельеф местности (для равнины  $\eta=1$ );  
 $H$  – высота источника выброса, м;  
 $\Delta T = T_z - T_a$  – разница между температурой выбрасываемой газовой смеси и температурой окружающего атмосферного воздуха, °С.

Концентрация ЗВ на любом расстоянии от источника может быть вычислена по специальному алгоритму. Более подробно с методологией расчетов приземных концентраций можно ознакомиться в [77].

Нормативом ПДВ конкретного вещества из конкретного источника является такая интенсивность выброса (г/с), которая не ведёт к превышению приземной концентрации норматива ПДК<sub>МР</sub>. При этом в качестве контрольных точек рассматриваются точки на границе санитарно-защитной зоны<sup>16</sup> (СЗЗ) и точки в зоне жилой застройки. Если на качество атмосферного воздуха в данной точке оказывают влияние несколько источников, то рассчитывается суммарная концентрация ЗВ, создаваемая всеми источниками. Суммарная концентрация ЗВ, естественно, будет зависеть от направления ветра. Поэтому проводится расчёт для всех возможных направлений ветра и выбирается результат с максимальным значением приземной концентрации. Кроме того, в расчётах должно учитываться фоновое загрязнение атмосферного воздуха, создаваемое удалёнными источниками. Сведения о фоновом загрязнении предоставляются органами Росгидромета (см. раздел 6). Существуют вещества с однонаправленным токсическим воздействием на организм, или же усиливающие токсическое воздействие друг друга (эффект суммации, например, для диоксида азота и диоксида серы). Для таких веществ нормативы ПДВ устанавливаются с учётом суммирования приземных концентраций. Перечни групп веществ, обладающих эффектом суммации, приведены в [44].

### **4.3. Методы очистки промышленных выбросов**

Если фактический выброс ЗВ из конкретного источника превышает норматив ПДВ, то для него может быть установлен норматив временного согласованного выброса (ВСВ) и временное разрешение на выброс на период выполнения мероприятий по сокращению выброса. Если предприятие не может или не хочет сокращать выбросы до нормативов ПДВ, то его деятельность может быть приостановлена или запрещена.

Количества ЗВ, отходящих от источников выделения, как правило, значительно превосходит нормативы ПДВ. Поэтому их выброс в атмосферу невозможен без предварительной очистки. Так, в 2007 г. в целом по России было выброшено в атмосферу 20,6 млн. т., а уловлено – 61,3 млн. т или 75% от количества отходящих ЗВ [53, с. 123]. Но главное в экологизации производства всё-таки не очистка, а предупреждение выбросов. В качестве примера рассмотрим следующий случай из жизни.

В начале девяностых годов был разработан проект создания мебельного производства в г. Кирово-Чепецке. Но затраты на очистку выбросов оказались столь велики, что заказчики отказались от его реализации. К проекту вернулись спустя почти 10 лет, заменив лаки на основе органических растворителей на другие композиции, т.е. радикально поменяв технологию нанесения защитно-декоративных покрытий.

---

<sup>16</sup> СЗЗ устанавливаются для предприятий, имеющих выбросы ЗВ или оказывающих иное воздействие на атмосферный воздух (шум, электромагнитное излучение). Радиус СЗЗ зависит от класса предприятия, который устанавливается на основании санитарных правил [78]. Для СЗЗ устанавливаются специальные правила с целью уменьшения воздействия предприятий на прилегающую жилую зону и здоровье людей.

Тем не менее, в большинстве случаев без газоочистки обойтись нельзя. Основой ГОУ является аппарат очистки газа, в котором непосредственно осуществляется избирательный процесс улавливания или обезвреживания вещества, загрязняющего атмосферу. Аппараты очистки газа делятся на следующие группы [79]:

а) первая группа (**С**) – сухие механические пылеуловители (гравитационные, сухие инерционные и ротационные);

б) вторая группа (**М**) – мокрые пылеуловители (инерционные, пенные, конденсационные), скрубберы (механические, ударно-инерционные, полые, насадочные, центробежные), скрубберы Вентури и т.п.;

в) третья группа (**Ф**) – промышленные фильтры (рукавные, волокнистые, карманные, зернистые), с регенерацией импульсной, обратной продувкой, ультразвуком, с механическим и вибровстряхиванием и т.п.;

г) четвёртая группа (**Э**) – электрические пылеуловители (сухие, мокрые электрофильтры и т.п.);

д) пятая группа (**Х**) – аппараты сорбционной (химической) очистки газа от газообразных примесей (адсорберы, абсорберы и т.п.);

е) шестая группа (**Т**) – аппараты термической и термokatалитической очистки газа от газообразных примесей (печи сжигания, каталитические реакторы и т.п.);

ж) седьмая группа (**Д**) – аппараты других методов очистки.

Более подробно с вопросами эксплуатации ГОУ можно ознакомиться в [5; 80; 81]. Мы же остановимся на очистке выбросов электрохимических производств.

#### **4.4. Очистка выбросов электрохимических производств**

Основными источниками выделения ЗВ в электрохимических производствах являются ванны для нанесения гальванических покрытий. В газовую фазу выделяются вещества, входящие в состав электролитов или образующиеся в ходе электрохимических реакций. Это не только газообразные вещества (например, цианистый водород), но, преимущественно, твёрдые или жидкие вещества в виде аэрозолей (например, гидроксид натрия и серная кислота). Расширенный список ЗВ, выделяющихся в гальванических процессах, приведён в приложении VI.

Для расчета выделений ЗВ при производстве металлопокрытий гальваническим способом может быть использована методика [74], основанная на применении показателей удельных выбросов. Расчет количества газообразных ЗВ, выделяющихся при электрохимической и химической обработке металлов, осуществляется (в общем случае) по формуле:

$$M_i = Y_i F K_p, \quad (4.2)$$

где:

$Y_i$  - величина удельного выделения (удельный показатель) ингредиента  $i$  с единицы поверхности гальванической ванны, г/(с·м<sup>2</sup>);

$F$  - площадь зеркала ванны, м<sup>2</sup>;

$K_p$  - коэффициент укрытия ванны. При наличии в составе раствора поверхностно-активных веществ (ПАВ)  $K_p = 0,5$ ; при отсутствии ПАВ  $K_p = 1$ .

В случае аэрозолей в формулу (4.2) включается дополнительный коэффициент  $K_a$ , учитывающий оседание аэрозолей в воздуховоде по пути движения. Величины удельных показателей  $Y_i$  и зависимость коэффициента  $K_a$  от длины газохода приведены в приложении VI.

Для очистки газоздушных смесей от аэрозолей могут быть использованы фильтры и скрубберы.

Действие **фильтров** основано на пропускании загрязнённых газов через пористые перегородки – ткани, волокнистые материалы, насыпные зернистые слои. Осаждение частиц из газового потока в этом случае происходит под влиянием броуновской диффузии, эффекта зацепления, инерционных и электростатических сил. Уловленные в процессе фильтрации частицы по мере накопления в объёме фильтрующего материала образуют пылевой слой и становятся для вновь поступающих частиц также фильтрующей средой. С одной стороны, это повышает эффективность пылеулавливания, а с другой – приводит к снижению газопроницаемости фильтра. Последнее обстоятельство вызывает необходимость периодической регенерации фильтрующего материала, которая возможна путём замены забитого пылью фильтра или переснаряжения его новым фильтрующим материалом, а также посредством периодического механического разрушения и частичного удаления осадка с поверхности фильтрующего слоя. Фильтры используют для очистки газов от пыли с размерами частиц от 100 до 0,01 мкм [5, с. 110].

Проблемы, связанные с налипанием пыли, значительно возрастают при фильтровании влажных газов.

Для улавливания жидких аэрозольных частиц широко используются волокнистые и сетчатые **фильтры-туманоуловители**. Фильтрующий материал может быть изготовлен из стекла, синтетики (в т.ч. из ионообменных смол) и металла (в т.ч. металлокерамики).

Отличительной особенностью волокнистых фильтров-туманоуловителей является конденсация уловленных жидких частиц при контакте с поверхностью волокон с образованием на них плёнки жидкости, удаляющейся по мере накопления из слоя в виде струек или крупных капель, перемещающихся внутри слоя или с тыльной стороны под действием силы тяжести

В соответствии с основными механизмами осаждения частиц в фильтре-туманоуловителе, последние разделяют на низкоскоростные, работающие в режиме осаждения за счёт диффузии, касания и использующие тонкие волокна, и высокоскоростные, т.е. инерционные фильтры, как правило, на основе грубых волокон и объёмных сеток, а также двухступенчатые. **Низкоскоростные фильтры-туманоуловители** ( $u_G < 0,2$  м/с) снаряжаются волокнами диаметром от 5 до 20 мкм.

Уменьшение диаметра волокон приводит к уменьшению скорости жидкости и ускорению зарастания фильтра твердыми частицами. **Высокоскоростные фильтры-туманоуловители** ( $0,5 < u_G < 2,5$  м/с) со слоем грубых волокон диаметром от 20 до 100 мкм служат для выделения из газов частиц крупнее 1 мкм за счёт инерционного осаждения, эффективность которого возрастает с увеличением размера частиц и скорости фильтрации до определённой (критической) величины (порядка 2,5 м/с), при которой начинается вторичный брызгоунос [81, с. 186-187].

Характерная конструкция фильтрующего элемента низкоскоростного фильтра-туманоуловителя приведена на рис. 4.1. Он состоит из двух соосно расположенных цилиндрических сеток из проволоки диаметром 3,2 мм, приваренных к дну и выходному

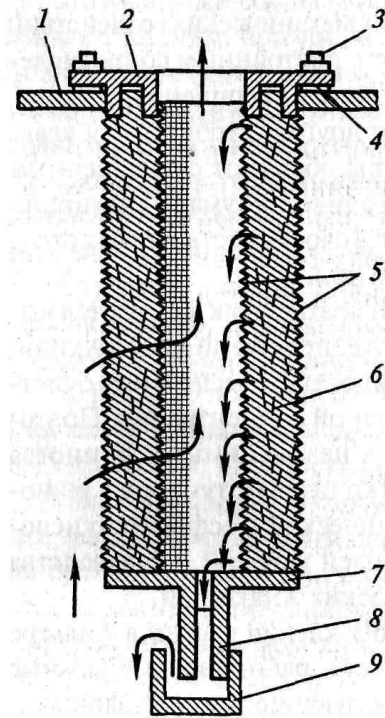


Рисунок 4.1. Цилиндрический фильтрующий элемент [81, с. 186]: 1 – опорная трубчатая перегородка; 2 – уплотняющий патрубок-фланец; 3 – шпилька; 4 – прокладка; 5 – сетки; 6 – стекловолокнистый слой; 7 – дно; 8 – трубка гидрозатвора; 9 – стакан.

патрубку-фланцу. Пространство между сетками заполнено стекловолокном. Дно элемента оборудовано гидрозатвором, из которого жидкость перетекает в корпус. В зависимости от производительности установок в одном корпусе может монтироваться от 5 до 100 элементов. Габариты наиболее распространённых элементов 0,45×2,4 м. Толщина слоя фильтровального материала от 0,05 до 0,15 м, скорость газового потока от 5 до 20 м/с, аэродинамическое сопротивление сухих фильтров от 200 до 1200 Па [81, с. 186-187].

С целью повышения эффективности улавливания химически активных примесей (например, кислых или щелочных), а также для предотвращения кристаллизации твёрдых частиц в слой фильтровального материала в устройство может подаваться жидкость (вода, щелочной или кислый раствор). Такая конструкция называется **орошаемым фильтром**.

Основным типом аппаратов, используемых для улавливания водорастворимых примесей являются, **насадочные скрубберы** (см. рис. 4.2).

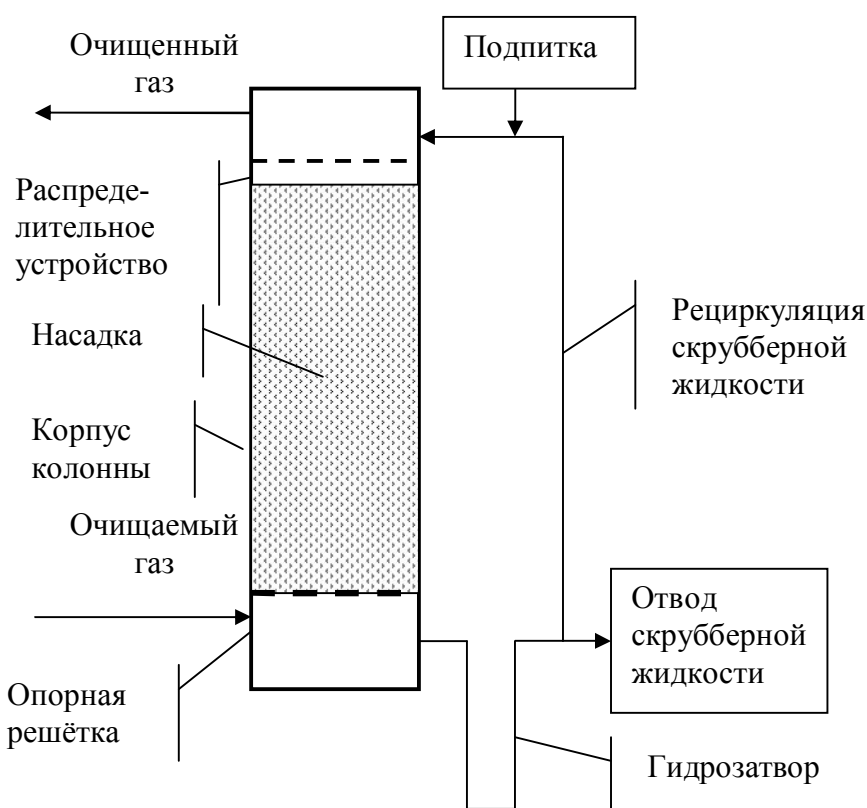


Рисунок 4.2. Схема обвязки насадочного скруббера.

Скруббер представляет собой цилиндр (колонну), заполненный насадкой – керамическими кольцами, пластмассовыми шарами и т.п. В верхнюю часть колонны через распределительное устройство подаётся орошающий раствор (скрубберная жидкость), которая затем стекает вниз по насадке. Очищаемый газ подаётся в нижнюю часть. Контакт между газом и жидкостью проходит на поверхности насадки, поэтому эффективность очистки зависит как от типа насадки, так и от степени смачивания насадки скрубберной жидкостью. Одним из важнейших параметров работы скруббера является плотность орошения, т.е. отношения объёмной скорости подачи скрубберной жидкости к сечению скруббера.

Концентрация действующего вещества в скрубберной жидкости за один проход изменяется незначительно. Поэтому скрубберная жидкость рециркулируется и, по мере срабатывания реагента, заменяется. Нередко применяется непрерывная схема, когда подпитка свежим раствором и удаление избытка скрубберной жидкости проводится постоянно, так что поддерживается постоянная концентрация реагента.

С целью уменьшения каплеуноса после скруббера может быть установлен фильтрумануловитель.

#### **4.5. Правила эксплуатации установок очистки газов [79]**

##### **Общие требования к эксплуатации ГОУ**

Эксплуатация технологического оборудования при отключённых установках очистки газа запрещается. Увеличение производительности технологического оборудования без соответствующего наращивания мощности существующих ГОУ запрещается.

При эксплуатации ГОУ ведётся документация, содержащая основные показатели, характеризующие режим работы установки (отклонения от оптимального режима, обнаруженные неисправности, случаи отключения отдельных агрегатов или выход из строя всей установки и т.д.).

На установки должны быть оформлены паспорта<sup>17</sup>, которые подлежат регистрации (орган, осуществляющий такую регистрацию, в настоящее время законодательно не определён).

Установки должны подвергаться осмотру для оценки их технического состояния не реже одного раза в полугодие комиссией, назначенной руководством предприятия. По результатам осмотра составляется акт и при необходимости разрабатываются мероприятия по устранению обнаруженных недостатков. Акт прилагается к паспорту установки.

Установки подвергаются проверке на соответствие фактических параметров работы проектным не реже одного раза в год, а также в следующих случаях:

- а) при работе технологического оборудования на изменённом режиме работы более 3-х месяцев или при переводе его на новый постоянный режим работы;
- б) после строительства, реконструкции или капитального ремонта.

В случае несоответствия параметров работы установки проектным, принимаются необходимые меры для наладки установки, её реконструкции или замены.

Текущие и капитальные ремонты установок проводятся согласно утверждённому графику планово-предупредительных ремонтов (ППР).

На основании правил [79] предприятиями должны разрабатываться собственные инструкции с учётом конкретных условий работы.

##### **Обязанности руководства предприятия**

Администрация предприятия обязана:

- а) назначить приказом лиц, ответственных за эксплуатацию и обслуживание ГОУ;
- б) разработать инструкцию по эксплуатации ГОУ и должностные инструкции для персонала;
- в) организовать техническую учёбу и проверку знаний;
- г) выделить компетентного специалиста для участия совместно с инспекцией в обследовании установок, предоставлять необходимую техническую документацию и информацию о выполнении запланированных мероприятий;
- д) обеспечивать инспектора спецодеждой, помещением, машинописными работами, транспортом и гостиницей, а на предприятиях с особыми условиями труда – спецпита-

<sup>17</sup> Форма паспорта ГОУ приведена в приложении к учебнику [81].



нием;

е) обеспечивать безопасность работы инспектора;

ж) представлять по требованию инспектора анкетные данные должностных лиц, виновных в нарушении правил для составления протокола.

**Содержание инструкции по эксплуатации ГОУ на предприятии:**

а) схема устройства и управления установкой;

б) технические характеристики аппаратов отитки газа, входящие в состав установки;

в) сведения о предусмотренных проектом приборах контроля и автоматики;

г) оптимальные параметры работы и допустимые отклонения;

д) режим работы технологического оборудования, обеспечивающий оптимальные параметры эксплуатации ГОУ;

е) перечень учётно-отчётной документации по эксплуатации и обслуживанию установки с указанием периодичности её заполнения;

ж) порядок пуска, остановки и обслуживания установки;

з) перечень быстроизнашивающихся узлов и наиболее часто встречающихся неполадок с указанием способов их устранения;

и) порядок действия персонала при авариях;

к) правила безопасности при эксплуатации и обслуживании;

л) схему размещения точек для измерения параметров работы установки.

## 5. Защита литосферы

### 5.1. Основные понятия

**Литосфера** – это верхняя твёрдая оболочка Земли, постепенно переходящая с глубиной в сферы с меньшей прочностью вещества. Включает земную кору и верхнюю мантию Земли. Мощность литосферы – 50-200 км, в т.ч. земной коры до 30-60 км на континентах и 5-10 км на дне океана [9, с. 126].

**Земля** – важнейшая часть окружающей природной среды, характеризующаяся пространством, рельефом, почвенным покровом, растительностью, недрами, водами, являющаяся главным средством в сельском и лесном хозяйствах, а так же пространственным базисом для размещения всех отраслей народного хозяйства (ГОСТ 26640-85).

**Почва** – особое органо-минеральное естественно-историческое природное образование, возникшее в результате воздействия живых организмов на минеральный субстрат и разложения мёртвых организмов, влияния природных вод и атмосферного воздуха на поверхностные горизонты горных пород в различных условиях климата и рельефа в гравитационном поле Земли [9, с. 380]. Важно подчеркнуть, что почва является биоценозом, включающим минеральный субстрат, органические компоненты – гумус и живые организмы, прежде всего микроорганизмы. В 1 г почвы может жить несколько миллионов бактерий, до 100 тыс. водорослей и десятки тысяч грибов [57, с. 28]

**Недра** являются частью земной коры, расположенной ниже почвенного слоя, а при его отсутствии - ниже земной поверхности и дна водоемов и водотоков, простирающейся до глубин, доступных для геологического изучения и освоения [82].

**Ландшафт** – территориальная система, состоящая из взаимодействующих природных или природных и антропогенных компонентов и комплексов более низкого таксономического ранга (ГОСТ 17.8.1.01-86).

Антропогенное воздействие на литосферу выражается в нарушении целостности недр в результате их использования, загрязнении недр, изменении ландшафтов, в различных видах негативного воздействия на землю и почву (водная и ветровая эрозия, подтопление, заболачивание, вторичное засоление, иссушение, уплотнение, загрязнение радиоактивными и химическими веществами и микроорганизмами, захламление отходами производства и потребления).

Загрязнение земель и почв происходит в результате нерационального применения удобрений и средств защиты растений, распространения ЗВ в результате сброса сточных вод на рельеф местности, выпадения ЗВ из атмосферы с осадками. Так, анализ данных по содержанию тяжёлых металлов в почвах Кирово-Чепецка привёл к выводу, что повышенное содержание в них ртути связано с выбросами Кирово-Чепецкого химкомбината, а таких элементов как Ni, Ti, V, Cr, Cu, Pb, Cd, As – с выбросами угольной золы Кировской ТЭЦ-3. В целом же ареал антропогенного загрязнения почв, связанный с выбросами ЗВ, имеет радиус около 50 км от городов Кирова и Кирово-Чепецка [42].

В целях защиты здоровья населения от возможного вредного воздействия загрязнённых почв установлены предельно-допустимые концентрации ЗВ в почвах (ПДК<sub>п</sub>) земель населённых пунктов и земель сельскохозяйственного назначения. Некоторые ПДК<sub>п</sub> приведены в приложении VII.

Загрязнение недр, прежде всего пресных подземных вод возможно:

- 1) в результате фильтрации загрязнённых поверхностных вод в подземный горизонт (аллювиальный);
- 2) в результате контакта подземных грунтовых вод с источниками загрязняющих веществ:
  - хранилищами отходов;

- емкостями (например, хранилища нефтепродуктов) или трубопроводами (например, фекальная канализация),
- попадания загрязнений в бездействующие скважины;
- 3) фильтрации загрязнённых подземных вод в верхние водоносные горизонты;
- 4) подземного выщелачивания руд;
- 5) подземного захоронение жидких отходов, преимущественно концентрированных водных растворов, в т.ч. содержащих радиоактивные вещества.

Одним из основных видов негативного воздействия на литосферу является захоронение отходов.

## **5.2. Обращение с опасными отходами**

**Отходы производства** и потребления – это 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** – это 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 [83, ст. 1].

К видам деятельности по обращению с отходами относятся:

- 1) деятельность, в процессе которой образуются отходы
- 2) сбор,
- 3) хранение,
- 4) транспортировка,
- 5) утилизация,
- 6) обезвреживание,
- 7) захоронение.

Защита окружающей среды от вредного воздействия отходов обеспечивается техническими и организационными мероприятиями, которые проводятся в соответствии с требованиями природоохранного законодательства и предусматривают, что:

- деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению опасных отходов подлежит **лицензированию**;

- передавать опасные отходы можно лишь тем лицам, которые имеют **лицензию** [83, ст. 4];

- отходы подлежат инвентаризации, а их размещение, т.е. хранение и захоронение осуществляется на основании специального разрешения – лимитов [83, ст. 11, 18];

- опасные отходы в зависимости от степени их вредного воздействия на окружающую природную среду и здоровье человека подразделяются на классы опасности [83, ст. 14];

- на опасные отходы должен быть составлен паспорт, который содержит сведения о составе и свойствах опасных отходов [83, ст. 14];

- транспортирование опасных отходов осуществляется на специально оборудованных транспортных средствах при наличии паспортов опасных отходов и с соблюдением требований безопасности [83, ст. 16];

- ввоз отходов на территорию РФ в целях их захоронения и обезвреживания запрещается [83, ст. 17].

Отнесение отходов к классам опасности для окружающей среды производится на основании критериев, утверждённых приказом МПР [84]. Их изложение и анализ ис-

пользования содержатся в докладе [85]. При проведении практических занятий по расчётам классов опасности можно воспользоваться методическими указаниями [155].

После оформления паспорта на отход он вносится в федеральный классификационный каталог отходов (ФККО) [86]. В случае гальванических шламов существует большое разнообразие химических составов, что требует определения их классов опасности в каждом конкретном случае. В действующей редакции каталога содержатся некоторые отходы, образующиеся в металлургических и гальванических производствах:

**1-ый класс опасности** (чрезвычайно опасные): отходы солей свинца, отходы оксидов ванадия, отходы, содержащие ртуть;

**2-ой класс опасности** (высоко опасные): растворы аммиачные для травления меди отработанные, расплав электролита алюминиевого производства, шлам сернокислотного электролита, отходы гидроксида натрия с  $pH > 11,5$ , опилки свинца несортированные;

**3-ий класс опасности** (умеренно опасные): отходы гидроксида натрия с  $11,5 > pH > 10,1$ , лом и отходы, содержащие хром, лом меди несортированный, лом свинца несортированный, опилки никеля незагрязнённые;

**4-ый класс опасности** (малоопасные): отходы гидроксида натрия с  $10,1 > pH > 9,0$ , лом никеля несортированный, пыль оловянная незагрязнённая, пыль титана, пыль оцинкованной стали, пыль алюминия, пыль стальная;

**5-ый класс опасности** (практически неопасные): опилки титана, опилки оцинкованной стали, стружка алюминиевая, опилки стальные.

### **5.3. Утилизация и обезвреживание опасных отходов**

**Утилизация** (использование) отходов – это 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. Обезвреживание отходов проводится, в том числе с целью понижения класса опасности.

Соотношение между утилизацией и обезвреживанием иллюстрирует следующий пример: если мы сжигаем древесные отходы в костре только для того, чтобы от них избавиться – мы осуществляем их обезвреживание; если мы сжигаем древесные отходы в котельной – утилизируем.

Частичное обезвреживание гальванических отходов, содержащих растворимые соли тяжёлых металлов, осуществляется путём их смешения с гидроксидом кальция. При этом металлы переходят в нерастворимые гидроксиды, что уменьшает опасность отходов на порядок (как правило, класс опасности уменьшается со 2-го до 3-го или с 3-го до 4-го).

Обезвреживание отработанных ртутных ламп включает их измельчение и прокалку. Ртуть испаряется и стеклобой переходит в 4-ый класс опасности. Испарившаяся ртуть конденсируется и после очистки может быть использована. Таким образом, мы имеем одновременно и обезвреживание и утилизацию отходов.

Методы утилизация гальванических шламов определяются их составом, который, в свою очередь, определяется составом сточных вод. Оптимальным является получение из шлама чистого металла. Поэтому очень важно проводить их локальную очистку стоков до смешения. Если шлам содержит несколько металлов, то он может быть использован в качестве легирующей добавки.

Шламы также используются при для получения пигментов и при производстве керамических изделий. Например, описан способ утилизации солевых отходов от вторичной переработки алюминийсодержащих шламов при производстве кирпича [87].

Вообще производство строительных материалов является сектором, в котором широко используются различные крупнотоннажные отходы: золы и шлаки от сжигания угля, шламы цветной металлургии, стеклобой и т.п. Например, резиновая крошка от переработки автошин может быть использована при получении асфальта, а металлокорд – в производстве дисперсно-армированных бетонов [88].

Электрохимические методы также используются при переработке отходов. Согласно [89] выход свинца при пирометаллургической переработке пластин свинцовых аккумуляторов составляет 50-70%, а при электрохимической – 75-90%.

#### **5.4. Хранение и захоронение опасных отходов**

**Хранение отходов** – это 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.

В зависимости от технологической и физико-химической характеристики отходов допускается их временно хранить [90]:

- в производственных или вспомогательных помещениях;
- в нестационарных складских сооружениях (под надувными, ажурными и навесными конструкциями);
- в резервуарах, накопителях, танках и прочих наземных и заглубленных специально оборудованных емкостях;
- в вагонах, цистернах, вагонетках, на платформах и прочих передвижных средствах;
- на открытых, приспособленных для хранения отходов площадках.

Хранение сыпучих и летучих отходов в помещениях в открытом виде не допускается. В закрытых складах, используемых для временного хранения отходов I - II классов опасности, должна быть предусмотрена пространственная изоляция и раздельное хранение веществ в отдельных отсеках (ларях) на поддонах. При этом хранение твердых отходов I класса разрешается исключительно в герметичных оборотных (сменных) емкостях (контейнеры, бочки, цистерны), II - в надежно закрытой таре (полиэтиленовых мешках, пластиковых пакетах); III - в бумажных мешках и ларях, хлопчатобумажных мешках, текстильных мешках; IV - навалом, насыпью, в виде гряд. Критерием предельного накопления промышленных отходов на территории промышленной организации служит содержание специфических для данного отхода вредных веществ в воздухе на уровне до 2 м, которое не должно быть выше 30% от ПДК в воздухе рабочей зоны [90].

Для захоронения отходов используются различные виды объектов [91]:

- полигоны по обезвреживанию и захоронению промышленных и бытовых отходов;
- шламонакопители, хвостохранилища;
- отвалы, терриконы, шлакозолоотвалы и т.п.;
- котлованы, карьеры, выработанные шахты, штольни, подземные полости;
- поглощающие колодцы, скважины для захоронения жидких отходов;
- могильники отходов.

С конструкцией полигонов для обезвреживания и захоронения промышленных отходов можно ознакомиться в строительных правилах [92]. Требования к полигонам для захоронения твердых бытовых отходов содержатся в инструкции по проектированию [93] и санитарных правилах [90, 94].

Основными условиями эксплуатации объектов для захоронения отходов является защита окружающей среды от вредного влияния компонентов отходов. С этой целью

жидкие отходы размещаются в герметичных металлических бочках. Толщина стенок контейнеров для захоронения отходов 1-го класса опасности должна быть не менее 1 см, а скорость коррозии не более 0,1 см/год. Размещаются отходы 1-го класса в приповерхностных бетонных бункерах и, при необходимости, снабжаются охранной сигнализацией. Отходы 2-го и 3-го классов опасности также должны размещаться в таре – пластмассовых мешках или бочках. Дно траншеи для захоронения отходов должно быть выше уровня грунтовых вод и иметь гидроизоляцию. В случае захоронения отходов 2-го и 3-го классов гидроизоляция должна быть выполнена и поверх траншеи.

## 5.5. Радиационно-опасные виды деятельности

### 5.5.1. Явление радиоактивности

Атомы состоят из ядра и электронов, а атомные ядра – из протонов и нейтронов. Плотность ядер имеет порядок  $10^{17}$  кг/м<sup>3</sup>, а радиус –  $10^{-15}$ - $10^{-14}$  м [95, с. 5].

Ядра с одинаковым атомным номером (числом протонов), но разными массовыми числами (числом нейтронов) называют изотопами. Химические свойства изотопов практически неотличимы (за исключением изотопов водорода).

Все атомные ядра делятся на две основные группы – стабильные и радиоактивные. Радиоактивные ядра способны к изменениям с течением времени. Скорость самопроизвольного распада подчиняется закону первого порядка:

$$r = kC \Rightarrow C = C_0 e^{-kt}, \text{ где:} \quad (5.1)$$

$k$  – константа скорости реакции,

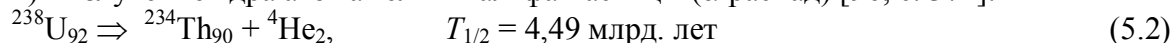
$C_0$  и  $C$  – начальная и текущая концентрации вещества,

$\tau$  – время.

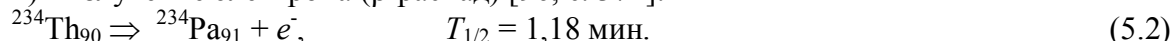
Для реакции первого порядка время, за которое исходная концентрация уменьшается в два раза, есть величина постоянная. Это время называют периодом полураспада ( $T_{1/2}$ ).

Известны различные виды самопроизвольной (спонтанной) радиоактивности:

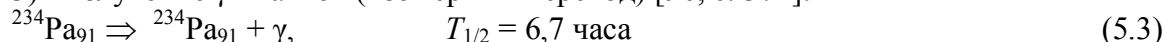
1) Излучение ядра атома гелия – альфа-частицы ( $\alpha$ -распад) [96, с. 371]:



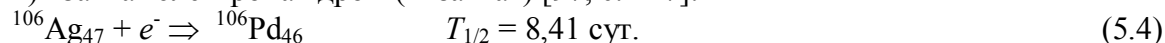
2) Излучение электрона ( $\beta$ -распад) [96, с. 371]:



3) Излучение  $\gamma$ -квантов (изомерный переход) [96, с. 371]:



4) Захват электрона ядром ( $K$ -захват) [97, с. 427]:



Кроме того, возможна индуцированная, т.е. вызванная внешним излучением, радиоактивность, сопровождающаяся, кроме перечисленных выше видов радиоактивности:

5) излучением нейтрона [98, с. 206]:



6) делением ядра на части, например<sup>18</sup> [99, с. 547]:



Среди изотопов, встречающихся в природе, естественной радиоактивностью обладают:

1) тритий (водород-3), углерод-14, бериллий-7, натрий-22 (космогенные радионуклиды) [96, с. 23];

<sup>18</sup> Это одна из возможных реакций. В среднем на 1 атом урана выделяется 2,4 нейтрона и около 200 МэВ энергии [4, с. 196].

2) калий-40, уран (уран-238, уран-235, уран-234) и продукты его распада (радий-226, радон-222, полоний-210, свинец-210), торий-232 и продукты его распада (радий-228) (радионуклиды, встречающиеся в горных породах) [96, с. 24-26].

### 5.5.2. Единицы измерения радиоактивности [96, с. 34-38]

Интенсивность распада радиоактивных изотопов характеризуется **активностью**, которая измеряется в Беккерелях (Бк) и Кюри (Ки): 1 Бк = 1 распад/с, 1 Ки =  $3,7 \cdot 10^{10}$  Бк.

Поглощённая энергия излучения расходуется на ионизацию атомов и молекул, составляющих вещество. Для её измерения необходимо посчитать число пар ионов, образующихся при облучении. Для количественной оценки рентгеновского и гамма-излучения (в диапазоне от десятков кэВ до 3 МэВ), действующего на объект, определяют т.н. **экспозиционную дозу**, которая характеризует ионизирующую способность рентгеновского и гамма-излучения в воздухе. За единицу экспозиционной дозы в Международной системе единиц принят кулон на килограмм – Кл/кг. 1 Кл/кг – это такая экспозиционная доза рентгеновского и гамма-излучения, при которой сопряжённая корпускулярная эмиссия в килограмме сухого воздуха производит ионы, несущие заряд в один кулон электричества каждого знака. На практике часто применяется принятая в 1928 г. внесистемная единица – Рентген (Р).  $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$ . 1 Рентген – это поглощённая энергия ( $0,114 \text{ эрг/см}^3$ ), которая в  $1 \text{ см}^3$  воздуха при температуре  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлении 760 мм рт. ст. приводит к образованию  $2,08 \cdot 10^9$  пар ионов, несущих суммарный заряд в 1 электростатическую единицу электричества каждого знака.

Зная величину экспозиционной дозы можно с помощью соответствующих коэффициентов рассчитать значение **поглощённой дозы**. Мощность поглощённой дозы ( $D$ ) измеряется в Грехах (Гр).  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ рад}$ .

В лучевой терапии часто используют понятие **интегральной дозы**, т.е. энергии, суммарно поглощённой во всём объёме объекта. Интегральная доза измеряется в джоулях:  $1 \text{ Гр} \cdot \text{кг} = 1 \text{ Дж}$ . Но эта величина не учитывает того, что биологические эффекты при облучении живых организмов зависят не только от дозы, но и от качества излучения, которое определяется линейной плотностью ионизации. Чем выше плотность ионизации, тем больше степень биологического повреждения. Для учёта этого явления был введён коэффициент качества  $k$ , который используется для пересчёта поглощённой дозы в **эквивалентную дозу** ( $H$ ) [97, с. 24]:

$$H = kD \tag{5.7}$$

**Мощность эквивалентной дозы** измеряется в Зивертах (Зв) и биологических эквивалентах рентгена (бэр):  $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг}$ ,  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$ .

Величины коэффициента качества приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1.

Коэффициенты качества для различных видов излучения [97, с. 24]:

Вид излучения	$K$	Вид излучения	$k$
Рентгеновское и $\gamma$ -излучение	1	Нейтроны с энергией 0,1-10 МэВ	10
Электроны, позитроны, $\beta$ -излучение	1	$\alpha$ -излучение с энергией менее 10 МэВ	20
Нейтроны с энергией менее 20 кэВ	3	Тяжёлые ядра отдачи	20
Протоны с энергией менее 10 МэВ	10		

### 5.5.3. Радиационноопасные виды деятельности

К радиационноопасным видам деятельности можно отнести:

- Использование приборов с источниками излучения (расходомеры, уровнемеры и т.п.).
- Рентгеноскопию.
- Лабораторные исследования с использованием радиоактивных изотопов, включая клинические исследования.
- Добычу руд, прежде всего, радиоактивных.
- Производства ядерного топливного цикла.
- Эксплуатацию атомных реакторов (электростанций, корабельных, исследовательских).
- Подземные ядерные взрывы (сейчас не проводятся).

Опасность различных источников радиации для населения, не проживающего непосредственно в зонах воздействия опасных объектов, приведена в табл. 5.2.

В процессе работы реактора АЭС суммарная активность делящихся материалов возрастает в миллионы раз. Так, при полной нагрузке реактора ВВЭР-440 (это более 30 т урана) начальная суммарная активность топлива с обогащением 3% по урану-235 составляет  $6 \cdot 10^{11}$  Бк (16 Ки). Через год эксплуатации радиоактивность образовавшихся в процессе деления ядер урана продуктов составит уже  $4 \cdot 10^{19}$  Бк ( $10^9$  Ки) или в 100 миллионов раз больше. При этом в реакторе образуется около 300 различных радионуклидов, из них более 30 – газообразных. Среди них: йод-129 ( $T_{1/2}$  16 млн. лет), углерод-14 ( $T_{1/2}$  5730 лет), цезий-137 ( $T_{1/2}$  30 лет), тритий ( $T_{1/2}$  12,3 года), криптон-86 ( $T_{1/2}$  10,6 лет), йод-131 ( $T_{1/2}$  8 суток), ксенон-133 ( $T_{1/2}$  5,27 суток), радон-222 ( $T_{1/2}$  3,8 суток), йод-133 ( $T_{1/2}$  20,9 часа), аргон-41 ( $T_{1/2}$  1,82 часа), криптон-87 ( $T_{1/2}$  78 минут), ксенон-138 ( $T_{1/2}$  17 минут), азот-16 ( $T_{1/2}$  7,4 секунды) [100, с. 36-37]. При штатной работе АЭС на население оказывают влияние газовые выбросы, но оно, как видно из табл. 5.2, значительно ниже, чем влияние выбросов золы угольных ТЭЦ. Основная доля активности приходится на отработавшее ядерное топливо, которое подлежит выдержке и переработке с выделением неконвертированного урана и плутония.

### 5.6. Захоронение радиоактивных отходов

К радиоактивным отходам (РАО) относятся [96, с. 72] не подлежащие дальнейшему использованию вещества в любом агрегатном состоянии, материалы, изделия, оборудование, объекты биологического происхождения, грунт, а так же породы, руды и отходы обогащения и выщелачивания руд, в которых содержание радионуклидов превышает уровень, установленный нормативными правовыми актами. К РАО относят и отработавшие свой ресурс или повреждённые радионуклидные источники – вещества, содержащие один или несколько радионуклидов, заключённых в оболочку или зафиксированные другим способом в объёме или на поверхности какого-либо материала.



Таблица 5.2.

Среднегодовые эффективные дозы от различных источников радиационного воздействия на 2000 г., мкЗв/год [4, с. 295]

<i>Источники воздействия</i>	<b>Средняя эффективная доза</b>	
	<b>Мир</b>	<b>Россия<sup>а</sup></b>
<b>Естественные источники</b>		
космическое излучение:		
внешнее облучение	390	460
внутреннее облучение	380	450
внутреннее облучение	10	10
естественные радионуклиды:		
внешнее облучение	2050	1910
внешнее облучение	480	440
внутреннее облучение	1570	1470
<b>Сумма:</b>	<b>2440</b>	<b>2370</b>
внешнее облучение	860	890
внутреннее облучение	1580	1480
<b>Технологически изменённый фон</b>		
полёты на самолётах	0,6	-
фосфатные руды	60	-
угольные ТЭС	2,0 <sup>б</sup>	0,5 <sup>б</sup>
отопление жили и приготовление пищи	25	-
предметы широкого потребления	0,01	-
<b>Сумма</b>	<b>90</b>	
<b>Искусственный фон</b>		
медицинские обследования	400	1070
ядерные взрывы:	5,5	5,9
внешнее облучение	2,9	3,2
внутреннее облучение	2,6	2,7
АЭС	0,2 <sup>г</sup>	<0,1 <sup>д</sup>
<b>Сумма</b>	<b>410</b>	<b>1080</b>
<b>Сумма воздействий</b>	<b>3000</b>	<b>3500</b>

Примечания: <sup>а</sup> Отсутствие данных означает отсутствие учёта воздействия. <sup>б</sup> Суммарная электрическая мощность 10<sup>9</sup> ГВт. <sup>в</sup> Суммарная электрическая мощность 76 ГВт. <sup>г</sup> Суммарная электрическая мощность 350 ГВт. <sup>д</sup> Суммарная электрическая мощность 30 ГВт.

РАО в зависимости от агрегатного состояния делятся на газообразные, жидкие и твёрдые (отверждённые). РАО подразделяют на низкоактивные, среднеактивные и высокоактивные. В основу классификации газообразных и жидких РАО положен параметр удельной (объёмной) активности. Для твёрдых РАО для оценки уровня их активности используют вид доминирующего излучения и мощность экспозиционной дозы непосредственно на поверхности отходов (см. табл. 5.3 и 5.4).

В зависимости от периода полураспада радиоактивных элементов РАО делят на короткоживущие ( $T_{1/2}$  меньше года), среднеживущие ( $T_{1/2}$  от года до ста лет) и долгоживущие ( $T_{1/2}$  более ста лет) [96, с. 73].

Таблица 5.3.

Классификация газообразных и жидких РАО [96, с. 74].

Категория РАО	Объёмная активность, Ки/м <sup>3</sup> (Бк/л)	
	Газообразные отходы	Жидкие отходы
Низкоактивные	$< 1 \cdot 10^{-10}$ ( $3,7 \cdot 10^{-3}$ )	$< 1 \cdot 10^{-5}$ ( $< 3,7 \cdot 10^5$ )
Среднеактивные	$1 \cdot 10^{-10} \div 1 \cdot 10^{-8}$ ( $3,7 \cdot 10^{-3} \div 3,7 \cdot 10^{-1}$ )	$1 \cdot 10^{-5} \div 1$ ( $3,7 \cdot 10^5 \div 3,7 \cdot 10^{10}$ )
Высокоактивные	$> 1 \cdot 10^{-8}$ ( $3,7 \cdot 10^{-1}$ )	$> 1$ ( $> 3,7 \cdot 10^{10}$ )

Таблица 5.4.

Классификация твёрдых РАО [96, с. 74].

Категория РАО	Мощность экспозиционной дозы, Р/час	Вид доминирующего излучения		
		Альфа-излучатели, Ки/кг	Бета-излучатели, Ки/кг	Мощность дозы гамма-излучения (0,1 м от поверхности), Гр/час
Низкоактивные	$< 0,2$	$2 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6} \div 1 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-7} \div 3 \cdot 10^{-4}$
Среднеактивные	$0,2 \div 2$	$1 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-1}$	$3 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-2}$
Высокоактивные	$> 0,2$	$> 1 \cdot 10^{-2}$	$> 1 \cdot 10^{-1}$	$> 1 \cdot 10^{-2}$

**Когда могут образовываться радиоактивные отходы:**

- При использовании приборов с источниками излучения (расходомеры, уровнемеры и т.п.).
- При демонтаже зданий, в которых ранее были радиационно опасные производства.
- При эксплуатации радиохимических производств.
- При эксплуатации атомных реакторов.
- При подземных ядерных взрывах, проводимых в технологических целях.

По состоянию на 1997 г. в России было накоплено 600 млн. м<sup>3</sup> РАО с активностью  $5,5 \cdot 10^{19}$  Бк (см. табл. 5.5). Основное количество отходов было связано с переработкой отработавшего ядерного топлива в целях получения оружейного плутония.

При обращении с РАО необходимо руководствоваться нормами радиационной безопасности (НРБ-99) и «Санитарными правилами обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002)». Основными элементами системы обращения с РАО являются сортировка, кондиционирование, хранение и захоронение.

**Сбор и сортировка** РАО осуществляется в местах их образования и/или переработки с учётом радиационных, физических и химических характеристик. РАО, содержащие изотопы с периодом полураспада менее 15 суток, собираются отдельно от других РАО и после соответствующей выдержки твердые отходы удаляются как обычные промышленные отходы, а жидкие отходы можно использовать в системах оборотного технического водоснабжения или сливать в хозяйственно-бытовую канализацию [4, с. 280].

Таблица 5.5.

Радиоактивные отходы на территории России (1997 г.) [4, с. 276]

Источник образования	Объём, м <sup>3</sup>	Активность, Бк
Добыча и переработка руды	$1 \cdot 10^8$	$6,7 \cdot 10^{15}$
Обогащение урана и изготовление ТВЭлов	$1,6 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^{14}$
Нормальная работа АЭС	$2,9 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^{15}$
Радиохимические заводы (производство оружейных материалов)	$5,0 \cdot 10^8$	$5,5 \cdot 10^{19}$
Радионуклидные источники	$2,0 \cdot 10^5$	$7,4 \cdot 10^{16}$
Другие (транспортные установки и пр.)	$3,3 \cdot 10^4$	$8,0 \cdot 10^{14}$
<b>Всего</b>	<b><math>6,0 \cdot 10^8</math></b>	<b><math>5,5 \cdot 10^{19}</math></b>

**Кондиционирование** РАО представляет их перевод в форму, удобную для транспортирования, хранения и захоронения. Кондиционированные РАО должны иметь твёрдое агрегатное состояние, характеризующееся оптимальной устойчивостью к радиационному, механическому, химическому, тепловому и биологическому воздействию. Они должны иметь низкие растворимость и выщелачиваемость подземными и поверхностными водами. Для кондиционирования низкоактивных РАО используются комбинации методов осаждения, фильтрации, ионного обмена, сорбции и др., конечной целью которых является получение воды, пригодной для повторного использования или сброса в открытую гидрографическую сеть, и концентрата, подлежащего дальнейшей переработке. Среднеактивные и высокоактивные жидкие РАО концентрируются путём упарки, при этом конденсат направляется на дополнительную очистку от радиоактивных нуклидов. Затем концентрат подвергается отверждению путём битумирования, цементирования, включения в полимеры, стекло, керамику, стеклометаллические композиции, синтетические горные породы и др. [4, с. 281].

**Хранение** РАО осуществляется отдельно в зависимости от их категории в условиях, обеспечивающих безопасную изоляцию отходов в течение всего срока хранения и возможность последующего их извлечения. Временное хранение РАО следует осуществлять в контейнерах, конструкция которых определяется характеристиками отходов и возможностями их транспортировки. Мощность дозы  $\gamma$ -излучения в воздухе на расстоянии 1 м от контейнера с РАО не должна превышать 0,1 мГр/час, а на границе площадки для хранения РАО – 0,005 мГр/час. Срок службы контейнеров – не менее 50 лет. Долговременное хранение и захоронение низко- и среднеактивных отходов с периодом полураспада менее 30 лет может осуществляться в приповерхностных сооружениях; средне- и высокоактивных отходов с преимущественным содержанием нуклидов с периодом полураспада более 30 лет – в подземных сооружениях [4, с. 283].

**Захоронение** РАО направлено на их изоляцию от человека и окружающей среды на длительный период, порой с невозможностью доступа. Радиационная защита, созданная системой инженерных и естественных барьеров, должна обеспечивать такое качество изоляции отходов, при котором прогнозируемый уровень радиационного воздействия на население от захороненных РАО не будет превышать годовых индивидуальных эффективных доз облучения в 0,01 мЗв [4, с. 286].

Наибольшее количество РАО образуется при переработке отработавшего ядерного топлива. Так, на атомно-промышленном комплексе «Маяк» в период с 1949 по 1956 г. в реку Течу было сброшено 2,75 млн. Ки радиоактивных отходов [52, с. 297]. Как было указано выше, в настоящее время жидкие РАО концентрируют, включают в стеклообразную массу и, затем, в металлическую матрицу, бетонные блоки или пористые керамические материалы. По данным инвентаризации на 1995 г. на ПО «Маяк» для захоронения твёрдых РАО используется 231 могильник, в которых сосредоточено 363 тыс. т отходов с общим содержанием радиоактивных веществ 223,9 млн. Ки [52, с. 298]. Для сравнения: в могильниках Кирово-Чепецкого химического комбината находится 437 тыс. т отходов с суммарной активностью 0,003 млн. Ки [101, с. 259].

Количество и активность РАО при переработке ОЯТ зависит от времени выдержки ОЯТ. В период гонки вооружений интенсивность переработки ОЯТ диктовалась потребностью в оружейном плутонии. Сейчас такой потребности нет, что даёт возможность увеличить время выдержки ОЯТ до нескольких десятков лет.

На территории страны действуют несколько специализированных предприятий, занимающихся сбором и захоронением твёрдых РАО. Например, ленинградский спецкомбинат «Радон», пущенный в эксплуатацию в 1962 г. Зона обслуживания, закреплённая за ним, включает: г. С.-Петербург, Ленинградскую область, республики Карелия и Коми, Псковскую, Новгородскую, Вологодскую, Клиниградскую, Мурманскую и Архангельскую области [52, с. 336].

## **6. Экологический мониторинг**

**Мониторинг** – это система наблюдений за состоянием объекта изучения, отражения динамики происходящих в нём изменений и прогноза развития ситуаций [102, с. 6].

**Экологический мониторинг** включает: 1) наблюдения за негативным воздействием на окружающую среду, в т.ч. статистические; 2) наблюдения за состоянием природных объектов; 3) контроль загрязнения окружающей среды.

По масштабам обобщения информации различают глобальный, национальный, региональный, локальный и импактный – точечный мониторинг источников загрязнения. По методам ведения – биологический, химический, геофизический, автоматический, дистанционный (космический, авиационный и др.).

### **6.1. Наблюдения за негативным воздействием на окружающую среду**

**Статистические наблюдения** основываются на формах государственной статистической отчётности: 2-тп «воздух», 2-тп «водхоз», 2-тп «отходы», 4-ОС и др.

**Отчёт по форме 2-тп «воздух»** включает данные об образовании (выделении) ЗВ в производственных процессах, очистке, утилизации уловленных ЗВ, выбросе ЗВ в атмосферный воздух в сравнении с данными за предыдущий год и нормативами ПДВ. В отчёте также указывается количество источников выбросов ЗВ и сведения о выполненных мероприятиях по охране атмосферного воздуха [103]. Отчет составляется на основании данных первичного учета, организуемого на предприятиях по типовым формам: ПОД-1 "Журнал учета стационарных источников загрязнения и их характеристик", ПОД-2 "Журнал учета выполнения мероприятий по охране атмосферного воздуха" и ПОД-3 "Журнал учета работы газоочистных и пылеулавливающих установок". В качестве первичной учетной документации допускается также использование отраслевых форм и указаний, согласованных в установленном порядке.

**Отчёт по форме 2-тп «водхоз»** включает данные о заборе воды из природных объектов и потреблении воды из других источников, данные о сбросе сточных вод с указанием категории сточных вод, данные о количестве сброшенных загрязняющих веществ, данные о водооборотных системах [104]. В связи с введением в действие нового Водного кодекса РФ с 01.01.07 действие всех нормативно-правовых актов в сфере водопользования, принятых в СССР, прекращено [105, ст. 4]. Это положение относится и к отчёту 2-тп «водхоз», т.к. инструкция по его составлению была утверждена ещё в 1985 г. В 2007 г. был выпущен приказ МПР РФ о порядке ведения учёта забора водных ресурсов и сброса сточных вод [106]. В отличие от отчёта 2-тп «водхоз» отчётность по приказу МПР предоставляется ежеквартально и в ней отсутствуют сведения об эксплуатации водооборотных систем. Но главное отличие состоит в данных о сбросе ЗВ со сточными водами. В отчёте 2-тп «водхоз» приводится количество ЗВ дополнительно поступивших в водный объект в связи с деятельностью отчитывающегося предприятия, т.е. разница между количеством вещества сброшенного в данный водный объект со сточными водами и количеством вещества, содержащегося в забранной из него воде. Это не позволяет использовать данные отчёта 2-тп «водхоз» для сопоставления с НДС, которые включают общий сброс ЗВ (см. раздел 3.3). Отчёт по приказу МПР как раз включают полную величину сброса ЗВ. Но в этом случае мы не можем оценить поступление ЗВ в водные объекты за счёт хозяйственной деятельности. Таким образом, отчёт по форме 2-тп «водхоз» и отчёт по приказу МПР дополняют друг друга.

**Отчёт по форме 2-тп «отходы»** включает данные с разбивкой по классам опасности и видам отходов: наличие отходов на предприятии на начало отчётного периода, образование отходов, приём отходов от сторонних организаций и передача отходов сторонним организациям с указанием цели, утилизация и обезвреживание отходов на

предприятия, захоронение отходов на собственных объектах, наличие отходов на конец отчетного периода [107]. Отчет составляется по данным первичного учета накопления и движения отходов на предприятии (в организации), порядок которого пока законодательно не определен.

**Мониторинг источников воздействия** на окружающую среду осуществляют хозяйствующие субъекты во исполнение требований ст. 67 ФЗ «Об охране окружающей среды» – «Производственный контроль в области охраны окружающей среды (производственный экологический контроль)». Он осуществляется в целях обеспечения выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов, а также в целях соблюдения требований в области охраны окружающей среды, установленных законодательством в области охраны окружающей среды.

Субъекты хозяйственной и иной деятельности обязаны представлять сведения о лицах, ответственных за проведение производственного экологического контроля, об организации экологических служб на объектах хозяйственной и иной деятельности, а также результаты производственного экологического контроля в соответствующий орган исполнительной власти, осуществляющий государственный экологический контроль.

В рамках производственного экологического контроля субъекты хозяйственной деятельности обязаны:

- осуществлять учет выбросов ЗВ веществ в атмосферный воздух и их источников, проводить производственный контроль за соблюдением установленных нормативов выбросов ЗВ в атмосферный воздух [73, ст. 30];
- вести в установленном порядке учет объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества, регулярные наблюдения за водными объектами и их водоохранными зонами, а также бесплатно и в установленные сроки представлять результаты такого учета и таких регулярных наблюдений в уполномоченный Правительством РФ федеральный орган исполнительной власти [108, ст. 39];
- проводить мониторинг состояния окружающей природной среды на территориях объектов размещения отходов [83, ст. 11].

Периодичность контроля выбросов ЗВ от стационарных источников устанавливается в проекте нормативов ПДВ в соответствии с п. 3 методического пособия [109].

## **6.2. Наблюдения за состоянием окружающей среды**

Под **государственным мониторингом окружающей среды (государственным экологическим мониторингом<sup>19</sup>)** понимается комплексная система наблюдения за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов [110].

Государственный экологический мониторинг включает в себя мониторинг атмосферного воздуха, земель [111], лесов [112, 113], водных объектов [156], объектов животного мира [114, 115], уникальной экологической системы озера Байкал, континентального шельфа, состояния недр [116], исключительной экономической зоны, внутренних морских вод и территориального моря Российской Федерации.

Государственный экологический мониторинг осуществляется в целях:

---

<sup>19</sup> В данном официальном определении из экологического мониторинга исключены статистические наблюдения и наблюдения за источниками негативного воздействия на окружающую среду.

наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе за состоянием окружающей среды в районах расположения источников антропогенного воздействия и воздействием этих источников на окружающую среду;

оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов;

обеспечения потребностей государства, юридических и физических лиц в достоверной информации о состоянии окружающей среды и ее изменениях, необходимой для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий таких изменений.

Полученная информация используется при:

разработке прогнозов социально-экономического развития РФ, её субъектов, муниципальных образований и принятии соответствующих решений;

разработке федеральных программ в области экологического развития РФ, целевых программ в области охраны окружающей среды субъектов РФ, инвестиционных программ, а также мероприятий по охране окружающей среды;

осуществлении контроля в области охраны окружающей среды (экологического контроля) и проведении экологической экспертизы;

прогнозировании чрезвычайных ситуаций и проведении мероприятий по их предупреждению;

подготовке данных для ежегодного государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды.

При проведении экологического мониторинга решаются следующие задачи:

организация и проведение наблюдения за количественными и качественными показателями (их совокупностью), характеризующими состояние окружающей среды, в том числе за состоянием окружающей среды в районах расположения источников антропогенного воздействия и воздействием этих источников на окружающую среду;

оценка состояния окружающей среды, своевременное выявление и прогноз развития негативных процессов, влияющих на состояние окружающей среды, выработка рекомендаций по предотвращению вредных воздействий на нее;

информационное обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц по вопросам состояния окружающей среды;

формирование государственных информационных ресурсов о состоянии окружающей среды;

обеспечение участия РФ в международных системах экологического мониторинга.

Организацию и осуществление экологического мониторинга обеспечивают в пределах своей компетенции уполномоченные федеральные органы исполнительной власти – Министерство природных ресурсов РФ (МПР РФ), Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Федеральная служба кадастра объектов недвижимости России, Министерство сельского хозяйства РФ, Государственный комитет РФ по рыболовству и другие органы исполнительной власти. При этом МПР РФ:

координирует деятельность федеральных органов исполнительной власти по организации и осуществлению экологического мониторинга;

согласовывает методические и нормативно-технические документы федеральных органов исполнительной власти по вопросам организации и осуществления экологического мониторинга;

обеспечивает с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации совместимость информационных систем и баз данных о состоянии окружающей среды, а также

создает условия для формирования и защиты государственных информационных ресурсов в этой сфере.

Ключевая роль в осуществлении государственного экологического мониторинга принадлежит Федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (**Росгидромету**). Согласно положению [117] Росгидромет в пределах своей компетенции осуществляет:

- ведение Единого государственного фонда данных о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении;
- формирование и обеспечение функционирования государственной наблюдательной сети, в том числе организацию и прекращение деятельности стационарных и подвижных пунктов наблюдений, определение их местоположения;
- государственный мониторинг атмосферного воздуха;
- государственный мониторинг водных объектов в части поверхностных водных объектов, мониторинг уникальной экологической системы озера Байкал;
- государственный мониторинг континентального шельфа в порядке, определяемом законодательством РФ;
- государственный мониторинг состояния исключительной экономической зоны Российской Федерации;
- информирование пользователей (потребителей) о составе предоставляемых сведений о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении, о формах доведения данной информации и об организациях, осуществляющих информационное обеспечение пользователей (потребителей);
- обеспечение выпуска экстренной информации об опасных природных явлениях, о фактических и прогнозируемых резких изменениях погоды и загрязнении окружающей природной среды, которые могут угрожать жизни и здоровью населения и нанести ущерб окружающей среде.

### **6.3. Социально-гигиенический мониторинг**

Важное значение для обеспечения конституционного права граждан на благоприятную окружающую среду имеет **социально-гигиенический мониторинг** [118], который представляет собой государственную систему наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием на него факторов среды обитания человека для принятия мер по устранению вредного воздействия на население факторов среды обитания человека.

Мониторинг проводится Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзором) совместно с другими федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

В целях ведения мониторинга используются данные осуществляемых федеральными органами исполнительной власти наблюдений:

- а) за состоянием здоровья населения – наблюдения осуществляются Роспотребнадзором и Федеральной службой по надзору в сфере здравоохранения и социального развития;
- б) за факторами среды обитания человека, включая:
  - биологические (вирусные, бактериальные, паразитарные) наблюдения осуществляются Роспотребнадзором и Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзором);



химические, в том числе источники антропогенного воздействия на окружающую природную среду, – наблюдения осуществляются Роспотребнадзором, Росгидрометом, Россельхознадзором и Росстатом;

физические (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук, тепловое, ионизирующее, неионизирующее и иные излучения) – наблюдения осуществляются Роспотребнадзором;

социальные (структура и качество питания, безопасность пищевых продуктов, водоснабжение, условия быта, труда и отдыха) – наблюдения осуществляются Роспотребнадзором, Россельхознадзором, Федеральной службой по труду и занятости и Росстатом;

природно-климатические факторы, в том числе источники антропогенного воздействия на окружающую природную среду, – наблюдения осуществляются Роспотребнадзором, Росгидрометом, Россельхознадзором и Росстатом.

Проведение мониторинга обеспечивает:

- установление факторов, оказывающих вредное воздействие на человека, и их оценку;
- прогнозирование состояния здоровья населения и среды обитания человека;
- определение неотложных и долгосрочных мероприятий по предупреждению и устранению воздействия вредных факторов среды обитания человека на здоровье населения;
- разработку предложений для принятия решений в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения;
- информирование органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций и населения о результатах, полученных при проведении мониторинга.

#### **6.4. Комплексный экологический мониторинг**

Наиболее полное представление о состоянии и изменениях экологической системы даёт комплексный экологический мониторинг. Он включает [119]: подсистемы производственного экологического контроля и объектового мониторинга, экологического мониторинга окружающей природной среды и мониторинга здоровья населения.

Такой комплексный подход позволяет наилучшим образом выявить взаимосвязи между антропогенным воздействием на природную среду и её состоянием, между состоянием окружающей среды и здоровьем человека.

Законодательно основы комплексного экологического мониторинга не определены, что затрудняет его бюджетное финансирование.

## **7. Экономические аспекты природопользования**

### **7.1. Окружающая среда как потребительское благо**

Природные блага являются потребительскими стоимостями, т.к. удовлетворяют потребности человека. Факторы природной среды, обладая способностью удовлетворять потребности человека и иницируя желания человека платить за это, могут становиться объектом купли-продажи. Можно выделить две формы процессов купли-продажи, в которых они могут участвовать [7, с.59].

(1) Процессы прямой реализации рыночных отношений; происходят тогда, когда объектом купли-продажи становится непосредственный фактор природной среды. Так, в частности, можно реализовать минеральные ресурсы, продукты леса, моря, природные сырьё для орнаментного искусства и др.

(2) Процессы, опосредованной реализации рыночных отношений; они происходят тогда, когда объектом купли-продажи становится не сам природный фактор, а выполняемые им функции, реализация которых опосредуется в процессах продажи других предметов и услуг. Например, такие природные блага, как солнечные лучи и море, не могут быть кем-либо присвоены. Следовательно, они не могут быть объектом купли-продажи. Однако, для того, чтобы отдохнуть на берегу и купаться в водоёме, нужны определённые условия: место проживания в пределах досягаемости объекта рекреации; участок берега, обеспечивающий хорошие условия принятия солнечных ванн, подход к водоёму и купание в нём; предметы, обеспечивающие отдых и оздоровление; инфраструктура, обеспечивающая нормальные условия жизнедеятельности (транспортные услуги, развлечения и пр.); предметы личного пользования, необходимые для данного вида рекреации.

В процессах опосредованной реализации рыночных отношений большой вклад вносит субъективная оценка стоимости природных факторов, а так же инерционность мышления людей. Рассмотрим такой пример. Допустим, Вы купили квартиру в 100 квартирном доме рядом с диким парком – пустырьём площадью в 1 га, заросшим деревьями и кустарниками, за 1 млн. руб. Инициативная группа товарищей решила превратить этот пустырь в парк и предложила Вам принять участие в данном проекте. Стоимость этого участия составила 10 тыс. руб. в год. Вы отказались, рассудив так, что созданием парка должна заниматься администрация города, а 10 тыс. руб. в год Вы можете потратить и на другие цели. Администрация города не смогла найти в своём бюджете 1 млн. руб. в год на обустройство и содержание парка и продала этот пустырь за 2 млн. руб. инвесторам, которые построили на данном участке супермаркет. Через некоторое время Вы решили продать квартиру, но оказалось, что её цена упала до 800 тыс. руб. после того, как на месте дикого парка возник современный супермаркет, с массой людей и машин.

По мере роста урбанизации и в условиях повышения доходов населения значение подобные факторы приобретают всё большее значение. Но для экономики в целом на первом месте остаются проблемы прямой реализации рыночных отношений.

### **7.2. Цена и стоимость природных ресурсов**

Итак, природные ресурсы являются объектами купли-продажи. В условиях свободной конкуренции цена на товар определяется соотношением спроса и предложения. Стоимость товара определяется издержками на его производство. Природные ресурсы даны нам природой и сами по себе ничего не стоят. Издержки возникают при их добыче и придании им товарного вида. Стоимость товара для различных производителей может существенно различаться. В общем случае она зависит от технологии производ-

ства, качества сырья, квалификации персонала. Стоимость добытых природных ресурсов зависит от удалённости места добычи от места потребления, от качества ресурса (например, содержание целевого металла в породе или полнота древостоев) и других параметров (например, глубина залегания полезного ископаемого). Если стоимость производства товара выше сложившейся на рынке цены, то такое производство оказывается убыточным и эксплуатироваться не будет. Если стоимость производства оказывается значительно ниже рыночной цены, то производитель будет получать прибыль значительно большую, чем в среднем по отрасли (дифференциальную ренту) [120, с. 60-78].

В условиях растущего спроса преобладающее влияние на формирование средней цены будет оказывать группа товаров с максимальной стоимостью, а в условиях падения спроса – с минимальной стоимостью.

В жизни, однако, не существует свободной конкуренции, но используются различные механизмы регулирования. Одним из подобных механизмов являются сырьевые биржи, где агентами выступают не потребители сырья, а посредники – брокеры. Формируя заказы с отложенным сроком выполнения – фьючерсы, они получают возможность манипулировать ценами. Игра брокеров направлена преимущественно на повышение цен. Другим механизмом является создание резервов. Имея большие объёмы резервов, потребитель может искусственно сократить закупки, или даже продать часть резервов, сбив цены на рынке.

Понятно, что чем ниже цены на сырьё, ниже издержки товарного производства, тем более динамично будет развиваться экономика и выше должен быть уровень жизни населения. История знает примеры как подтверждающие, так и опровергающие эти тезисы. Древнейшие цивилизации (см. разд. 1) возникли там, где существовали благоприятные природно-климатические условия, крупнейшие промышленные центры Европы выросли рядом с залежами углей и железной руды. Но в связи развитием транспортных средств, снижением транспортных издержек необходимость привязки переработки ресурсов к местам их добычи отпала. В мире сформировалась система международного разделения труда с выделением стран – производителей промышленной продукции и стран – поставщиц сырья. В этой паре, искусственно регулируя спрос на сырьё, сложился существенный диспаритет цен, благодаря которому выгода от низких цен на сырьё (природная рента) достаётся продавцам промышленной продукции. Так в 1960 г. национальный доход, произведённый индустриальными странами составил 222 млрд. USD, сырьевыми странами – 468 млрд. USD (без стран, входивших в социалистическое содружество). Потребление национального дохода в индустриальных странах составило 570 млрд. USD, а в сырьевых странах – 120 млрд. USD. Таким образом, в пользу индустриальных стран было перераспределено 348 млрд. USD [16, с. 259].

На национальном уровне проблема распределения природной ренты является не менее важной. Для её решения должна использоваться налоговая система.

### ***7.3. Налоги на пользование природными ресурсами***

Под **налогом** понимается обязательный, индивидуально безвозмездный платёж, взимаемый с организаций и физических лиц в форме отчуждения принадлежащих им на праве собственности, хозяйственного ведения или оперативного управления денежных средств в целях финансового обеспечения деятельности государства и (или) муниципального образования [121, ст. 8, п. 1].

Определение «индивидуально безвозмездный» означает, что плательщик налога не приобретает каких-либо индивидуальных прав в зависимости от суммы уплаченного

налога. Поступления от налогов идут на финансовое обеспечение общественных потребностей (в т.ч. и каждого налогоплательщика в отдельности).

Поступления от какого-либо налога определяются налоговой базой, ставкой налога и механизмом его сбора.

К налогам на пользование природными ресурсами относятся: земельный налог [122], сборы за пользование объектами животного мира и за пользование объектами водных биологических ресурсов [123, гл. 25.1], водный налог [123, гл. 25.2], налог на добычу полезных ископаемых [123, гл. 26].

Платность пользования лесами реализуется в виде арендной платы [124, ст. 73] или платы по договору купли-продажи лесных насаждений [124, ст. 76]. Минимальные величины ставок платы за лесные ресурсы устанавливаются органами исполнительной власти в зависимости от принадлежности лесов. Ставки платы за лесные ресурсы, находящиеся в федеральной собственности, установлены постановлением правительства [125]. Например, ставка за крупную деловую сосну при расстоянии вывозки 10 км составляет 135 руб./м<sup>3</sup>, а при расстоянии вывозки 100 км – 36,7 руб./м<sup>3</sup>. Минимальные ставки платы ежегодно индексируются при утверждении бюджета. Фактические ставки, как правило, определяются по результатам аукционов.

Налоги на пользование природными ресурсами должны стимулировать их рациональное использование и экономию. Этому способствуют аукционы, если они проводятся гласно и участникам аукционов предоставляется вся необходимая информация. В то же время аукционная система ставит в затруднительное положение мелкие местные предприятия, имеющие ограниченные финансовые ресурсы. Для них проигрыш в аукционе может означать фактическое разорение. После ухода с территории выигравшей аукцион крупной федеральной компании население останется без работы, а муниципальное образование без доходов в бюджет.

Налог на добычу полезных ископаемых [123, гл. 26] исчисляется как определённый процент от их стоимости (первичной себестоимости). Налоговая ставка изменяется в пределах от 3,8% для калийных солей до 17,5% для газового конденсата. Эта шкала в целом соответствует рентабельности добычи по отраслям. Но стоимость добычи на конкретном месторождении зависит от многих факторов. В целом, существующая система налогообложения не стимулирует разработку бедных и удалённых месторождений, наиболее полному извлечению полезных компонентов, поскольку при этом существенно возрастает себестоимость добычи. В случае добычи нефти налоговая ставка (419 руб./т) умножается на коэффициенты, характеризующие уровень мировых цен на нефть и степень выработанности конкретного участка недр [123, ст. 342]. Налог на добычу газа взимается по единой ставке 147 руб. за 1000 м<sup>3</sup>. В качестве альтернативы предлагается рентная система, которая должна учитывать все перечисленные выше факторы и быть ориентированной на изъятие прибыли, превышающей среднеотраслевую. Внедрению данной системы препятствует её сложность.

Рентный подход в налогообложении сырья реализуется через вывозные (экспортные) **таможенные пошлины**. Поскольку цены на сырьё на международном рынке, как правило, существенно выше, чем на внутреннем, экспорт сырья приносит значительно большую прибыль, по сравнению с продажей сырья на внутреннем рынке. Устанавливая определённую таможенную пошлину, государство изымает у экспортёра часть сверхприбыли и распределяет её на общественные нужды через механизм бюджетного финансирования. Кроме того, величиной таможенной пошлины удаётся регулировать уровень цен на внутреннем рынке и соотношение товарных потоков.

За счёт данных источников в России формируется так называемый «стабилизационный фонд», величина которого составила на 01.01.08 4,2 трлн. руб. За 2007 г. в фонд

поступило 1,69 трлн. руб., в т.ч. 0,63 трлн. руб. от налога на добычу нефти и 1,06 трлн. руб. от экспортной пошлины на нефть [126].

#### **7.4. Плата за негативное воздействие на окружающую среду**

Плата за негативное воздействие на окружающую среду предусмотрена ст. 16 ФЗ «Об охране окружающей среды». Согласно определению Конституционного Суда РФ «... плата, внесение которой является необходимым условием получения юридически-ми лицами и индивидуальными предпринимателями права осуществлять хозяйственную и иную деятельность, оказывающую негативное воздействие на окружающую среду, определяется в качестве индивидуально-возмездного платежа на основе дифференцированных нормативов допустимого воздействия на окружающую среду, с тем чтобы обеспечивалось возмещение ущерба и затрат на ее охрану и восстановление» [127].

К видам негативного воздействия на окружающую среду относятся [73, ст. 16]:

- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ и иных веществ;
- сбросы загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов в поверхностные водные объекты, подземные водные объекты и на водосборные площади;
- загрязнение недр, почв;
- размещение отходов производства и потребления;
- загрязнение окружающей среды шумом, теплом, электромагнитными, ионизирующими и другими видами физических воздействий;
- иные виды негативного воздействия на окружающую среду.

Порядок определения платы установлен Постановлением Правительства РФ № 632 от 08.08.92 «Об утверждении Порядка определения платы и её предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия» [128]. Он предусматривает плату за:

- выбросы от стационарных источников выбросов ЗВ,
- выбросы от передвижных источников выбросов ЗВ,
- за сброс загрязняющих веществ со сточными водами,
- за размещение отходов.

Плата за выбросы и сбросы подразделяется на три категории:

- в пределах установленных нормативов (ПДВ, ПДС),
- в пределах установленных лимитов (ВСВ, ВСС),
- сверхлимитную.

Плата за отходы подразделяется на две категории: в пределах установленных лимитов и сверхлимитную.

Для вида воздействия и каждого загрязняющего вещества установлены индивидуальные нормативы платы [129]. Нормативы платы за выбросы и сбросы в пределах установленных лимитов в 5 раз больше, чем за выбросы и сбросы в пределах установленных нормативов, а за сверхлимитные выбросы и сбросы – в 25 раз больше. Для размещения отходов установлены нормативы платы за размещение отходов в пределах установленных лимитов. За сверхлимитное размещение отходов норматив платы в 5 раз больше. Аварийные выбросы и сбросы рассматриваются как сверхлимитные, даже если при этом суммарный выброс за текущий год не превышен.

Кроме того, для каждого вида загрязнения (выбросы, сбросы, отходы) вводится коэффициент экологической ситуации для конкретной территории (речного бассейна, субъекта РФ, функциональной зоны (например, округ санитарной охраны курорта)) [129].

Ежегодно, при утверждении федерального бюджета, утверждаются коэффициенты к базовым нормативам платы и распределение платы между бюджетами различного

уровня (федеральный, субъекта РФ, местный). Например, закон о бюджете на 2009 устанавливает, что нормативы платы за негативное воздействие на окружающую среду, установленные в 2003 году, применяются в 2009 году с коэффициентом 1,62, а нормативы, установленные в 2005 году, - с коэффициентом 1,32 [130]. Поступления платы за негативное воздействие на окружающую среду распределяются между федеральным бюджетом (20%), бюджетом субъекта РФ (40%) и местным бюджетом (40%) [131].

Постановление Правительства [128, п. 4] предусматривает, что органы исполнительной власти субъектов РФ имеют право:

а) с участием территориальных органов Министерства экологии и природных ресурсов Российской Федерации<sup>20</sup> осуществлять корректировку размеров платежей природопользователей с учетом освоения ими средств на выполнение природоохранных мероприятий и зачисление этих средств в счет указанных платежей;

б) по согласованию с территориальными органами Министерства экологии и природных ресурсов Российской Федерации и Государственного комитета санитарно-эпидемиологического надзора<sup>21</sup> могут понижать размеры платы за загрязнение окружающей природной среды или освобождать от нее отдельные организации социальной и культурной сферы, а также организации, финансируемые из федерального бюджета Российской Федерации, бюджетов субъектов Российской Федерации.

Корректировка платежей с учётом затрат предприятий на природоохранные мероприятия имеет важное регулирующее значение, поскольку стимулирует эту деятельность, а главной функцией института платы за негативное воздействие на окружающую среду является не пополнение бюджета, а компенсация косвенного ущерба окружающей среде и снижение его величины. На практике, данный механизм почти не применяется. Но отдельные предприятия получают субсидии из бюджета на выполнение природоохранных мероприятий за счёт указанных поступлений.

При освобождении от платы за негативное воздействие на окружающую среду должна учитываться компетенция соответствующих органов в отношении формирования бюджета. Органы власти субъектов РФ, в соответствии с Бюджетным кодексом РФ [133] могут освобождать от платы только в части, поступающей в бюджет субъекта (40%). Для освобождения от той части платы, которая поступает в бюджет муниципального образования необходимо решение органа местного самоуправления.

Постановление правительства Кировской области [134] предусматривает, что предприятия и организации:

финансируемые из бюджетов любого уровня более чем на 70%,

предприятия и организации, осуществляющие сброс ЗВ бытового происхождения от населения и объектов социально-бюджетной сферы,

осуществляющие выброс ЗВ и размещение отходов от производства воды питьевого качества, тепла и электроэнергии в объёме выработки для нужд населения и объектов социально-бюджетной сферы,

осуществляющие размещение бытовых отходов от населения и объектов социально-бюджетной сферы,

освобождаются от платы за негативное воздействие на окружающую среду в пределах установленных нормативов негативного воздействия в части, поступающей в областной бюджет. Т.е. освобождение от платы распространяется на выбросы в пределах ПДВ, на сбросы – в пределах НДС, на размещение отходов – в пределах лимитов. За

---

<sup>20</sup> Согласно закону о Федеральном бюджете на 2009 г. администратором платы за негативное воздействие на окружающую среду определена Федеральная служба экологического, технологического и атомного надзора [130].

<sup>21</sup> В настоящее время данные функции перешли к Федеральной службе по надзору за соблюдением прав потребителей и благополучия человека [132].

превышения установленных нормативов или при отсутствии разрешительных документов предприятие (организация) должно вносить плату в полном объёме. Если предприятие осуществляет обслуживание населения наряду с другой деятельностью, то освобождение от платы распространяется лишь на ту часть выбросов, сбросов, отходов, которые сопровождают деятельность по обслуживанию населения.

Наряду с указанным выше постановлением правительства Кировской области рядом муниципальных образований, например, городами Кировым и Кирово-Чепецком [135], были, приняты аналогичные решения в отношении своей части поступлений.

Утвержденный постановлением Правительства РФ [128] Порядок предусматривает, что платежи за предельно допустимые выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов осуществляются за счет себестоимости, а платежи за их превышение – за счет прибыли, остающейся в распоряжении природопользователя. Предельные размеры платы за загрязнение окружающей природной среды сверх предельно допустимых нормативов устанавливаются в процентах от прибыли, остающейся в распоряжении природопользователя, дифференцированно по отдельным отраслям народного хозяйства с учетом их экономических особенностей. Такой предельный размер, равный 7% от прибыли, остающейся в распоряжении предприятия, установлен для предприятий водопроводно-коммунального хозяйства [136]. Бюджетные и некоммерческие организации не имеют прибыли, а, следовательно, и источника для внесения платы за сверхнормативное воздействие на окружающую среду.

В 2007 в федеральный бюджет поступили 3,37 млрд. руб. от платы за негативное воздействие на окружающую среду [137], что соответствует 16,85 млрд. руб. общей величины платы.

Следует также упомянуть о том, что за сверхнормативный сброс ЗВ в системы муниципальной канализации взимается плата (в дополнение к абонентской плате). Порядок взимания платы устанавливают исполнительные власти субъектов РФ [139]. Такой порядок введён и на территории Кировской области [140]. В общем, методика расчёта платы аналогична описанной выше методике, принятой для расчёта платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты. При этом учитывается сброс, превышающий предельно допустимые нормативы, установленные для системы канализации в конкретном населённом пункте (в г. Кирове они утверждены распоряжением администрации [138]). Предприятие-абонент может быть полностью или частично освобождено от платы, если оно осуществляет внедрение мероприятий по сокращению сброса ЗВ. Платежи поступают на специальный счёт организации, эксплуатирующей очистные сооружения, и используются на реализацию природоохранных мероприятий согласно плану, утверждённому городской администрацией.

## 8. Правовые аспекты природопользования

В данном разделе мы рассмотрим правовые аспекты природопользования и связанные с этим вопросы организации производственного экологического контроля и профессиональной ответственности за нарушения природоохранного законодательства. Но начнём мы с классификации методов и средств управления, для того, что бы уяснить соотношения между уже изученными методами и нормами права

### 8.1. Средства и методы управления охраной окружающей среды и природопользованием

Субъектами управления в отношениях, связанных с охраной окружающей среды и природопользованием, выступают юридические и физические лица. Объектами управления – природные объекты, природные ресурсы и деятельность по использованию природных объектов и природных ресурсов.

Как известно, управление основывается на сочетании трех подходов: разъяснении, поощрении и наказании. Эти подходы реализуются на всех уровнях управления через различные методы и средства, которые будут рассмотрены ниже.

Другим общим принципом управления является принцип subsidiarity, согласно которому принятие решений должно передаваться на наиболее низкий из возможных уровней иерархии с тем, чтобы максимально учитывать мнение людей, затрагиваемых этим решением [141, т. 1, с. 65].

Существуют различные подходы к классификации методов и средств управления. В пособии [141] предлагается подразделение на 5 групп:

- 1) информационные,
- 2) экономические,
- 3) коммуникативные,
- 4) планирование,
- 5) нормативные.

К **информационным методам** управления относят, прежде всего, мониторинг, аудит, оценку воздействия на окружающую среду и оценку риска.

Экологическому мониторингу был посвящен разд. 6 данного пособия.

**Аудит** – это систематический документально оформленный процесс проверки объективно получаемых и оцениваемых аудиторских данных, с тем чтобы определить, соответствуют ли критериям аудита определённые виды деятельности, события, условия, системы административного управления или информация об этих объектах, а так же сообщение результатов, полученных в ходе этого процесса клиенту. Наиболее распространённым является финансовый аудит. Экологический аудит в России применяется, в основном, в процедуре сертификации на соответствие международным стандартам.

Суть понятия «**Оценка воздействия на окружающую среду**» (ОВОС) содержится в самом названии. То есть, в рамках данной процедуры необходимо оценить какое воздействие окажет намечаемый к реализации объект (вид хозяйственной деятельности) на окружающую среду, включая все среды, все природные и культурные объекты в зоне воздействия, учитывая как прямые, так и косвенные последствия.

Таким образом, что бы оценить воздействие намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду необходимо идентифицировать виды воздействия, оценить интенсивность воздействия, определить, какие изменения в состоянии окружающей среды вызовут эти воздействия и, наконец, установить, являются ли эти изменения существенными. Эта процедура проводится по всем видам воздействия и ресурсам: площадь земельных участков и вид землепользования, выбросы ЗВ и качество атмосферного воздуха, сбросы ЗВ и качество водных объектов, количество отходов и их после-



дующее использование или обезвреживание, воздействие на недра, изъятие (уничтожение) растительных ресурсов, изъятие (уничтожение) животных и мест из обитания и т.д.

Для оценки существенности необходимо использовать установленные нормативы качества окружающей среды, нормативы изъятия природных ресурсов, специальные требования для отдельных объектов: например, категорию земельного участка, отнесение объекта к особо охраняемым природным территориям, размер водоохраной зоны реки, радиус санитарно-защитной зоны предприятия и т.п.

Важно подчеркнуть, что ОВОС как юридически определённая процедура относится только к намечаемой (планируемой) деятельности. Для эксплуатируемых объектов применяется процедура аудита. Положение о проведении ОВОС [142] утверждено приказом Госкомэкологии РФ.

К **экономическим методам** управления относят: налоги, сборы, платежи, субсидии, залоги (называемые за рубежом «бонусами»), страхование, механизмы гражданско-правовой ответственности. Экономическим аспектам природопользования был посвящен разд. 7.

К **коммуникативным методам** относят: образование, формирование общественного мнения, переговоры.

Суть **образования** как метода управления состоит в том, что поведение человека в существенной степени зависит от информации и методологии, которыми он владеет. Это относится как к общественной жизни, так и к профессиональной деятельности. На всех эффективно работающих предприятиях обучению персонала уделяется постоянное внимание.

**Формирование общественного мнения** имеет с образованием некоторые общие черты. К различиям следует отнести то, что при формировании общественного мнения больший упор делается на чисто эмоциональные аспекты, а в образовательном процессе важна методологическая составляющая и объективность используемых сведений. В отношении обоих методов необходимо упомянуть о таком явлении как коллективная память, имеющая определённые временные рамки. Практика показывает, что в течение трёх-пяти лет после серьёзной аварии, расследованной и обсуждённой в трудовых коллективах, люди соблюдают необходимые требования безопасности. Но, затем, впечатление проходит и вновь кто-либо повторяет известную грубую ошибку. С другой стороны, известен эффект притупления внимания за счёт многократного повторения одних и тех же тезисов. Поэтому в процессах обучения и формирования общественного настроения в коллективе необходимо сочетать сохранение необходимого набора сведений и навыков с разнообразием форм их подачи.

Исполнение управленческого решения зависит от отношения к нему. Поэтому очень важно при его подготовке добиваться **достижения консенсуса** путем переговоров между всеми заинтересованными сторонами. В этом случае исполнение нормативно-правовых актов, в т.ч., внутренних, будет значительно выше. В практике экологического нормирования известны случаи установления заведомо невыполнимых требований, что делает бессмысленной реализацию каких-либо мероприятий по охране окружающей среды. Эту ситуацию описывает известный афоризм: строгость законов компенсируется необязательностью их выполнения.

**Планирование** в сфере охраны окружающей среды и природопользования включает планирование землепользования, водопользования, недропользования, лесопользования, пользования водными биологическими ресурсами и объектами охоты, планирование природоохраных мероприятий. Они включают в себя мероприятия по охране атмосферного воздуха (создание ГОУ и ликвидация источников выбросов), по охране водных объектов (создание установок по очистке сточных вод и ликвидация источни-

ков образования сточных вод), по охране земель (работы по рекультивации нарушенных земель, очистке земель от захламления, закрытия и рекультивации свалок), по обращению с отходами (сокращение образования отходов, внедрение процессов их утилизации и обезвреживанию, создание объектов для захоронения отходов). Достойное место природоохранным мероприятиям, разработанным на основе ОВОС, должно отводиться в комплексных планах социально-экономического развития территорий.

Важнейшим инструментом управления являются **нормы и правила**. Только их наличие обеспечивает переход от благих пожеланий к созданию реальных условий для неистощительного природопользования и сохранения экологического благополучия территорий.

Наличие норм и правил делает возможным проведение государственной экспертизы, в т.ч. экологической. **Экологическая экспертиза** - это установление соответствия документов и (или) документации, обосновывающих намечаемую в связи с реализацией объекта экологической экспертизы хозяйственную и иную деятельность, экологическим требованиям, установленным техническими регламентами и законодательством в области охраны окружающей среды, в целях предотвращения негативного воздействия такой деятельности на окружающую среду. [143, ст. 1).

Одним из важнейших нормативных методов управления является **лицензирование**. **Лицензия** – это специальное разрешение на осуществление конкретного вида деятельности при обязательном соблюдении лицензионных требований и условий, выданное лицензирующим органом юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю [144]. Лицензия выдается для того, чтобы защитить интересы конкретного потребителя товаров или услуг и интересы общества в целом, поскольку подразумевается, что соблюдение лицензионных требований должно обеспечить и надлежащее качество продукции, и надлежащее качество услуг, и безопасное производство работ.

**Сертификация** - форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров [145, ст. 2].

Между лицензированием и сертификацией существуют определённые сходства и различия. В обоих случаях речь идёт об оценке соответствия нормам и правилам. Но в случае лицензирования проводится только оценка вида деятельности, в то время как сертификация распространяется и на продукцию. В случае лицензирования наличие лицензии является обязательным условием её осуществления и выдачей лицензий занимаются только государственные органы. Отсутствие сертификата формально не препятствует осуществлению хозяйственной деятельности, но делают продукцию и услуги менее привлекательными для потребителей. В некоторых случаях, например, при эксплуатации опасных производственных объектов, законодательство напрямую запрещает применение несертифицированных устройств [146, ст. 7]. В других случаях законодательство даёт сертифицированным объектам явные преимущества.

Важным отличием сертификации является то, что её может проводить любая **аккредитованная** организация – как государственная, так и частная. При этом **аккредитацией** называется процедура, по результатам которой аккредитующий орган выдает аттестат аккредитации, удостоверяющий, что субъект является компетентным выполнять конкретные работы по оценке соответствия установленным требованиям качества и безопасности продукции, производственных процессов, услуг и других объектов [147].

Насколько полно и эффективно применяются те или иные нормы и правила зависит от **государственного контроля**. Без контроля, без угрозы санкций к нарушителям, нормы и правила так же превращаются в благие пожелания.

Важно подчеркнуть, что эффективность использования почти всех перечисленных выше методов управления зависит от того, предусмотрены ли они правовыми актами или нет.

## **8.2. Основы экологического права**

Экологическое право является регулятором и способом решения возникающих в обществе сложных проблем, нуждающихся в упорядочении, порой с помощью силового, принудительного (нередко поощрительного) механизма. Общие правила поведения, предусмотренные экологическим правом, не персонифицированы, не исчерпываются исполнением, т.е. рассчитаны на неопределённое количество случаев, носят обязательный характер. Всё это доказывает принадлежность этих правил поведения людей в окружающей среде и отношений с окружающей средой к системе права. Вместе с тем экологическое право обладает необходимыми признаками, позволяющими считать его самостоятельной отраслью системы права. Регулируемые им общественные отношения являются очень важными, нуждающимися на современном этапе в упорядочении, характер этих отношений значителен, затрагивает жизненно важные для человека проблемы; характеристики их весомы как количественно, так и качественно [6].

Основы экологического права заложены в Конституции РФ, которая устанавливает, что:

- Земля и другие природные ресурсы используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории (ст. 9).
- Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением (ст. 42).
- Каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам (ст. 58).
- Каждый имеет право на возмещение государством вреда, причиненного незаконными действиями (или бездействием) органов государственной власти или их должностных лиц (ст. 43).
- Земельное, водное, лесное законодательство, законодательство о недрах, об охране окружающей среды находится в совместном ведении Российской Федерации и её субъектов (ст. 72).

Соблюдение этих норм и должна обеспечить вся система экологического права, которая включает федеральные законы, указы Президента РФ, постановления Правительства РФ, нормативные акты федеральных ведомств, законы субъектов РФ, постановления высших исполнительных органов субъектов РФ, муниципальные правила (см. рис. 8.1).

Среди важнейших законов, составляющих основу экологического права, прежде всего, следует назвать:

- ФЗ «Об охране окружающей среды»,
- ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»,
- Земельный Кодекс РФ,
- Водный Кодекс РФ,
- Лесной Кодекс РФ,
- ФЗ «О животном мире»,
- Закон РФ «О недрах»,
- ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»,

- ФЗ «Об отходах производства и потребления»
- ФЗ «Об экологической экспертизе»,
- ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях»,
- ФЗ «О радиационной безопасности населения».

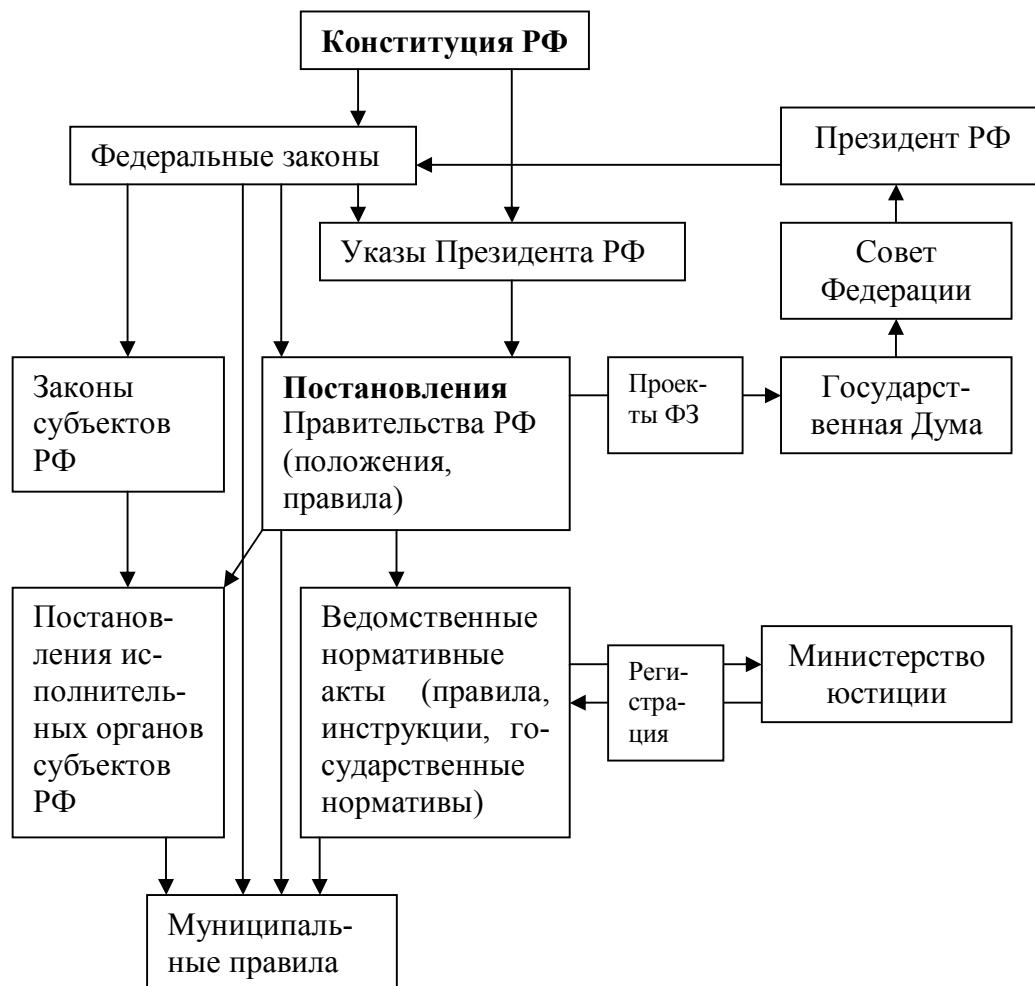


Рисунок 8.1. Система нормативно-правовых актов Российской Федерации.

Всего же к экологически значимым можно отнести более 30 федеральных законов, в том числе Кодекс РФ об административных правонарушениях, Гражданский Кодекс РФ и Уголовный Кодекс РФ.

Указы Президента РФ не могут противоречить федеральному закону, но имеют ту же силу. Эта норма позволяет Президенту РФ вводить регулирование в тех случаях, когда Федеральное собрание не может оперативно принять необходимые законы.

Постановления Правительства РФ и законы субъектов РФ принимаются по тем вопросам, которые отнесены к их компетенции федеральными законами. Поэтому возникающий иногда вопрос о том, что главнее – постановление Правительства РФ или закон субъекта РФ? – строго говоря, является некорректным. Каждый из актов «главнее» в той сфере, которая определена для него федеральным законом.

Ведомственные нормативно-правовые акты, соответственно, принимаются в рамках компетенции, определяемой для министерств федеральными законами и постановлениями Правительства РФ. Право принимать нормативно-правовые акты предоставляется федеральным министерствам. Подчинённые им федеральные агентства и федеральные службы таким правом не обладают. Документ, принятый министерством, приобретает статус нормативно-правового акта только после регистрации в министерстве юстиции РФ. В отсутствие такой регистрации он может иметь методический или рекомендательный характер, т.е. не быть обязательным для исполнения.

Местные (муниципальные) правила должны соответствовать всем нормативно-правовым актам государственных органов. Это сужает поле для нормотворчества до минимума. С другой стороны, такие правила носят конкретный характер и затрагивают повседневную жизнь граждан и юридических лиц, что делает их очень важными. В качестве примера можно привести правила благоустройства и санитарного содержания территории населённого пункта, в которых определены сроки вывоза мусора и твердых бытовых отходов.

Необходимым условием вступления нормативно-правового акта в действие является его опубликование в общедоступных изданиях (средствах массовой информации).

### **8.3. Производственный экологический контроль**

Как было уже отмечено в разд. 6.1 обязанность проведения субъектами хозяйственной деятельности производственного экологического контроля возлагается ст. 67 ФЗ «Об охране окружающей среды». Содержание контроля определяется, с одной стороны, требованиями законодательства, а, с другой стороны, спецификой предприятия. В общем случае, можно указать следующие основные направления контроля:

- 1). Соблюдение технологической дисциплины (совместно с производственно-техническим отделом).
- 2). Выполнение планов природоохранных мероприятий.
- 3). Содержание территории предприятия.
- 4). Контроль за соблюдением правил эксплуатации ГОУ.
- 5). Контроль за соблюдением нормативов ПДВ.
- 6). Контроль за соблюдением норм водопотребления.
- 7). Контроль за соблюдением внутренних нормативов содержания ЗВ в сточных водах.
- 8). Контроль за соблюдением нормативов допустимых сбросов.
- 9). Контроль за соблюдением правил по обращению с опасными отходами, в т.ч. нормативов размещения отходов в местах временного хранения.
- 10). Контроль качества атмосферного воздуха в СЗЗ и зоне воздействия.
- 11). Контроль качества водных объектов (фоновый и контрольный створы).
- 12). Контроль качества грунтовых вод.
- 13). Контроль содержания ЗВ в почвах в зоне воздействия.

Обязанности по проведению контроля могут быть возложены как на должностных лиц специального экологического отдела, так и распределены между работниками других подразделений. При этом не должно быть совмещения функций по осуществлению какого-то вида деятельности и функций контроля. Например, человек, назначенный ответственным за эксплуатацию ГОУ, не может быть назначен ответственным за осуществление контроля за соблюдением правил эксплуатации ГОУ.

Данные по контролю должны документироваться. В случаях выявления каких-либо нарушений проводятся служебные расследования с целью выявления их причин. По

результатам расследований должны намечаться мероприятия по предотвращению подобных нарушений в будущем.

#### **8.4. Ответственность за нарушения природоохранного законодательства**

Так же как и за другие виды нарушений, ответственность за нарушение природоохранного законодательства может быть:

- дисциплинарная,
- материальная,
- административная,
- уголовная,
- гражданско-правовая.

Ответственность наступает в том случае, когда имеется событие нарушения требований нормативно-правового акта и вина конкретного лица в данном нарушении.

За совершение дисциплинарного проступка, то есть неисполнение или ненадлежащее исполнение работником по его вине возложенных на него трудовых обязанностей, работодатель имеет право применить следующие дисциплинарные взыскания [148, ст. 192]:

- 1) замечание;
- 2) выговор;
- 3) увольнение по соответствующим основаниям.

Работник обязан возместить работодателю причиненный ему прямой действительный ущерб. Неполученные доходы (упущенная выгода) взысканию с работника не подлежат [148, ст. 238].

Под **прямым действительным ущербом** понимается реальное уменьшение личного имущества работодателя или ухудшение состояния указанного имущества (в том числе имущества третьих лиц, находящегося у работодателя, если работодатель несет ответственность за сохранность этого имущества), а также необходимость для работодателя произвести затраты либо излишние выплаты на приобретение, восстановление имущества либо на возмещение ущерба, причиненного работником третьим лицам [148, ст. 238].

**Административным правонарушением** признается противоправное, виновное действие (бездействие) физического или юридического лица, за которое Кодексом РФ об административных правонарушениях или законами субъектов РФ об административных правонарушениях установлена административная ответственность [149, ст. 2.1].

Юридическое лицо признается виновным в совершении административного правонарушения, если будет установлено, что у него имелась возможность для соблюдения правил и норм, за нарушение которых предусмотрена административная ответственность, но данным лицом не были приняты все зависящие от него меры по их соблюдению. В этом отличие юридического лица от должностного, который признаётся виновным лишь в том случае если не выполнил возложенных на него обязанностей.

Назначение административного наказания юридическому лицу не освобождает от административной ответственности за данное правонарушение виновное физическое (должностное) лицо, равно как и привлечение к административной или уголовной ответственности физического лица не освобождает от административной ответственности за данное правонарушение юридическое лицо.

Кодекс об административных правонарушениях содержит специальную главу «Административные правонарушения в области охраны окружающей природной среды и природопользования», насчитывающую 41 статью. Наиболее общий характер имеет ст.

8.1 – «Несоблюдение экологических требований при планировании, технико-экономическом обосновании проектов, проектировании, размещении, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации предприятий, сооружений или иных объектов», предусматривающая наложение административного штрафа на граждан в размере от одной до двух тысяч руб.; на должностных лиц - от двух до пяти тысяч руб.; на юридических лиц – от двадцати до пятидесяти тысяч руб. Среди других статей можно выделить:

- Ст. 8.2 «Несоблюдение экологических и санитарно-эпидемиологических требований при обращении с отходами производства и потребления или иными опасными веществами».

- Ст. 8.5. «Соккрытие или искажение экологической информации».

- Ст. 8.13. «Нарушение правил охраны водных объектов».

- Ст. 8.21. «Нарушение правил охраны атмосферного воздуха».

- Ст. 8.41. «Невнесение в установленные сроки платы за негативное воздействие на окружающую среду».

**Уголовным преступлением:** признается виновно совершенное общественно опасное деяние, запрещенное Уголовным Кодексом под угрозой наказания [150, ст. 14].

Не является преступлением действие (бездействие), хотя формально и содержащее признаки какого-либо деяния, предусмотренного Уголовным Кодексом, но в силу малозначительности не представляющее общественной опасности. Как правило, уголовная ответственность наступает в случае наличия реального ущерба (например, незаконная вырубка леса, гибель рыбы вследствие сброса ЗВ, отравление людей вследствие выброса ЗВ), в то время как административная ответственность может наступить за формальное нарушение каких-либо требований.

Уголовный Кодекс РФ содержит специальную главу «Экологические преступления», которая включает такие статьи, как: «Нарушение правил охраны окружающей среды при производстве работ», «Нарушение правил обращения экологически опасных веществ и отходов», «Загрязнение вод», «Загрязнение атмосферы», «Порча земли», «Нарушение правил охраны и использования недр», «Нарушение правил охраны рыбных запасов», «Незаконная охота», «Уничтожение или повреждение лесных насаждений», «Нарушение режима особо охраняемых природных территорий и природных объектов».

Важным институтом, обеспечивающим соблюдение требований законодательства и защиту прав физических и юридических лиц является **гражданско-правовая ответственность**.

ФЗ «Об охране окружающей среды» предусматривает [151, ст. 77, 79], что вред, причиненный окружающей среде в результате ее загрязнения, истощения, порчи, уничтожения, нерационального использования природных ресурсов, деградации и разрушения естественных экологических систем, природных комплексов и природных ландшафтов и иного нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, а также вред, причиненный здоровью и имуществу граждан негативным воздействием окружающей среды в результате хозяйственной и иной деятельности юридических и физических лиц, подлежит возмещению в полном объеме. Полное возмещение вреда предусматривает и Гражданский кодекс (ГК) РФ: «Вред, причиненный личности или имуществу гражданина, а так же вред, причиненный имуществу юридического лица, подлежит возмещению в полном объеме лицом, причинившим вред» [152, ст. 1064]; «юридическое лицо или гражданин возмещают вред, причиненный его работником при исполнении им трудовых (служебных, должностных) обязанностей» [152, ст. 1068]. Наряду с материальным вредом (ущербом) ГК рассматривает и вред моральный [153, ст. 151], т.е. физические или нравственные страдания, вызванные действиями, нару-

шающими личные неимущественные права либо посягающими на принадлежащие гражданину другие нематериальные блага.



### Список цитируемых источников

1. Исидоров В.А. Экологическая химия: учебник для вузов. – М.: Химиздат, 2001. – 304 с.
2. Келлер А.А., Кувакин В.И. Медицинская экология. – СПб.: «Петроградский и К°», 1988. – 256 с.
3. Суя Н.В., Островский Н.В. Видеоэкология: влияние окружающей среды через визуальное восприятие. //Материалы 9-ой межрегиональной научно-практической конференции «Региональные и муниципальные проблемы природопользования». Кирово-Чепецк: администрация г. Кирово-Чепецка, 2006, с. 152-153.
4. Сахаров В.К. Радиоэкология: учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2006. – 320 с.
5. Бурков Н.А. Прикладная экология. Учебное пособие для специалистов-экологов и студентов вузов. – Киров: Вятка, 2005. – 272 с.
6. Экологическое право: учебник по спец. и напр. юридического профиля./под. ред. С.А. Боголюбова. – М.: Высшее образование, 2007. – 485 с.
7. Лукьянчиков Н.Н., Потравный И.М. Экономика и организация природопользования. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 591 с.
8. Российская социологическая энциклопедия./под. общ. ред. Г.В. Осипова. – М.: Норма-Инфра-М, 1998. – 672 с.
9. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды. Словарь-справочник. – М.: Просвещение, 1992. – 318 с.
10. Экология: учебное пособие / под ред. В.В. Денисова. – М. – Ростов-на-Дону: Изд. Центр «МарТ», 2004. – 672 с.
11. Савенков В.Я. Новые представления о возникновении жизни на Земле. – Киев: Выща школа, 1991. – 231 с.
12. Бернал Дж. Возникновение жизни/Пер. с англ. Под ред. А.И. Опарина. – М.: Мир, 1969. – 392 с.
13. Кальвин М. Химическая эволюция: молекулярная эволюция, ведущая к возникновению живых систем на Земле и других планетах. – М.: Мир, 1971, 240 с.
14. Франк-Каменецкий М.Д. Самая главная молекула. – М.: Наука, ГРФМЛ, 1983. – 160 с.
15. Решетов Ю.Г. Природа Земли и происхождение человека. – М.: Мысль, 1966, 375 с.
16. Островский А.В. История цивилизаций. – Учебник – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2000. – 360 с.
17. Боккаччо Дж. Декамерон./ Пер. с итал. – М.: «ННН», 1994.
18. Мальтус Т. Опыт о законе народонаселения. – Петрозаводск: Петроком, 1993.
19. Капица С.П. Общая теория роста человечества: сколько жило, живёт и будет жить на Земле. – М.: Наука, 1999. – 190 с.
20. Об итогах Всероссийской переписи населения 2002 года. – М.: Госкомстат РФ, 2002. URL: <http://www.gks.PREPIS/report.htm>.
21. Россия в цифрах. 2009. Краткий статистический сборник. – М.: Росстат, 2008. – 525 с.
22. Население и глобализация. Под общей редакцией Н.М. Римашевской. М.: Наука, 2002.
23. Зыкин Д. Запад - лучший из Миров? //Альманах "Восток", N 8, ноябрь 2003 г. URL:[http://www.situation.ru/app/j\\_art\\_168.htm](http://www.situation.ru/app/j_art_168.htm).
24. International energy agency: World energy outlook 2006. – Paris: OESD/IEA, 2006. – 596 p.

25. Суя Н.В., Палкина Е.Л., Островский Н.В., Флегентов И.В. Сопоставление эколого-экономических характеристик различных видов топлива. // Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции "Наука – производство – технологии – экология". Киров: Вятский государственный университет, 2007, т. 5, с. 267-271.
26. Jan van Etinger. Sustainable use of energy: a normative energy scenario: 1990-2050.//Energy Policy, February, 1994.
27. Островский Н.В. Критерии устойчивого развития: национальные аспекты. //Проблемы региональной экологии, 2005, № 6, с. 21-23.
28. Анатомия энергошока.//Эксперт – украинский деловой журнал. 2008, № 29. URL: <http://expert.ua/articles/9/0/5841>.
29. National greenhouse gas inventory data for the period 1990-2005. FCCC/SBI/2007/30, 24.10.07.//Официальный интернет-сайт Рамочной конвенции ООН по изменению климата. URL: <http://unfccc.int/resource/docs/2007/sbi/eng/30.pdf>.
30. Sixth compilation and synthesis of initial national communications for Parties not included in Annex I to the Convention. Inventories of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases. FCCC/SBI/2005/18/Add.2, 25.10.05. //Там же. URL: <http://unfccc.int/resource/docs/2007/sbi/eng/18A02.pdf>.
31. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года. //Официальный интернет-сайт Министерства промышленности и энергетики РФ. 19.02.07. URL: <http://www.minprom.gov.ru/docs/strateg/1/print>.
32. Initial National Communication on Climate Change. The People's Republic of China. Beijing, 2004. URL: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/chnnc1e.pdf>.
33. Чмыр А.Ф., Островский Н.В. Оценка состояния растительного мира на территории г. Кирово-Чепецка. Отчёт о НИР. СПб: Санкт-Петербургская лесотехническая академия, 1994.
34. Келина Н.Ю., Безручко Н.В. Токсикология в таблицах и схемах. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. –144 с.
35. Стройков Ю.Н. Клиника, диагностика и лечение поражений отравляющими веществами. М.: Медицина, 1978. – 178 с.
36. Исидоров В.А. Введение в химическую экотоксикологию. Учебное пособие. – СПб.: Химиздат, 1999. – 144 с.
37. Королёв Р.В. Санитарно-химическая экспертиза воды и пищевых продуктов. – М.: Медицина, 1971. –144 с.
38. Эйхлер В. Яды в нашей пище: пер. с нем. – М.: Мир, 1993, 189 с.
39. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп: справ. изд./ под ред. В.А. Филова и др. – Л.: Химия, 1988.
40. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V-VIII групп: справ. изд./ под ред. В.А. Филова и др. – Л.: Химия, 1989.
41. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.7.2041-06.
42. Островский Н.В., Ефремов Н.А. Оценка загрязнения почв г. Кирово-Чепецка тяжелыми металлами. // Материалы 3-й научно-практической конференции "Муниципальные проблемы природопользования" (г. Кирово-Чепецк, 29-31 августа 1994 г.). – Кирово-Чепецк: Кировский областной комитет по охране природы, 1994, с. 55-58.
43. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. Санитарно - эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.1.6.1032-01.
44. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.6.1338-03.

45. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.6.1339-03
46. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.1.5.980-00
47. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03.
48. Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.1316-03.
49. Перечень рыбохозяйственных нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, используемых в рыбохозяйственных целях. – М.: изд-во ВНИРО, 1999. – 304 с.
50. Гигиенические критерии для обоснования необходимости разработки ПДК и ОБУВ (ОДУ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест, воде водных объектов. Гигиенические нормативы ГН 1.1.701-98.
51. Богданова Т.А. Общая биология в терминах и понятиях. – М.: Высшая школа, 1988. – 128 с.
52. Экологическая безопасность России. Вып. 4. Материалы Межведомственной комиссии Совета Безопасности Российской Федерации по экологической безопасности (сентябрь 1995 г. – апрель 2002 г.). – М: 2002.
53. Охрана окружающей среды в России: стат. сб./Росстат 0-92. М., 2008. – 253 с.
54. Проблемы охраны окружающей природной среды и природопользования./Под ред. Н.А. Буркова и В.В. Ширяева. – Киров: Госкомприроды Кировской области, 1998.
55. Совершенствование в развитии водного хозяйства региона.//Коллектив авторов под ред. Э.В. Парахонского. – Вологда, 2001.
56. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. Утверждена приказом МПР России от 17.12.2007, № 333.
57. Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н. Химия воды и микробиология: учебник для техникумов. – М.: Стройиздат, 1995. – 208 с.
58. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.4.1110-02.
59. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах. – Л.: Химия, 1979. – 160 с.
60. Постановление Правительства РФ от 30.12.06, № 881 «О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты».
61. Постановление Правительства РФ от 23.07.07 № 469 "О порядке утверждения нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей".
62. Методика расчёта предельно допустимых сбросов (ПДС) веществ в водные объекты со сточными водами. Государственный комитет СССР по охране природы, Всесоюзный научно-исследовательский институт по охране вод (ВНИИВО), Харьков, 1990.
63. Иванов О.В., Мелник Л.Г., Шепеленко А.Н. В борьбе с драконом «Когай»: опыт природопользования в Японии. М.: «Мысль», 1991 г., 236 с.

64. Гольдинов А.Л., Бедарева Л.И., Одинцова Н.И., Островский Н.В. Способ получения хлороформа. – Авторское свидетельство СССР № 1266129 от 22.06.86. Приоритет по заявке № 3715072 от 23.04.84.
65. Островский Н.В. Сброс сточных вод в коммунальную канализацию: принципы нормирования. // Экология и промышленность России, 2002, февраль, с. 31-34.
66. Канализация населённых мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика. / Н.И. Лихачёв, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др. – М.: Стройиздат, 1981 г., 639 с.
67. Шишкина С.В., Мамаев В.И., Масленикова И.Ю. Локальные методы очистки и рекуперации сточных вод гальванических производств. // Материалы 5-ой научно-практической конференции «Региональные и муниципальные проблемы природопользования». – Кирово-Чепецк: Госкомитет по охране окружающей среды Кировской области, 1998, с. 138.
68. Проектирование сооружений для очистки сточных вод (справочное пособие к СНиП)/ВНИИ ВОДГЕО. – М: Стройиздат, 1990.
69. Хранилов Ю.П. Экологические проблемы травяных участков в производстве печатных плат и возможные пути их решения. // Материалы 5-ой научно-практической конференции «Региональные и муниципальные проблемы природопользования». – Кирово-Чепецк: Госкомитет по охране окружающей среды Кировской области, 1998, с. 138.
70. Варламова С.И., Семёнов В.В., Климов Е.С. Очистка сточных вод и концентрированных растворов сернокислотного кадмирования. // Экология и промышленность России, 2006, февраль, с. 14-15.
71. Климов Е.С., Эврюкова М.Е., Абрамова Н.Н. Очистка сточных вод электрохимического цинкования. // Экология и промышленность России, 2005, декабрь, с. 24-26.
72. Цыцыктуева Л.А., Цыбикова Б.А., Ошорова Т.Г. Обезвреживание мышьяксодержащих сточных вод. // Экология и промышленность России, 2000, август, с. 35-36.
73. ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.99, № 96-ФЗ, в ред. ФЗ № 199-ФЗ от 31.12.05.
74. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при производстве металлопокрытий гальваническим способом (по величинам удельных показателей). Утверждена приказом Госкомэкологии России от 30.04.99, № 216.
75. Дымность отработавших газов. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния. ГОСТ Р 52160-2003.
76. Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). Ленинград: ГГО им. Войекова, 1987.
77. Прикладная экология: практикум по охране окружающей среды для специалистов экологов и студентов вузов. / Коллектив авторов под общей ред. Н.А. Буркова. – Киров: Госкомэкологии Кировской области, 1999. – 160 с.
78. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.
79. Правила эксплуатации установок очистки газа. Министерство химического и нефтяного машиностроения СССР, 1983.
80. Бретшнайдер Б., Курфюрст И. Охрана воздушного бассейна от загрязнений: технология и контроль. Пер. с англ. – Л.: Химия, 1989.
81. Юшин В.В., Лапин В.В., Попов В.М. Техника и технология защиты воздушной среды: учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2005. – 391 с.
82. Закон РФ «О недрах» № 2395-1 от 21.02.95 в ред. ФЗ № 58-ФЗ от 29.04.08.
83. ФЗ «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ от 24.06.98 в ред. ФЗ № 258-ФЗ от 08.11.07.

84. Приказ МПР России от 15.06.01, № 511, «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды».
85. Островский Н.В. Общее сопоставление существующих методик классификации токсичных отходов. //Материалы 10-ой межрегиональной научно-практической конференции «Региональные и муниципальные проблемы природопользования». Кирово-Чепецк: администрация г. Кирово-Чепецка, 2008, с. 46-51.
86. Об утверждении федерального классификационного каталога отходов. Приказ МПР РФ № 786 от 02.12.02 в ред. приказа МПР РФ от 30.07.03, № 663.
87. Денисов Д.Ю., Абдрахимов А.В., Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Использование солевых отходов от вторичной переработки алюминийсодержащих шламов в производстве керамических материалов.//Экология и промышленность России. 2008, март, с. 24-25.
88. Демьянов В.С. Комплексное использование промышленных отходов при получении дисперсно-армированных бетонов.//Экология и промышленность России. 2008, январь, с. 12-14.
89. Исаева-Парцвания Н.В., Сердюк А.М. Электрохимическая технология переработки свинцово-кислотных аккумуляторов. Перспективы использования.//Экология и промышленность России. 2008, сентябрь, с. 18-19.
90. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.7.1322-03.
91. Временные методические рекомендации по проведению инвентаризации мест захоронения и хранения отходов в Российской Федерации. Приложение к письму Минприроды России от 11.07.95, № 01-11/29-2002.
92. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию». СНиП 2.01.28-85. М.: Госкомитет СССР по делам строительства, 1985.
93. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. Утверждена Министерством строительства Российской Федерации 02.11.96, согласовано письмом Государственного комитета санитарно-эпидемиологического контроля Российской Федерации от 10.06.96, № 01-8/17-11.
94. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов. Санитарные правила СП 2.1.7.1038-01.
95. Дей М.К., Селбин Д. Теоретическая неорганическая химия. Пер. с англ. – М.: «Химия», 1971. – 416 с.
96. Ядерная энциклопедия./Под. ред. А.А. Ярошинской. – М.: Благотворительный фонд Ярошинской, 1996.
97. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества: справ. изд./ под ред. В.А. Филова и др. – Л.: Химия, 1990. – 464 с.
98. Химическая энциклопедия. М.: Изд-во «Большая Российская энциклопедия», 1992, т. 3.
99. Коттон Ф, Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. – М.: Мир, 1969. – 592 с.
100. Яблоков А.В. Атомная мифология. Заметки эколога об атомной индустрии.//Бюллетень комиссии по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского № 13. М.: Наука, 1995.
101. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков)/Колл. авторов под ред. Т.Я. Ашихминой и М.А. Зайцева. – Киров: «Вятка», 2001. – 416 с.

102. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учебное пособие в двух частях. Часть 2. Специальная./Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин, В.В. Меньшиков и др. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 337 с.

103. Инструкция по заполнению формы федерального государственного статистического наблюдения № 2-тп (воздух) "Сведения об охране атмосферного воздуха". Утверждена постановлением Госкомстата РФ от 29.09.2000, № 90 в ред. постановлений Госкомстата РФ от 27.07.01, № 53 и от 05.08.05, № 56.

104. Инструкция о порядке составления статистического отчета об использовании воды по форме № 2-тп (водхоз). Утверждена ЦСУ СССР 24.07.85, № 42/4, по согласованию с Минводхозом СССР, Госкомгидрометом и Мингео СССР.

105. ФЗ «О введении в действие Водного кодекса Российской Федерации» № 73-ФЗ от 03.06.06 в ред. ФЗ № 118-ФЗ от 14.07.08.

106. Порядок ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества. Утверждён Приказом МПР РФ № 311 от 29.11.07.

107. Порядок по заполнению и представлению формы федерального государственного статистического наблюдения № 2-тп (отходы) «Сведения об образовании, использовании, обезвреживании, транспортировании и размещении отходов производства и потребления». Утвержден Постановлением Росстата от 17.01.05, № 1, по согласованию с Ростехнадзором.

108. Водный кодекс РФ. ФЗ № 74-ФЗ от 03.06.06 в ред. ФЗ № 118-ФЗ от 14.07.08.

109. Методическое пособие по расчёту, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное). СПб.: НИИ «Атмосфера», 2005.

110. Положение об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга). Утверждено постановлением Правительства РФ от 31.03.03, № 177.

111. Постановление Правительства РФ «Об утверждении положения об осуществлении государственного мониторинга земель» № 846 от 28.11.02.

112. Положение о лесопатологическом мониторинге. Утверждено Федеральной службой лесного хозяйства России 12.09.97.

113. Приказ МПР РФ «Об утверждении порядка организации и осуществления лесопатологического мониторинга» № 174 от 09.07.07.

114. Постановление Правительства РФ «О порядке ведения государственного учета, государственного кадастра и государственного мониторинга объектов животного мира» № 1342 от 10.11.96.

115. Постановление Правительства РФ «О создании отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов» № 226 от 26.02.99 в ред. ПП РФ от 15.07.03, № 425 и от 14.12.06, № 767.

116. Приказ МПР РФ «Об утверждении положения о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации» № 433 от 21.05.01.

117. Постановление Правительства РФ «О федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» № 372 от 23.07.04 в ред. ПП № 404 от 29.05.08.

118. Постановление Правительства РФ «Об утверждении положения о проведении социально-гигиенического мониторинга» № 60 от 02.02.06.

119. Ашихмина Т.Я. Научно-методологические основы организации и управления системой комплексного экологического мониторинга ОУХО.//Материалы 7-ой научно-

практической конференции «Региональные и муниципальные проблемы природопользования». – Киров: ВятГУ, 2002, с. 73-74.

120. Экономическая теория: учебник./ Кол. авторов под ред И.П. Николаевой. – М.: Проспект, 2000. – 448 с.

121. Налоговый кодекс РФ, часть первая от 31.07.98, № 146-ФЗ, в ред. ФЗ № 137-ФЗ от 04.11.05.

122. Закон РФ «О плате за землю» от 11.10.91, № 1738-1, в ред. ФЗ № 186-ФЗ от 23.12.03.

123. Налоговый кодекс РФ, часть вторая от 05.08.2000, № 117-ФЗ, в ред. ФЗ № 276-ФЗ от 30.12.06.

124. Лесной кодекс РФ от 04.12.06, № 200-ФЗ, в ред. ФЗ № 143-ФЗ от 22.07.08.

125. Постановление Правительства РФ от 22.05.07, № 310 «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности», в ред. Постановлений Правительства РФ от 30.06.07 № 419, от 06.05.08 №, 363.

126. Татаркин А.И., Татаркин Д.А. Саморазвивающиеся регионы: макроэкономические условия формирования и механизмы функционирования.//Научный эксперт. Научный электронный журнал. 2009, № 1-2, с. 32-53. URL: <http://www.rusrand.ru>.

127. Определение Конституционного Суда РФ от 10 декабря 2002 г., N 284-О. //Интернет-сайт «АКДИ: экономика и жизнь». URL: [http://www.akdi.ru/scripts/guestb/gb\\_main.php](http://www.akdi.ru/scripts/guestb/gb_main.php).

128. Постановлением Правительства РФ от 08.08.92, № 632, «Об утверждении порядка определения платы и её предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия», в ред. ПП РФ от 14.06.01, № 463, с изменением, внесённым решением Верховного Суда РФ от 12.02.03, № ГКПИ 03-49.

129. Постановление Правительства РФ от 12.06.03, № 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», ред. ПП РФ от 01.07.05, № 410.

130. ФЗ «О федеральном бюджете на 2009 год и плановый период 2010 и 2011 годов», от 26.11.08, № 204-ФЗ.

131. Бюджетный кодекс РФ от 31.07.98, № 145-ФЗ, в ред. ФЗ № 127-ФЗ от 12.10.05, ст. 51, 57, 62.

132. Постановление Правительства РФ «Об утверждении положения о федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека» от 30.06.04, № 332.

133. Бюджетный кодекс РФ от 31.07.98, № 145-ФЗ, в ред. ФЗ № 127-ФЗ от 12.10.05.

134. Постановление Правительства Кировской области «Об освобождении от платы за загрязнение окружающей природной среды» от 07.07.03, № 47/184, в ред. от 09.08.05, № 40/193.

135. Постановление главы администрации города Кирово-Чепецка № 71 от 19.12.05.

136. Постановление Правительства РФ «О взимании платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населённых пунктов» от 31.12.95, № 1310

137. ФЗ «Об исполнении федерального бюджета за 2007 г.» от 03.12.08, № 228-ФЗ.

138. Распоряжение администрации города Кирова от 25.02.05, № 906 «О порядке приёма сточных вод в систему муниципальной канализации муниципального образования «Город Киров»».
139. Постановление Правительства РФ от 31.12.95, № 1310 «О взимании платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населённых пунктов».
140. Постановление правительства Кировской области от 03.02.04, № 1/6 «О порядке взимания платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населённых пунктов области».
141. Заочный курс экологического менеджмента для работников городских самоуправлений России и Украины (Пилотный проект TACIS и ICLEI)/ в трёх томах. г. Сумы: «Манускрипт», 1996.
142. Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации. Утв. приказом Госкомэкологии РФ № 372 от 16.05.2000.
143. ФЗ «Об экологической экспертизе» от 23.11.95, № 174-ФЗ, в ред. ФЗ от 08.12.06, № 232-ФЗ.
144. ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 08.08.01, № 128-ФЗ, в ред. ФЗ от 06.12.07, № 334-ФЗ.
145. ФЗ «О техническом регулировании» от 27.12.02, № 184-ФЗ, в ред. ФЗ от 01.12.07, № 309-ФЗ.
146. ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97, № 116-ФЗ, в ред. от 18.12.06, ФЗ № 232-ФЗ.
147. Общие правила по проведению аккредитации в Российской Федерации. Утверждены постановлением Госстандарта России от 30.12.99, № 72.
148. Трудовой Кодекс РФ от 21.12.01, № 197-ФЗ, в ред. ФЗ от 30.12.08, № 313-ФЗ.
149. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.01, № 195-ФЗ, в ред. ФЗ от 22.07.08, № 148-ФЗ.
150. Уголовный кодекс РФ от 13.06.06, № 63-ФЗ, в ред. ФЗ от 09.04.07, № 42-ФЗ.
151. ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.02, № 7-ФЗ, в ред. ФЗ от 31.12.05, № 199-ФЗ.
152. Гражданский кодекс РФ, часть вторая, от 26.01.96, № 14-ФЗ, в ред. ФЗ от 26.01.07, № 5-ФЗ.
153. Гражданский кодекс РФ, часть первая, от 30.11.94, № 51-ФЗ, в ред. ФЗ от 05.02.07, № 13-ФЗ.
154. Хранилов Ю.П. Экология и гальванотехника: проблемы и решения. Учебное пособие. – Киров, изд-во ВятГУ, 2000. – 97 с.
155. Куц Е.В. Определение класса опасности отхода./Методические указания. Киров: ВятГУ, 2005. – 18 с.
156. Постановление Правительства РФ «Об утверждении положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов» № 219 от 10.04.07.



## ПРИЛОЖЕНИЯ

### ***1. Примерный перечень вопросов к контрольным работам***

1. Определения понятия «экология» и вопросы, ею изучаемые.
2. Схема материальных потоков в биосфере.
3. Схема материальных потоков в антропосистеме.
4. Глобальные экологические кризисы в истории человечества.
5. Глобальные проблемы экологии.
6. Проблема народонаселения.
7. Проблема истощения энергоресурсов.
8. Проблема изменения глобального климата.
9. Проблема «озоновых дыр».
10. Проблема сохранения биологического разнообразия.
11. Определение понятия «токсичность» и виды токсического воздействия.
12. Определение и виды предельно-допустимых концентраций.
13. Понятие «норматив допустимого сброса».
14. Классификация сточных вод
15. Способы очистки сточных вод.
16. Понятие «предельно-допустимый выброс».
17. Типы аппаратов, используемых для очистки газов.
18. Основные требования Правил эксплуатации установок очистки газов.
19. Определения понятий «литосфера», «земля», «почва», «недра».
20. Виды деятельности по обращению с отходами.
21. Основные способы утилизации отходов.
22. Основные способы обезвреживания отходов.
23. Виды объектов для захоронения отходов.
24. Организация работ на полигоне ТБО.
25. Виды спонтанной радиоактивности.
26. Виды радиационноопасной деятельности.
27. Виды деятельности, при которых образуются радиоактивные отходы.
28. Классификация радиоактивных отходов.
29. Классификация методов и средств управления.
30. Информационные методы управления.
31. Коммуникативные методы управления.
32. Экономические методы управления.
33. Нормативные методы управления.
34. Виды планирования.
35. Объекты экологического мониторинга.
36. Содержание производственного экологического контроля.
37. Объекты производственного лабораторного экологического контроля.
38. Определение понятия «Оценка воздействия на окружающую среду».
39. Какие разделы включает ОВОС?
40. Плата за негативное воздействия на окружающую среду.
41. Виды ответственности за нарушения природоохранного законодательства.
42. Основные элементы административного производства.
43. Задача по расчёту платы за негативное воздействия на окружающую среду.
44. Задача по расчёту НДС.
45. Задача по расчёту интенсивности выброса.
46. Задача по расчёту приземной концентрации.

## II. Задачи по расчёту выбросов загрязняющих веществ.

Для расчета выбросов ЗВ используются различные инструкции, согласованные со специально уполномоченными на то государственными органами в области охраны атмосферного воздуха. Для выбора подходящей инструкции (методики) можно воспользоваться, например, «Перечнем документов по расчету выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферный воздух, действующих в 2001 - 2002 годах», утвержденным первым заместителем Министра природных ресурсов РФ 25.04.01.

Общим свойством всех инструкций является наличие показателя удельного образования ЗВ в конкретном технологическом процессе или содержания ЗВ в отходящих газах.

Удельные показатели образования ЗВ могут быть отнесены к единице времени, единице сырья (топлива) или готовой продукции. В случае автотранспорта существуют пробеговые выбросы, отнесённые к единице пути, пройденной автотранспортом. Необходимо ещё раз подчеркнуть, что удельные показатели относятся к конкретным типам (маркам) оборудования, технологических процессов и видам сырья и не могут, без должного обоснования, быть перенесены на другие объекты.

Для специальности «технология электрохимических производств» целесообразно предложить задачи по расчёту выбросов ЗВ при электрохимической обработке металлов. Расчёт величины выброса осуществляется по уравнению (4.2). Студенту задаётся наименование технологического процесса, площадь поверхности ванны, наличие (отсутствие) в растворе ПАВ и длина газоида. Студент должен в таблице VI.1 найти данный технологический процесс, наименование ЗВ и величину удельного выброса, а по рисунку VI.1 – величину  $K_a$  и произвести необходимые вычисления.

## III. Задачи по расчёту приземных концентраций

Расчёт приземной концентрации осуществляется по формуле (4.1).

Студенту выдаются значения: расхода пылегазовой смеси из источника выброса, концентрация в ней ЗВ, высоты источника, температуры пылегазовой смеси и наружного воздуха, коэффициентов  $F$ ,  $m$ ,  $n$  и  $\eta$ . Величины коэффициентов  $m$  и  $n$  в зависимости от  $V_1$ ,  $H$ ,  $D$  и  $\Delta T$  приведены в табл. III.1.

Таблица III.1

Значения коэффициентов  $n$  и  $m$  для различных параметров источника выбросов

Значения параметров				Значения коэффициентов	
$V_1, \text{м}^3/\text{с}$	$H, \text{м}$	$D, \text{м}$	$\Delta T, \text{°C}$	$n$	$M$
5	20	0,2	80	1,000	1,450
5	10	0,2	15	1,024	1,377
5	20	0,2	15	1,292	1,419
5	140	0,2	15	2,093	1,473
10	20	0,2	80	1,000	1,426
10	20	0,1	15	1,024	1,456
10	20	0,2	15	1,024	1,377
10	20	0,3	15	1,024	1,274
10	60	0,2	15	1,503	1,436
10	60	0,2	80	1,000	1,289

Найдя величину максимальной приземной концентрации в  $\text{мг}/\text{м}^3$  студент должен выразить её в единицах ПДК<sub>МР</sub>, воспользовавшись приложением VII.

В зависимости от условий проведения занятий студентам можно поручить самостоятельно рассчитать величины коэффициентов  $m$  и  $n$ , используя уравнения, приведёнными в [77] (или в пособии «Куц Е.В. Практикум по экологии. – Киров, ВятГУ, 2004», которое доступно в электронном виде), а также найти нужные значения коэффициента  $F$  исходя из условий газоочистки.

#### **IV. Задачи по расчёту нормативов допустимых сбросов**

Целью задач является расчёт концентраций ЗВ в сточных водах, соответствующих нормативам НДС. Расчёт концентраций осуществляется на основании уравнения (3.2). При этом в качестве исходных данных студенту выдаются наименования ЗВ и их содержание в фоновом створе, расход сточных вод и сток водоёма – приёмника сточных вод, категория водоёма и условия выпуска сточных вод. Задачи могут иметь различный уровень сложности.

В упрощённом виде кратность разбавления сточных вод вычисляется исходя из материального баланса. При необходимости вычисления кратности начального и конечного разбавления ( $n_H$  и  $n_O$ ) нужно обратиться к соответствующим уравнениям, приведённым в методике [56] (или в пособии «Куц Е.В. Практикум по экологии. – Киров, ВятГУ, 2004», которое доступно в электронном виде).

Другим критерием сложности является учёт в расчётах суммации токсического воздействия ЗВ с учётом лимитирующих признаков вредности.

Нормативы ПДК некоторых распространённых ЗВ, их классы опасности и лимитирующие признаки вредности приведены в приложении VII.

#### **V. Задачи по расчёту платы за негативное воздействие на окружающую среду**

Методология расчёта платы за негативное воздействие на окружающую среду изложена в разд. 7.4. В общем виде плата за выброс, сброс или размещение в виде отхода  $i$ -того вещества может быть вычислена по уравнению:

$$P_{i,j} = N_{i,j} M_{i,j} K_{ES,j} K_{Ind} K_R, \text{ где:}$$

$N_{i,j}$  – норматив платы за  $j$ -тый вид воздействия (выброс, сброс, размещение в виде отхода)  $i$ -того вещества в пределах установленных нормативов, руб./т;

$M_{i,j}$  – масса  $i$ -того вещества при  $j$ -том виде воздействия (выброс, сброс, размещение в виде отхода, в пределах установленных нормативов (ПДВ, НДС), в пределах установленных лимитов, сверхлимитные);

$K_{ES,j}$  – коэффициент экологической ситуации в отношении  $j$ -того вида воздействия (для атмосферного воздуха, водных объектов, почв (применяется для расчёта платы за размещение отходов), для населённых пунктов, особо охраняемых природных территорий, различных природно-коиматических зон);

$K_{Ind}$  – коэффициент индексации к нормативам платы; устанавливается ежегодно законом о федеральном бюджете на текущий год;

$K_R$  – коэффициент к нормативу платы в зависимости от соблюдения установленных нормативов воздействия:

$K_R = 1$ , если  $M_{ij}$  меньше либо равно нормативу ПДВ, НДС, лимиту на размещение отхода;

$K_R = 5$ , если  $M_{ij}$  больше норматива ПДВ, НДС, лимита на размещение отхода, но меньше либо равно нормативу временно согласованного выброса (ВСВ), временно согласованного сброса (ВСС);

$K_R = 25$ , если  $M_{ij}$  больше норматива ВСВ, ВСС, либо больше норматива ПДВ, НДС при отсутствии нормативов ВСВ (ВСС), либо в случае аварийного выброса (сброса) ЗВ.

В качестве исходных данных студенту выдаётся масса выброса (сброса, отхода) ЗВ и установленные по данному ЗВ нормативы ПДВ, НДС, ВСВ, ВСС, лимит на размещение отхода. Студент должен самостоятельно, воспользовавшись приложением VIII найти нормативы платы, коэффициенты экологической ситуации и индексации, разбить общую массу ЗВ на составляющие (в пределах ПДВ (НДС, лимита на размещение отхода), в пределах ВСВ (ВСС), сверхлимитную) и произвести вычисления.

В задачах по расчёту платы за размещение отходов нужно учитывать условия, предусматривающие снижение размера платы.

### **VI. Извлечения из методики расчёта выбросов ЗВ при производстве металлопокрытий**

(Извлечения из «Методики расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при производстве металлопокрытий гальваническим способом (по величинам удельных показателей)», утвержденной приказом Госкомитета РФ по охране окружающей среды № 216 от 30.04.99).

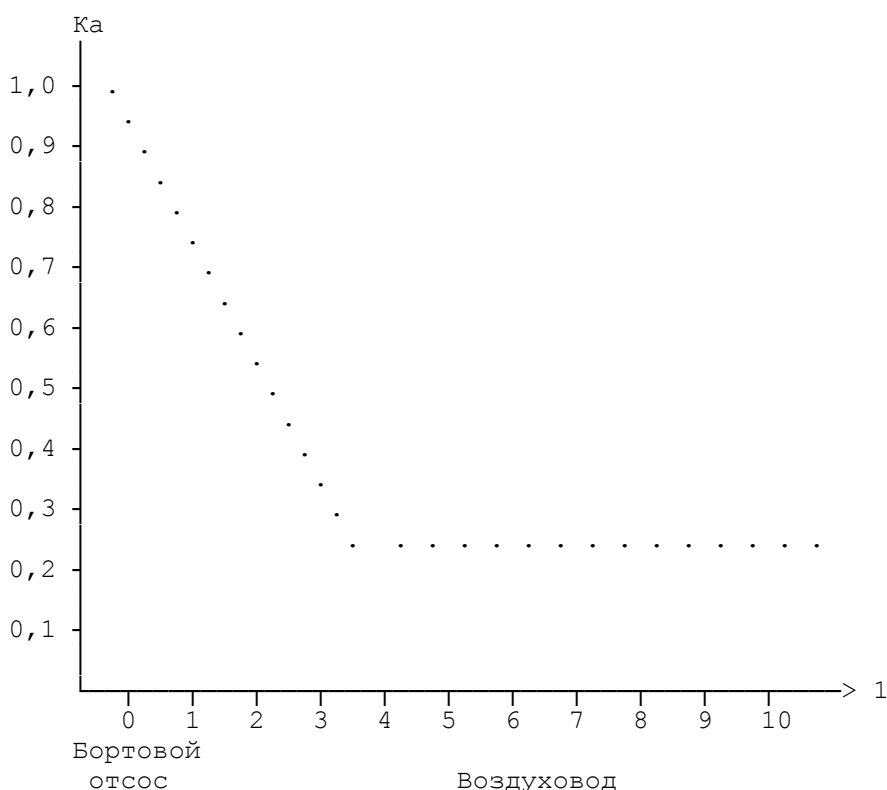


Рисунок VI.1. График снижения относительного содержания аэрозоля загрязняющих веществ в удаляемом воздухе по пути его движения

Величины удельных выделений (выбросов) загрязняющих веществ  
от ванн при гальванических (электрохимических) покрытиях поверхностей изделий

Наименование технологической операции	Основной компонент		Температура, град. С	Плотность тока, А / кв. дм	Выделяемое загрязняющее вещество		
	наименование или формула	содержание г/л			наименование или формула	агрег. сост. а - аэрозоль п - пар	величина удельного выделения, г/(с x кв. м)
1	2	3	4	5	6	7	8
Анодирование в: ангидриде хромовом	CrO3	55	37 - 41	0,3 - 0,4	CrO3		-3 0,28 x 10
кислоте: серной	H2SO4	200	18 - 25	1,5	H2SO4		-3 1,53 x 10
щавелевой	H2CrO4	60	18 - 25	15 - 20	H2CrO4		-3 0,56 x 10
Золочение	KCN	15	18 - 25	0,1 - 0,3	HCN		-4 0,28 x 10
Кадмирование: аммиакатное	NH4SO4	280	18 - 25	0,8 - 1,2	NH4SO4		-3 2,78 x 10
цианистое	NaCN	120	18 - 25	1 - 2	HCN		-3 0,92 x 10
Латунирование	NaCN	12	50	0,3 - 0,5	HCN		-3 0,08 x 10
	CuCN	14					
Лужение: кислое	H2SO4	100	15 - 30	1 - 2	H2SO4		-3 6,39 x 10
							-3

1	2	3	4	5	6	7	8
Меднение: аммиачатное	NH4OH	180	18 - 25	0,7 - 2,0	NH4OH		-3 5,00 x 10
борфтористово- дородное	Cu (BF4) 2	62	18 - 25	5,0 - 20	Cu (BF4) 2		-3 5,94 x 10
пирофосфатное	K4P2O7	450	50 - 60	1,0 - 2,5	K4P2O7		-3 5,11 x 10
цианистое	NaCN	26	45 - 55	0,5 - 4	HCN		-3 0,14 x 10
этилендиамино- вое	Этилендиамин	60	18 - 25	1,5 - 2,0	Этилендиамин		-3 1,67 x 10
Никелирование: борфтористово- дородное	HBF4	20	18 - 25	1 - 2	HBF4		-3 0,44 x 10
кислое	NiSO4	200	40 - 42	0,5 - 0,8	NiSO4		-3 2,78 x 10
Обезжиривание электрохими- ческое	NaOH	85	70 - 80	5 - 10	NaOH	a	-3 5,56 x 10
Оксидирование меди электро- химическое	NaOH	200	80 - 90	1,5 - 2,5	NaOH		-3 16,67 x 10
Покрытие спла- вом: медь - олово - "белая бронза"	NaCN	17	60 - 70	2 - 3	HCN		-3 0,22 x 10
олово - никель	NiCl2	300	60 - 65	1,0 - 1,5	NiCl2		-3 6,67 x 10

1	2	3	4	5	6	7	8
олово - цинк	NH4F	65	60 - 65	1,0 - 1,5	NH4F		1,39 x 10 <sup>-3</sup>
	KCN	50	65 - 70	2	HCN		0,69 x 10 <sup>-3</sup>
ПОС	HBF4	75	18 - 25	3 - 4	HBF4		2,78 x 10 <sup>-3</sup>
Серебрение цианистое: предварительное	KCN	95	18 - 25	1,0	HCN		2,36 x 10 <sup>-3</sup>
окончательное	KCN	105	18 - 25	0,3 - 1,0	HCN		1,11 x 10 <sup>-3</sup>
Снятие недобро- качественного покрытия (со стальных дета- лей) :							
никелевого	H2SO4	1100	18 - 25	5 - 10	H2SO4		2,78 x 10 <sup>-3</sup>
хромового	NaOH	85	70 - 80	5 - 10	NaOH		5,56 x 10 <sup>-3</sup>
Хромирование	CrO3	250	48 - 53	15 - 25	CrO3		0,31 x 10 <sup>-3</sup>
Цинкование: аммиакатное	NH4Cl	270	18 - 25	1,0 - 1,5	NH4Cl		1,94 x 10 <sup>-3</sup>
цианистое	NaCN	120	18 - 25	1 - 5	HCN		0,31 x 10 <sup>-3</sup>
Электрополиро- вание :							
алюминия	H3PO4	1400	80 - 95	10 - 30	H3PO4		0,16
меди	H3PO4	1200	30 - 40	20 - 50	H3PO4		0,10
никеля	H2SO4	1100	50	30	H2SO4		0,09
стали	H3PO4	1265	70 - 90	35 - 80	H3PO4		0,22
Эноталирование	TiO(K2CrO4)2	40	50 - 60	3	TiO(K2CrO4)2		0,28 x 10 <sup>-3</sup>

## VII. Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ

Таблица VII.1

Предельно-допустимые концентрации отдельных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест [44]

Наименование ЗВ	ПДК, мг/м <sup>3</sup>		Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности
	Максимально-разовая	Средне-суточная		
Азота диоксид	0,4	0,06	Рефлекторный	3
Аммиак	0,2	0,04	Рефл.-рез.	4
Бенз(а)пирен	-	1·10 <sup>-7</sup>	Рез.	1
Бензин (нефтяной мало-сернистый, в пересчёте на углерод)	5	1,5	Рефлекторно-резорбутивный	4
Взвешенные вещества <sup>а)</sup>	0,5	0,15	Резорбутивный	3
Висмута оксид	-	0,05	Резорбутивный	3
Водород хлористый	0,2	0,1	Рефлекторно-резорбутивный	2
Водород цианистый	-	0,01	Резорбутивный	2
Диоксины <sup>б)</sup>	-	0,5 пг/м <sup>3</sup>	Резорбутивный	1
Кадмия сульфат (в пересчёте на кадмий)	-	0,0003	Резорбутивный	1
Кобальта сульфат (в пересчёте на кобальт)	0,001	0,0004	Резорбутивный	2
Меди сульфат (в пересчёте на медь)	0,003	0,001	Резорбутивный	2
Мышьяк и его неорганические соединения (в пересчёте на мышьяк)	-	0,0003	Резорбутивный	2
Никеля сульфат (в пересчёте на никель)	0,002	0,001	Резорбутивный	1
Олова сульфат (в пересчёте на олово)	-	0,02	Резорбутивный	3
Пыль выбросов табачных фабрик (с сод. никотина до 2,7% в пересчёте на никотин)	0,008	0,0004	Рефлекторно-резорбутивный	4
Пыль неорганическая сод. двуокси кремния: более 70% (динас и др.) от 20 до 70% (шамот) менее 29% (доломит)	0,015	0,05	Резорбутивный	3
	0,3	0,1	То же	3
	0,5	0,15	То же	3
Пыль полиметаллическая свинцово-цинкового производства (с сод. свинца до 1%)	-	0,0001	Резорбутивный	1
Пыль хлопковая	0,2	0,05	Резорбутивный	3



Ртуть	-	0,0003	Резорбутивный	3
Свинец и его неорганические соединения (в пересчёте на свинец)	0,001	0,0003	Резорбутивный	1
Серы диоксид	0,5	0,05	Рефлекторно-резорбутивный	3
Углерод	0,15	0,05	Резорбутивный	3
Углерода оксид	5	3	Резорбутивный	4
Фтористые газообразные соединения в пересчёте на фтор:				
Водород фтористый	0,02	0,005	Рефлекторно-резорбутивный	2
Кремния тетрафторид	0,02	0,005	Рефлекторно-резорбутивный	2
Цинка сульфат (в пересчёте на цинк)	-	0,008	Резорбутивный	2
Этанол	5	-	Рефлекторный	4

Примечания:

а) Недифференцированная по составу пыль (аэрозоль), содержащаяся в воздухе населенных пунктов. ПДК взвешенных веществ не распространяется на аэрозоли органических и неорганических соединений (металлов, их солей, пластмасс, биологических, лекарственных препаратов и др.), для которых устанавливаются соответствующие ПДК.

б) В пересчёте на 2,3,7,8-тетрахлордибензо-1,4-диоксин.

Таблица VII.2

Предельно-допустимые концентрации отдельных загрязняющих веществ в водоёмах хозяйственно-бытового [46, 47] и рыбохозяйственного назначения [49].

Наименование ЗВ	Хозяйственно-питьевые водоёмы		Рыбохозяйственные водоёмы		Класс опасности
	ПДК	ЛПВ	ПДК	ЛПВ	
Аммиак	1,5 <sup>а)</sup>	Орг. Зап.	0,05	Токс	4
Аммоний-ион	1,5 <sup>а)</sup>	Орг. Зап.	0,5	Токс	4
БПК <sub>Полн</sub> (биохимическое потребление кислорода)	2 <sup>б), в)</sup> 4 <sup>б), г)</sup>		3		
Взвешенные вещества	+0,25 <sup>д), в)</sup> +0,75 <sup>д), г)</sup>		+0,25 <sup>д), е)</sup> +0,75 <sup>д), ж)</sup>		
Висмут	0,1	Токс.	Не устан.		2
Водородный показатель	6,5-8,5		6,5-8,5		
Железо	0,3	Орг. Окр.	0,1	Токс	4
Кадмий <sup>3)</sup>	0,001	Токс.	0,005	Токс	2
Кобальт <sup>3)</sup>	0,1	Сан.-токс.	0,01	Токс	2, 3
Медь <sup>3)</sup>	1	Орг. Привк.	0,001	Токс	3
Метанол	3	Сан.-токс.	0,1	Сан-токс	2, 4
Минерализация	1000		и)		
Мышьяк <sup>3)</sup>	0,01	Сан.-токс.	0,05	Токс	1, 3
Натрий	200	Сан.-токс.	120	Токс	2, 4

Никель <sup>3)</sup>	0,02	Сан.-токс.	0,01	Токс	2, 3
Нитрат-ион	45	Сан.-токс.	40	Сан-токс	3, -
Нитрит-ион	3,3	Сан.-токс.	0,08	Токс	2, -
Олово <sup>3)</sup>	Не уст.		0,112	Токс	4
ОП-7 <sup>к)</sup>	0,1	Орг. Пена	0,3	Токс	4, 3
Полиакриламид неионогенного типа	Не уст.		0,01	Токс	3
Пропанол-2	Не уст.		0,01	Токс	3
Растворённый кислород			>6 <sup>е)</sup> >4 <sup>ж)</sup>		
Ртуть <sup>3)</sup>	0,0005	Сан.-токс.	Отсутствие (0,00001)	Токс	1
Серебро			Не устан.		
Свинец <sup>3)</sup>	0,01	Сан.-токс.	0,008	Токс	2
Сульфат-ион	500	Орг. Пена	100	Сан-токс	4
Углеродное волокно высокомолекулярное	Не уст.		0,01	Токс	3
Фторид-ион	1,5 <sup>л)</sup> 1,2 <sup>м)</sup> 0,7 <sup>н)</sup>	Сан.-токс.	+0,05 <sup>л)</sup> , но не более 0,75	Токс	2, 3
Хлорид-ион	350	Орг. привк.	300	Сан-токс	4
ХПК (химическое потребление кислорода)	15 <sup>в)</sup> 30 <sup>г)</sup>		Не устан.		
Хром +3	0,5	Сан.-токс.	0,07	Токс	3
Хром +6	0,05	Сан.-токс.	0,02	Токс	3
Цианид-ион	0,035	Сан.-токс.	0,05	Токс	2, 3
Цинк <sup>3)</sup>	1	Общ.	0,01	Токс	3
Этанол	Не устан.		0,01	Токс	3

Примечания:

а) по азоту.

б) БПК<sub>5</sub>.

в) для водоёмов питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.

г) для рекреационного водопользования, а также в черте населённых пунктов. Для водных объектов, содержащих в межень более 30 мг/л природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5%. Взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются [46].

д) В дополнение к фону.

е) Для водоёмов высшей и первой рыбохозяйственной категории.

ж) Для водоёмов второй рыбохозяйственной категории.

з) Валовое содержание всех растворимых форм.

и) нормируется согласно таксации рыбохозяйственных водных объектов.

к) Полиэтиленгликолевые эфиры моно- и диалкилфенолов – поверхностно-активное вещество.

л) для I-II климатических районов.

м) для III климатического района.

<sup>н)</sup> для IV климатического района.  
 Лимитирующие признаки вредности:  
 сан.-токс. – санитарно-токсикологический;  
 токс. – токсикологический;  
 общ. – общесанитарный;  
 орг. – органолептический:  
 зап. – запах,  
 привк. – привкус,  
 окр. – окраска.

Таблица VII.3

Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве [41]

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/кг, с учётом фона	Лимитирующий показатель вредности
<i>Валовое содержание</i>		
Бенз(а)пирен	0,02	Общесанитарный
Ванадий	150	Общесанитарный
Ванадий + марганец	100 + 1000	Общесанитарный
Марганец	1500	Общесанитарный
Мышьяк <sup>1)</sup>	2,0	Транслокационный
Нитраты	130	Водно-миграционный
Ртуть	2,1	Транслокационный
Свинец <sup>1)</sup>	32	Общесанитарный
Свинец + ртуть	20 + 1,0	Транслокационный
Серная кислота (по S)	160	Общесанитарный
Суперфосфат (по P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	200	Транслокационный
Сурьма	4,5	Водно-миграционный
Хром шестивалентный	0,05	Общесанитарный
<i>Подвижная форма</i>		
Кобальт <sup>2)</sup>	5,0	Общесанитарный
Медь <sup>3)</sup>	3,0	Общесанитарный
Никель <sup>3)</sup>	4,0	Общесанитарный
Свинец <sup>3)</sup>	6,0	Общесанитарный
Фтор <sup>4)</sup>	2,8	Транслокационный
Хром трёхвалентный <sup>3)</sup>	6,0	Общесанитарный
Цинк <sup>3)</sup>	23	Транслокационный
<i>Водорастворимая форма</i>		
Фтор	10	Транслокационный

Примечания:

<sup>1)</sup> Нормативы мышьяка и свинца для разных типов почв представлены как ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) в другом документе.

<sup>2)</sup> Подвижная форма кобальта извлекается из почвы ацетатно-натриевым буферным раствором с рН 3,5 и рН 4,7 для сероземов и ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8 для остальных типов почв.

<sup>3)</sup> Подвижная форма элемента извлекается из почвы ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8.

<sup>4)</sup> Подвижная форма фтора извлекается из почвы с рН ≤ 6,5 0,006н HCl, с рН > 6,5 - 0,03н K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

### **VIII. Нормативы платы за негативное воздействие на окружающую среду**

(Извлечения из Постановления Правительства РФ от 12.06.03, № 344 (в ред. Постановления Правительства РФ от 01.07.05, № 410) «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»)

#### 1) Нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными источниками (в пределах установленных допустимых нормативов выбросов), руб./т

1. Азота диоксид	52
2. Азота оксид	35
7. Алюминий оксид (в пересчете на алюминий) *)	205
8. Аммиак	52
10. Аммиачная селитра	7,5
12. Ангидрид серный (серы триоксид), ангидрид сернистый (серы диоксид), кислота серная *)	21
16. Ангидрид фосфорный	41
17. Анилин	68
18. Ацетон	6,2
22. Белок пыли белково-витаминного концентрата (БВК)	2049
23. Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен)	2049801
24. Бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод)	1,2
26. Бензол	21
28. Бутилацетат	21
33. Ванадия пятиоксид	1025
34. Взвешенные твердые вещества (нетоксичные соединения, не содержащие полициклических ароматических углеводородов, металлов и их солей, диоксида кремния)	13,7
40. Водород хлористый (соляная кислота)	11,2
41. Водород цианистый (водорода цианид, синильная кислота)	205
61. Дихлорэтан *)	5
65. Железа оксиды (в пересчете на железо) *)	52
66. Железа трихлорид (в пересчете на железо)	513
68. Зола углей: подмосковного, печорского, кузнецкого, экибастузского, марки Б1 бабаевского и тюльганского месторождений *)	7
69. Зола прочих углей *)	103
75. Кадмий оксид, кадмий сульфат (в пересчете на кадмий) *)	6833
80. Керосин	2,5
81. Кислота азотная	13,7
94. Кремний диоксид *)	21
96. Кобальта оксид	2050
100. Марганец и его неорганические соединения (в пересчете на диоксид марганца)	2050
101. Меди сульфат хлорид (в пересчете на медь)	2050

102. Медь (оксид меди, в пересчете на медь)	1025
106. Метан, в том числе в составе нефтяного (попутного) газа, сжигаемого факельными установками *)	50
109. Метилмеркаптан	20498
113. Натр едкий (гидрат оксида натрия, гидрооксид натрия)	205
120. Никеля оксид (в пересчете на никель)	2050
121. Никель, растворимые соли	10249
123. Озон	68,3
124. Олова хлорид (в пересчете на олово)	41
131. Пыль древесная	13,7
137. Пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния в процентах: выше 70 процентов (динас и др.)	41
70 - 20 процентов (цемент, оливин, апатит, глина, шамот каолиновый)	21
ниже 20 процентов (доломит, слюда, тальк и др.)	13,7
138. Пыль стекловолокна	35
139. Пыль стеклопластика	35
140. Пыль пресс-порошков	21
143. Соединения ртути (в пересчете на ртуть)	6833
148. Свинец и его соединения, кроме тетраэтилсвинца (в пересчете на свинец)	6833
149. Сероводород	257
160. Спирт этиловый (этанол)	0,4
163. Тетраэтилсвинец	51245
169. Тoluол	3,7
178. Летучие низкомолекулярные углеводороды (пары жидких топлив) по углероду *)	5
179. Углерода окись (углерода оксид)	0,6
185. Фтора газообразные соединения	410
186. Фтористые соединения, хорошо растворимые (гексафторид натрия, фторид натрия)	205
187. Фтористые соединения, плохо растворимые (гексафторалюминат натрия, кальция фторид и алюминия фторид)	68
223. Пыль выбросов табачных фабрик (в пересчете на никотин) *)	5125

-----  
 \*) В редакции Постановления Правительства РФ от 01.07.05, № 410

2) Нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ передвижными источниками (для различных видов топлива)

Бензин неэтилированный	1,3 руб./т
Дизельное топливо	2,5 руб./т
Керосин	2,5 руб./т
Сжатый природный газ	0,7 руб./тысяча куб. метров
Сжиженный газ	0,9 руб./т

3) Нормативы платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты (в пределах установленных допустимых нормативов выбросов), руб./т

1. Аммоний-ион *)	551
2. Алкилсульфонаты натрия (на основе керосина)	552

4. Алюминий (Al <sup>3+</sup> )	6887
5. Аммиак (по азоту)	5510
6. Анилин (аминобензол) *)	2754809
7. Ацетон	5510
8. Бензол	552
9. Бор (по B <sup>3+</sup> )	16205
11. Висмут	2755
12. Ванадий	275481
13. Взвешенные вещества	366
20. Железо (Fe) (все растворимые в воде формы) *)	2755
22. Кадмий	55096
23. Калий (K <sup>+</sup> )	6,2
24. Кальций (Ca <sup>2+</sup> )	1,2
32. Кобальт (Co <sup>2+</sup> )	27548
37. Магний (Mg) (все растворимые в воде формы) *)	6,9
38. Марганец (Mn <sup>2+</sup> )	27548
41. Медь (Cu <sup>2+</sup> )	275481
44. Молибден (Mo <sup>6+</sup> )	229568
46. Мышьяк	5510
47. Натрий (Na <sup>+</sup> )	2,5
48. Нефть и нефтепродукты	5510
49. Нефтяной сульфатат натрия	2755
50. Никель (Ni <sup>2+</sup> )	27548
51. Нитрат-анион *)	6,9
52. Нитрит-анион *)	3444
53. Олово и его соли (по Sn) *)	2460
56. ОП-7, полиэтиленгликолевые эфиры моно- и диалкилфенолов *)	918
57. ОП-10, СПАВ, смесь моно- и диалкилфеноловых эфиров полиэтиленгликоля *)	552
62. Ртуть (Hg <sup>2+</sup> )	27548091
64. Свинец (Pb) (все растворимые в воде формы) *)	45913
65. Селен (Se) (все в воде формы) *)	137740
69. Сульфат-анион (сульфаты) *)	2,8
70. Сульфид-анион (сульфиды) *)	55096
71. Сульфит-анион (сульфиты) *)	145
72. Сурьма	5510
77. Трилон-Б	552
78. Фенол	275481
80. Фосфаты (по P)	1378
84. Фтор (F <sup>-</sup> )	368
86. Хлор свободный (хлор активный) (Cl)	27548091
87. Хлориды (Cl <sup>-</sup> )	0,9
88. Хром (Cr <sup>3+</sup> ) *)	3935
89. Хром (Cr <sup>6+</sup> ) *)	13774
90. Цинк (Zn <sup>2+</sup> )	27548
92. Цианиды	5510
93. Этиленгликоль	1102

Примечания: \*) В редакции Постановления Правительства РФ от 01.07.05, № 410.

При оценке сброса загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты по биохимической потребности в кислороде (БПК<sub>Полн</sub>) и сухому остатку нормативы платы в пределах установленных допустимых нормативов сбросов и в пределах установленных лимитов сбросов применяются соответственно в следующих размерах (рублей за тонну): по БПК<sub>Полн</sub> – 91 и 455 по сухому остатку - 0,2 и 1.

Норматив платы за сбросы взвешенных веществ применяется с использованием коэффициента, определяемого как величина, обратная сумме допустимого увеличения содержания взвешенных веществ при сбросе сточных вод к фону водоема и фоновой концентрации взвешенных веществ в воде водного объекта, принятой при установлении нормативов предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ.

#### 4) Нормативы платы за размещение отходов производства и потребления (руб./т)

1. Отходы I класса опасности (чрезвычайно опасные)	1739,2
2. Отходы II класса опасности (высокоопасные)	745,4
3. Отходы III класса опасности (умеренно опасные)	497
4. Отходы IV класса опасности (малоопасные)	248,4
5. Отходы V класса опасности (практически неопасные):	
добывающей промышленности	0,4
перерабатывающей промышленности	15
прочие	8

(п. 5 в ред. Постановления Правительства РФ от 01.07.2005 N 410)

Примечания: \*) В редакции Постановления Правительства РФ от 01.07.05, № 410.

Нормативы платы за размещение отходов производства и потребления в пределах установленных лимитов применяются с использованием:

коэффициента 0,3 при размещении отходов на специализированных полигонах и промышленных площадках, оборудованных в соответствии с установленными требованиями и расположенных в пределах промышленной зоны источника негативного воздействия;

коэффициента 0 при размещении в соответствии с установленными требованиями отходов, подлежащих временному накоплению и фактически использованных (утилизированных) в течение 3 лет с момента размещения в собственном производстве в соответствии с технологическим регламентом или переданных для использования в течение этого срока.

#### 5) Коэффициенты, учитывающие экологические факторы (состояние атмосферного воздуха и почвы), по территориям экономических районов российской федерации

Экономические районы Российской Федерации	Значение коэффициента	
	Для атмосферного воздуха <sup>1)</sup>	Для почвы <sup>2)</sup>
Северный	1,4	1,4
Северо-Западный	1,5	1,3
Центральный	1,9	1,6
Волго-Вятский	1,1	1,5
Центрально-Черноземный	1,5	2
Поволжский	1,9	1,9
Северо-Кавказский	1,6	1,9
Уральский	2	1,7
Западно-Сибирский	1,2	1,2

Восточно-Сибирский	1,4	1,1
Дальневосточный	1	1,1
Калининградская область	1,5	1,3

Примечания: <sup>1)</sup> Применяется с дополнительным коэффициентом 1,2 при выбросе загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов.

<sup>2)</sup> Применяется при определении платы за размещение отходов производства и потребления.

б) Коэффициенты, учитывающие экологические факторы (состояние водных объектов), по бассейнам морей и рек

Бассейны морей и рек	Значение коэффициента
Бассейн р. Волги	
Республика Татарстан	1,35
Удмуртская Республика	1,1
Вологодская область	1,14
Кировская область	1,11
Костромская область	1,17
Нижегородская область	1,14
Пермская область	1,13
Коми-Пермяцкий автономный округ	1,06
Бассейн р. Печоры	
Республика Коми	1,17
Архангельская область	1,34
Ненецкий автономный округ	1,1
Бассейн р. Северной Двины	
Республика Коми	1,1
Архангельская область	1,36
Вологодская область	1,14
Кировская область	1,02

7). Нормативы платы за негативное воздействие на окружающую среду, установленные Правительством Российской Федерации в 2003 году и в 2005 году, применяются в 2009 году с коэффициентом соответственно 1,62 и 1,32 [130, ст. 3].