

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»
(ФГБОУ ВПО «СГГА»)

В.М. Малахов, А.Г. Гриценко, С.В. Дружинин

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

МОНОГРАФИЯ

В трех томах

Том 2

Новосибирск
СГГА
2012

УДК 504

M18

Рецензенты: доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН,
Институт теплофизики СО РАН *С.В. Алексеенко*
доктор технических наук, профессор, СГГА *Л.К. Трубина*

Малахов, В.М.

M18 Инженерная экология [Текст] : монография. В 3 т. Т. 2 / В.М. Малахов,
А.Г. Гриценко, С.В. Дружинин. – Новосибирск : СГГА. – 2012. – 271 с.

ISBN 978-5-87693-535-9 (т. 2)

ISBN 978-5-87693-530-4

В монографии рассмотрены основные понятия и законы экологии, экологическая ситуация в мире и России и участие последней в международных конвенциях, юридические документы по экологическому законодательству, правовые вопросы охраны окружающей среды и международного сотрудничества. Особое место уделено проблеме бытовых и промышленных отходов, тепловым выбросам, радиационному загрязнению, отходам сельского хозяйства, электромагнитному и шумовому загрязнению на территориях и в городах России. Рассмотрены защитные средства, административно-организационные мероприятия и технологические приемы и оборудование для переработки городских промышленных и бытовых отходов, утилизации тепловых выбросов, организация радиоактивной безопасности и т. п. Приведен обширный материал по классификации отходов, их объему, в основном, в городах Новосибирской области, нормативы и механизация технологических процессов по обезвреживанию токсических отходов в России, перечень нормативно-методических документов по экологической безопасности, представлены экологическая доктрина РФ, Федеральный классификационный каталог отходов и другие справочные материалы (в приложениях).

Монография состоит из трех томов. Том 1. Проблемы и законы экологии. Экологическая ситуация в мире и России. Бытовые и промышленные отходы в городах России. Тепловые выбросы предприятий России, оборудование и методы борьбы с ними. Том 2. Радиационное загрязнение территорий и городов России. Электромагнитное загрязнение территорий. Шумовое загрязнение городов России и его влияние на здоровье населения. Отходы сельского хозяйства. Экономические аспекты загрязнения окружающей среды. Юридические документы России в области экологии. Том 3. Приложения.

Монография рекомендуется читателям, интересующимся защитой окружающей среды, студентам, изучающим дисциплины, рассматривающие аспекты экологии, а также для использования в практике и системе послевузовского образования и повышения квалификации.

Научный редактор – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, СГГА
В.М. Алтухов

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГГА

УДК 504

ISBN 978-5-87693-535-9 (т. 2)

© ФГБОУ ВПО «СГГА», 2012

ISBN 978-5-87693-530-4

ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел 5. Радиационное загрязнение территорий и городов России

Введение	8
5.1. История открытия и изучения радиоактивности	10
5.2. Радиоактивность и единицы ее измерения	15
5.2.1. Общие понятия о радиоактивности	15
5.2.2. Общие понятия о единицах измерения радиоактивности.....	19
5.3. Краткий обзор методов и средств измерения радиоактивности, оценки дозовых нагрузок	25
5.4. Радиоактивные вещества в окружающей среде	33
5.4.1. Естественные радиоактивные элементы	33
5.4.2. Искусственные радиоактивные элементы.....	52
5.5. Радон как радиационный фактор окружающей среды	70
5.5.1. Общие сведения о радоне и продуктах его распада.....	70
5.5.2. Основные источники радона	72
5.5.3. Радон и продукты его распада как радиационно опасный фактор	83
5.6. Основные дозообразующие техногенные радионуклиды.....	87
5.6.1. Тритий (^3H)	87
5.6.2. Углерод-14 (^{14}C).....	89
5.6.3. Криптон-85 (^{85}Kr).....	90
5.6.4. Йод-131 и -129 (^{131}I , ^{129}I).....	92
5.6.5. Стронций-90 (^{90}Sr)	93
5.6.6. Цезий-137 (^{137}Cs).....	94
5.6.7. Плутоний	94
5.7. Проблема радиоактивных отходов	96
5.8. Организация и методы контроля за радиационной обстановкой	110
5.8.1. Общие положения по организации и проведению контроля.....	110
5.8.2. Организация контроля за радиационной безопасностью строительных материалов и жилых помещений.....	111
5.8.3. Организация и методы контроля за радоном.....	113

Заключение.....	115
-----------------	-----

Раздел 6. Электромагнитное загрязнение территорий

Введение.....	122
6.1. Нормирование допустимых значений интенсивности.....	123
6.2. Электромагнитные поля промышленной частоты. Источники ЭМП.....	124
6.3. Допустимые уровни напряженности магнитных полей.....	126
6.4. Электромагнитные поля ВЧ- и СВЧ-диапазонов. Источники излучения.....	127
6.5. Биологическое действие ЭМП.....	128
6.6. Нормирование ЭМИ РЧ.....	130
6.7. Защитные средства от ЭМП.....	131
6.8. Перечень действующих нормативно-методических документов.....	133
Библиографический список использованной литературы.....	134

Раздел 7. Шумовое загрязнение городов России и его влияние на здоровье населения

Введение.....	136
7.1. Шум транспортных потоков и меры по борьбе с ним.....	137
7.1.1. Административно-организационные мероприятия.....	137
7.1.2. Градостроительные и строительные-акустические мероприятия.....	138
7.1.3. Мероприятия с использованием технических средств.....	141
7.2. Производственный шум.....	143
7.3. Нормирование шума на рабочих местах. Основные методы и средства защиты работающих от воздействия шума.....	145
Библиографический список использованной литературы.....	149

Раздел 8. Отходы сельского хозяйства

Введение.....	152
8.1. Сточные воды животноводческих комплексов.....	152
8.2. Сточные воды птицеводческих комплексов.....	158
8.3. Удобрения из навоза.....	160
8.4. Использование плазмотронов для получения удобрений.....	165
8.5. Автономное фермерское хозяйство.....	169

Библиографический список использованной литературы	171
--	-----

Раздел 9. Экономические аспекты загрязнения окружающей среды в России

9.1. Экономические механизмы и инструменты финансирования охраны природы	174
9.1.1. Общие принципы экономики охраны природы и природопользования	174
9.1.2. Организация экологических платежей в России	176
9.1.3. Федеральное бюджетное финансирование охраны природы	180
9.1.4. Федеральные экологические программы	184
9.1.5. Государственные экологические фонды.....	195
9.1.6. Финансирование охраны природы из международных источников.....	196

Раздел 10. Юридические документы России в области экологии

Введение	204
10.1. Общая часть	204
10.1.1. Предмет и система экологического права	204
10.1.2. Источники экологического права и экологическое законодательство	208
10.1.3. Право собственности на природные ресурсы.....	214
10.1.4. Право природопользования	219
10.1.5. Управление в сфере охраны окружающей природной среды.....	224
10.1.6. Нормирование качества окружающей природной среды.....	228
10.1.7. Экологическая экспертиза.....	230
10.1.8. Экологический контроль	235
10.1.9. Юридическая ответственность за экологические правонарушения	239
10.1.10. Понятие и виды экологического вреда	243
10.2. Особенная часть.....	248
10.2.1. Правовая охрана окружающей природной среды в промышленности и энергетике	248
10.2.2. Правовой режим экологически неблагоприятных территорий.....	254

10.2.3. Правовой режим особо охраняемых природных территорий и объектов	259
10.2.4. Международное сотрудничество в области охраны окружающей природной среды.....	261
10.3. Поправки к экологическому законодательству	264
Библиографический список использованной литературы	269

Раздел 5

РАДИАЦИОННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ И ГОРОДОВ РОССИИ

Введение

Задача этого раздела монографии состоит в том, чтобы на основе имеющегося фактического материала представить максимально объективную информацию специалистам, особенно тем, кто формирует общественное мнение, а также лицам, на которых лежит ответственность за принятие практических решений по социально-экономическому развитию регионов [21].

В прил. 23, 24 приведен расширенный терминологический словарь по радиоэкологии. Авторы хорошо понимают, что весь имеющийся по данной проблеме материал представить в полном объеме невозможно и значительная его часть излагается избирательно. В основном это касается данных по воздействию ионизирующего излучения на биологические объекты.

Возможно, что некоторые относящиеся к этому вопросу факты не нашли своего отражения, а избирательное выделение некоторых из них обусловлено субъективным мнением авторов. Трудно претендовать на полную беспристрастность при изложении столь сложного и противоречивого материала, тем более, что среди исследователей нет и не может быть единого мнения относительно отдаленных последствий воздействия ионизирующего излучения на живые организмы.

Существует большая группа людей, которые утверждают, что опасность ионизирующего излучения, обусловленного как испытаниями ядерного оружия, так и деятельностью предприятий ядерного топливного цикла (ЯТЦ), сильно преувеличена. Чтобы оправдать такую позицию по оценке радиационного воздействия, особенно воздействия малых доз радиации, они используют доводы о том, что люди, живущие в районах с высоким уровнем естественной радиации, не отличаются по медико-биологическим показателям от населения других регионов.

Среди представителей этой группы людей, особенно специалистов Минатома и лоббирующих этому ведомству политиков, весьма живуче суждение о том, что те люди, которые говорят о радиационной опасности ядерных производств, разжигают радиофобию, а исследователей, обсуждающих эту проблему с другой позиции, обвиняют в спекуляции общественным мнением. Им вешают ярлык политиканов науки, делающих на этом свою карьеру.

Авторы не относятся к числу односторонних исследователей. Нам хорошо известно, что человечество в своем историческом развитии всегда подвергалось воздействию ионизирующей радиации, а естественные ра-

диоактивные элементы присутствуют в тех или иных количествах абсолютно во всех природных средах и материалах, то есть являются, по В.И. Вернадскому, «всюидными».

Говоря о проблемах радиоэкологии, мы, прежде всего, имеем в виду последние 60 лет существования человеческого общества, когда масштабы распространения радиоактивных элементов существенно увеличились прежде всего за счет творения рук человеческих. Появились новые элементы, ранее в природе практически неизвестные или встречающиеся в столь ничтожно малых количествах, что они не обнаруживаются существующими аналитическими методами. Их появление в природе в ощутимо значимых количествах, включение техногенных радионуклидов в биосферный кругооборот поставило человечество перед необходимостью объективно оценить не только природу радиационной опасности, но и ее масштабы.

На сегодняшний день нет достаточного количества данных для того, чтобы оправдать предположение о безопасности радиоактивного излучения, связанного как с испытанием ядерного оружия, так и с деятельностью предприятий ЯТЦ, особенно в аварийных ситуациях.

Всем нам хорошо известно, что радиоактивное излучение не является единственной опасностью, которой подвергается человечество, но, как и всякий другой вид опасности, оно требует тщательного изучения и самого открытого обсуждения, на что и ориентирована данная монография.

К сожалению, серьезным препятствием объективного беспристрастного анализа радиоэкологических проблем является то обстоятельство, что нам неизвестны еще все результаты исследований по изучению последствий испытания ядерного оружия и деятельности предприятий ЯТЦ.

Правительства России и, насколько можно судить по публикациям, США, по-видимому, и других ядерных стран стремятся держать эти данные в секрете и выдавать то или иное рафинированное количество их под действием определенных обстоятельств, прежде всего активного общественного воздействия.

Радиационную опасность следует оценивать наряду с определенными выгодами, являющимися результатом практического использования открытия радиоактивности и радиоактивных элементов, которому в 1996 г. исполнилось 100 лет и чему была посвящена Международная конференция в мае 1996 г. в г. Томске.

Участники конференции в своем заявлении отмечают, что эпохальное открытие явления радиоактивности и радиоактивных элементов, сделанное гражданином Франции Анри Беккерелем в 1896 г., подготовленное всем ходом человеческого познания, доведенное до практического использования работами П. и М. Кюри, Э. Резерфорда, М. Бора, В.И. Вер-

надского, В.Г. Хлопина, Г. Сиборга, И.В. Курчатова и др., многими поколениями исследователей вузов городов Томска, Москвы, Санкт-Петербурга и других научных центров и школ, является одним из величайших событий в истории земной цивилизации.

Судьба подобных открытий, способ их практического использования, прежде всего, зависят от того, какие ценности и какой путь развития выбирает человечество. В явлении радиоактивности, как писал великий естествоиспытатель XX в. В.И. Вернадский, «открылись источники атомной энергии в миллионы раз превышающие все те источники, какие рисовались человеческому воображению». Это заявление справедливо и по прошествии 100 лет со дня открытия явления. Но энергия атомного ядра, таящая в себе огромные возможности, была использована не только как сила созидательная, но и, прежде всего, как сила разрушительная. И опять же тысячекратно прав гуманист и философ В.И. Вернадский, что «человечество с надеждой и опасением всматривается в нового союзника и защитника».

Открытие радиоактивности и носителей этого явления – радиоактивных элементов – привело к коренным изменениям в понимании целого комплекса научных и прикладных вопросов.

Решение проблем, связанных с радиоактивностью и радиоактивными элементами, принципиально изменило и изменяет методологию научного мышления, способствовало переходу на новый уровень развития фундаментального и прикладного знания в геологии, химии, биологии, экологии, технологии, медицинской диагностике, материаловедении и т. д. Все они выходят за рамки отдельных дисциплин, национальных, региональных и корпоративных интересов, требуя комплексного подхода, объединения усилий представителей различных групп научно-технических сообществ.

Интенсивное изучение радиоактивности привело к открытию деления ядра, развитию ядерной энергетики, производству и использованию изотопов. Огромные возможности, которые дают человечеству технологии использования энергии ядра, требуют специальных научных знаний и большой моральной ответственности, подготовки соответствующих кадров и разъяснительной работы с населением.

5.1. История открытия и изучения радиоактивности

В 1886 г. французский исследователь Анри Беккерель, изучая явление люминесценции под воздействием солнечного света, обнаружил засвечивание фоточувствительного материала веществом, в состав которого входили соли урана.

Счастливая случайность: небесное светило было в момент проведения эксперимента закрыто тучами, и, естественно, наблюдательный ученый заподозрил что-то неладное. Последовал ряд повторных экспериментов, которые подтвердили, что засвечивание фотопластинок происходит во всех случаях, когда используются соли урана, и это засвечивание происходит даже через светонепроницаемую бумагу.

24 февраля 1896 г. А. Беккерель на заседании Парижской академии наук сделал сообщение «Об излучениях, производимых фосфоресценцией», а 2 марта 1896 г. – сообщение «О невидимой радиации, производимой фосфоресцирующими телами». При этом отмечалось, что излучение очень сходно по-своему действию с излучением, изученным Ленардом и Рентгеном, образующимся в результате торможения электронов в мишени (рентгеновское излучение).

А. Беккерель 1 марта 1897 г. выступил с докладом «Исследование урановых лучей», в котором отметил их способность разряжать в воздухе наэлектризованные тела независимо от их потенциала и знака заряда.

А. Беккерель отмечал, что излучение радиоактивных веществ производит различные химические действия: оно влияет на вещества, применяемые в фотографии, окрашивает стекло в фиолетовый или коричневый цвет, а щелочные соли – в желтый, фиолетовый, голубой или зеленый цвета. Под его воздействием парафин, целлулоид, бумага желтеют, белый фосфор превращается в красный. В воздухе близ активных тел образуется озон. Не только газы, но и жидкие диэлектрики (нефть, жидкий воздух), и твердые изоляторы (парафин) ионизируются при прохождении излучения и сохраняют свои проводящие свойства несколько мгновений после прекращения действия излучения.

Он пишет, что наблюдались также различные физиологические действия лучей: они вызывают фосфоресценцию различных сред глаза; при приближении активного вещества к виску получается ощущение света. Они действуют на эпидерму и глубоко поражают кожу подобно X-лучам. Действие вначале не вызывает никакого ощущения, и последствие его развивается лишь через несколько недель: образуются более или менее глубокие раны, которые требуют для заживления иногда нескольких месяцев, оставляя шрамы. В речи при вручении Нобелевской премии (1903 г.) А. Беккерель отмечал, что делаются попытки использовать это действие при лечении волчанки и рака.

Это явление позднее Марией Кюри было названо радиоактивностью. Определения, данные ею, сформулированы следующим образом: «Радиоактивными элементами называют особые химические элементы, характеризующиеся самопроизвольным атомным испусканием так называемых альфа-, бета- и гамма-лучей, т. е. положительных корпускулярных лучей,

отрицательных корпускулярных лучей (движущиеся электроны) и электромагнитного излучения. Это лучеиспускание связано с атомными превращениями...». Вещества, испускающие лучи Беккереля, назвали радиоактивными, а новое свойство вещества, обнаруженное по этому лучеиспусканию, радиоактивностью. Элементы, обладающие этим свойством, называются радиоэлементами.

И с этого времени начинается использование этого уникального свойства некоторых химических элементов в жизни человека.

Дальнейшее изучение этого явления шло стремительными темпами, и особенно в этом преуспели Пьер и Мария Кюри – люди высокого научного подвига, о которых лучше всего написано их дочерью Евой Кюри в книге «Мария Кюри», опубликованной на русском языке в 1959 г.

В 1898 г. они показали, что излучение солей урана прямо пропорционально количеству содержащегося в них урана, т. е. доказали, что радиоактивность – свойство атома урана.

В том же году (18 июля) они выделили из урановой руды химическое вещество, обладающее еще большей радиоактивностью. Этот элемент был назван ими полонием (древнее название Польши), а 25 декабря они открывают еще более радиоактивное вещество – радий (от греческого слова «лучистый»).

Тогда же Г. Шмидт в Германии доказывает, что радиоактивностью обладает торий и его соединения, а Ю. Эльстер и Г. Гейтель выявляют, что радиоактивность урана и тория не изменяются при разных температурах и давлениях, тем самым подтверждая, что это внутреннее свойство самих химических элементов не связано с воздействием извне (поглощение каких-либо особых лучей).

В январе 1899 г. Э. Резерфорд опубликовал статью по изучению радиоактивности, в которой показал, что данное излучение не поляризуется и не преломляется. Ученый обнаруживает неоднородность излучения урана; легко поглощаемую часть излучения он назвал альфа-лучами (α), менее поглощаемую – бета-лучами (β).

В это же время П. Кюри во Франции подчеркивает материальный характер излучения и делает вывод, что радиоактивность может оказаться свойством, присущим лишь тяжелым элементам.

Вскоре Пьер и Мария Кюри обнаруживают химические воздействия соли радия: обыкновенное стекло, в котором она хранилась, темнело и покрывалось сетью мелких трещин. Отсюда ученые делают вывод о том, что излучение радия «представляет собой непрерывное выделение энергии».

Обилием различного рода исследований и открытий в области нового явления отмечены все последующие годы. Укажем лишь наиболее значительные из них.

1901 г. А. Беккерель показал, что радиоактивность состоит из трех видов лучей, в том числе неотклоняемых в магнитном поле и сильно проникающих (γ -лучей).

1902 г. М. Кюри определила атомный вес радия равным 225 и предложила поместить его в периодической системе в качестве высшего аналога щелочноземельных металлов.

1902 г. Резерфорд и Содди выдвинули теорию радиоактивного распада.

1903 г. П. Кюри и Ж. Данн определили период полураспада (4 дня), эманации радия-радо-222.

1904 г. Ряд ученых Англии и США пришли к выводу, что радий образуется в результате распада урана.

1907 г. Н. Кэмпбелл (Англия) доказал наличие естественной β -активности у химического элемента калия.

1910 г. М. Кюри и А. Дебьерн впервые выделили чистый металлический радий.

1912 г. Э. Мейер (Германия) показал, что γ -лучи имеют ту же природу, что и рентгеновские, но являются более жесткими.

1913 г. Ф. Содди ввел понятие изотопов.

1914 г. Э. Резерфорд и Е. Андраде положили конец дискуссии о природе γ -лучей, доказав их электромагнитную природу.

1921–22 гг. Э. Резерфорд и Дж. Чэдвик исследуют искусственное расщепление легких элементов под действием α -частиц, открывая при этом протон.

Приходят к выводу, что расщеплению поддаются ядра всех легких элементов до калия (включительно) с нечетными порядковыми номерами.

1925 г. Л. Мейтнер (Германия) экспериментально доказала, что ядром, возникающим после α - или β -превращения, испускается γ -излучение.

1932 г. Дж. Чэдвик (Англия) доказал существование нейтрона.

Д.Д. Иваненко (СССР) и В. Гейзенберг (Германия) развили представления о протонно-нейтронной модели строения ядра.

1934 г. В Англии открыт сверхтяжелый изотоп тритий.

В Италии Э. Ферми пришел к выводу, что при бомбардировке урана медленными нейтронами образуется трансурановый элемент с $Z = 93$ (нептуний-239).

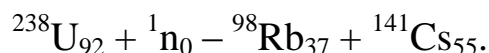
П. Сциллард (Англия) высказал идею о возможности осуществления цепной ядерной реакции.

1935 г. Г. Хевеши (Германия) показал, что из природных изотопов калия радиоактивным является ^{40}K .

1938 г. О. Ган и Ф. Штрассман (Германия) открыли процесс деления урана-235.

1939 г. Л. Мейтнер и О. Фриш (Швеция) дали теоретическое обоснование реакции деления ядра урана.

Ф. Жолио-Кюри (Франция) привел возможную схему деления урана



Я. Френкель (СССР) и Н. Бор (США) независимо разработали теорию деления ядер.

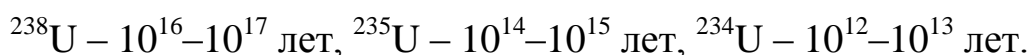
А. Нир (США) обнаружил третий изотоп урана с массовым числом 234 и оценил природное соотношение изотопов урана.

99,28 % – ^{238}U ;

0,71 % – ^{235}U ;

0,006 % – ^{234}U .

1940 г. К.А. Петржак и Г.И. Флеров (СССР) экспериментально обнаружили спонтанное деление урана с периодами полураспада:



Я.Б. Зельдович и Ю.Б. Харитон (СССР) разработали условия возникновения цепной реакции деления урана.

А. Нир (США) осуществил разделение изотопов урана-235 и -238.

1941 г. Дж. Кеннеди и др. (США) выделили ^{239}Pu , как продукт распада ^{239}Np , и доказали его деление под действием медленных нейтронов.

Это открытие окажется чрезвычайно перспективным для использования в качестве ядерного горючего.

В имеющихся обзорах по истории развития учения о радиоактивности, как правило, обсуждаются достижения ученых Европы и Европейской части России, тогда как имеющиеся в Томске архивные материалы позволяют утверждать, что и в азиатской части России, особенно центре сосредоточения научной мысли – городе Томске, исследования этого нового явления проводились не менее активно, чем в признанных столичных городах России.

Историческим моментом в изучении явления радиоактивности и радиоактивных веществ в Сибири была встреча российских ученых с московским купцом П.П. Рябушинским. В личном архиве одного из основателей Томского политехнического университета, знаменитого ученого, писателя и путешественника академика Владимира Афанасьевича Обручева хранятся интересные записки о его встрече с этим известным предпринимателем и спонсором науки.

Встреча происходила в четверг 14 ноября 1913 (1910) г. на московской квартире Павла Павловича Рябушинского. На эту встречу были приглашены В.И. Вернадский, В.А. Обручев, В.Д. Соколов и другие известные ученые. Всего пришло 12 человек.

Рябушинский с интересом выслушал рассказы профессоров Вернадского, Шилова и других ученых о радиации, ее значении для науки и человека и о будущем, которое его ожидает. Он, как коммерсант и деловой человек, весьма заинтересовался этим делом и задавал много вопросов. Прощаясь, сказал, что готов профинансировать поиски радия и радиоактивных элементов, но при соблюдении определенных условий теми, кто практически будет осуществлять эти поиски за счет его средств. Как деловой человек, он уже тогда думал, какие практические выгоды можно извлечь из разработки комплекса вопросов, связанных с поисками, добычей радия и применения его на практике.

После встречи П.П. Рябушинского с учеными были приняты меры по ускорению поисков радиоактивных элементов в России. За счет промышленников было организовано две комплексных экспедиции: в Среднюю Азию (в Фергану) и в Забайкалье.

5.2. Радиоактивность и единицы ее измерения

5.2.1. Общие понятия о радиоактивности

Радиоактивность как физическое явление – это способность самопроизвольного превращения неустойчивого изотопа химического элемента в устойчивый изотоп.

Такое превращение сопровождается испусканием элементарных частиц (альфа-, бета-) и излучения (гамма-кванты).

Существуют и другие формулировки термина «радиоактивность»:

- совокупность излучений, испускаемых каким-либо препаратом, содержащим радиоактивные изотопы;
- способность вещества давать излучение в виде α -, β -частиц или γ -квантов.

В природе установлено более 230 радиоактивных ядер естественного происхождения, и их количество существенно дополняется техногенными (искусственными) радионуклидами практически всех элементов таблицы Д.И. Менделеева.

Все известные радиоактивные элементы следует разделить на две группы (табл. 5.1): естественные и искусственные (техногенные).

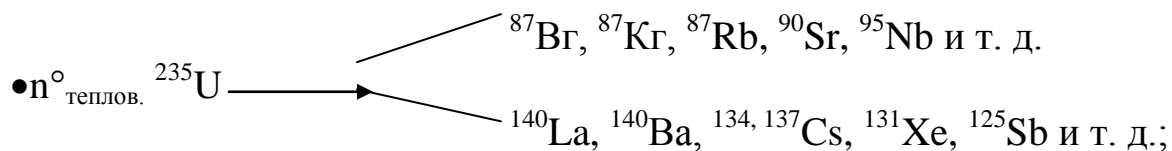
Среди естественных радиоактивных элементов выделяются долгоживущие (U, Th, K-40, Rb-87 и др.), короткоживущие продукты распада долгоживущих изотопов (радий, радон и т. д.) и нуклиды, постоянно образующиеся в природной среде за счет ядерных реакций (C-14, H-3, Be-7 и др.).

Классификация радиоактивных элементов

Естественные		Искусственные	
Долгоживущие	$^{235,238,234}\text{U}$ ^{232}Th ^{40}K ^{87}Rb $^{152}\text{Sm}, ^{187}\text{Re},$ $^{138}\text{La}, ^{176}\text{Lu}$ и др.	Осколоч- ные эле- менты	$^{134,137}\text{Cs}, ^{90}\text{Sr}, ^{106}\text{Ru},$ $^{131}\text{J}, ^{85}\text{Kr}, ^{141}\text{Ce}, ^{140}\text{La},$ $^{147}\text{Nd}, ^{99}\text{Tc}, ^{147}\text{Pm}$ и др.
Короткожи- вущие	ряд урана: радон и т. д. ряд тория: торон и т. д. ряд ак- тиноурана: актинон и т. д.	Продукты активации	$^{54}\text{Fe}, ^{60}\text{Co}, ^{65}\text{Zn}, ^{22}\text{Na},$ ^{32}P и т. д.
Постоянно образующие- ся в природе в результате ядерных ре- акций	$^{14}\text{N} (n,p) \rightarrow ^{14}\text{C}$ ($5,8 \cdot 10^3$ лет) $^6\text{Li} (n) \rightarrow ^3\text{H}$ (12,3года) $^2\text{H}(n,y) \rightarrow ^3\text{H}$ $^4\text{He}(n,p) \rightarrow ^3\text{H}$ $^{238}\text{U}(n,y) \rightarrow \beta \rightarrow ^{237}\text{Np} \rightarrow \beta$ ^{239}Pu (ничтожно малые ко- личества). Спонтанное деление ^{238}U приводит к образова- нию $^{90}\text{Sr}, ^{99}\text{Tc}, ^{147}\text{Pm}$ и т. д.	Элементы ядерных реакций присоеди- нения	Нептуний (Np) Плутоний (Pu) Америций (Am) Кюрий (Cm) Берклий (Bk) Калифорний (Cf) Менделевий (Md) ... и т. д.

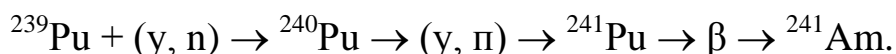
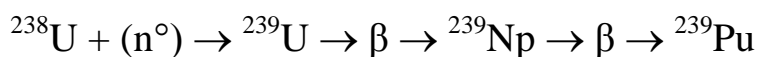
Искусственные радиоактивные элементы могут быть подразделены на следующие:

- осколочные (продукт деления ядер урана-235 под воздействием тепловых нейтронов по схеме):



- радиоактивные элементы – продукты активации за счет взаимодействия нейтронов, гамма-квантов и т. д. с веществом ($^{60}\text{Co}, ^{65}\text{Zn}, ^{54}\text{Fe}$ и т. д.);

- трансурановые радиоактивные элементы, образующиеся в результате поглощения нейтронов по схеме:



Наиболее широко распространенными естественными радиоактивными элементами в природе являются уран, торий и калий. Так, нуклид ^{40}K обуславливает 40–45 % существующей мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в природе. На долю ^{232}Th и продуктов его распада приходится около 35 %, а на уран и продукты его распада – 20–25 %.

Все радиоактивные элементы распадаются по закону радиоактивного распада:

$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$, где N_0 – число радиоактивных атомов в начальный момент времени появления нуклида (t_0);

e – основание натурального логарифма (2,718);

λ – постоянная радиоактивного распада, характеризующая вероятность распада ядра атома какого-либо нуклида в единицу времени; она различна для разных радионуклидов;

t – время, прошедшее от t_0 .

Постоянная радиоактивного распада определяет так называемый период полураспада (T), промежуток времени, требующийся для уменьшения первоначального числа радиоактивных ядер в 2 раза:

$$T = \ln 2 / \lambda = 0,693 / \lambda.$$

Период полураспада $T^{1/2}$ является одной из основных характеристик радиоактивного вещества.

Природные радиоактивные изотопы, не входящие в группу актинидов (Rb, Nd, Sm, Sn, In и др.), обладают периодом полураспада от $n \cdot 10^{21}$ (^{130}Te) до $n \cdot 10^9$ (^{40}K) лет. В природе они встречаются в ничтожно малых количествах, за исключением ^{40}K , доля которого в природной сумме изотопов составляет 0,0118 %.

Естественные радиоактивные элементы обладают периодом полураспада от $n \cdot 10^{10}$ (^{232}Th) до $n \cdot 10^8$ (^{235}U) лет.

Радиоактивный распад может представлять собой цепь последовательных радиоактивных превращений. Элементы, входящие в такую цепь, образуют радиоактивные семейства. Наиболее длинные и хорошо изученные цепочки распада характерны для урана и тория.

Известно три семейства (или ряда) распадов:

1. Ряд ^{238}U .
2. Ряд ^{235}U (актиноутана).
3. Ряд ^{232}Th .

В каждом ряду образуются радионуклиды с разными периодами полураспада, в том числе короткоживущие (секунды, минуты, часы, дни), испускающими α -, β -частицы и гамма-кванты различных энергий. Конечные продукты в цепи распада представлены нерадиоактивным химическим элементом – свинцом разного изотопного состава (^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb).

На долю этих радиогенных изотопов свинца приходится около 99 % всего количества свинца в земной коре.

Обобщенные схематические ряды распадов представлены ниже.

Упрощенная схема рядов распада некоторых естественных радионуклидов:

^{238}U	99,27 % от всего урана планеты	\downarrow	U^{235}	0,7024 % от всего урана планеты	\downarrow	Th^{232}	100 % всего эле- мента планеты
	$T^{1/2} = 4,5 \cdot 10^9$ лет			$T^{1/2} = 7,04 \cdot 10^8$ лет			$T^{1/2} = 1,4 \cdot 10^{10}$ лет
^{226}Ra	$T^{1/2} = 1\ 622$ года	\downarrow	^{223}Ra	$T^{1/2} = 11,44$ дня	\downarrow	^{224}Ra	$T^{1/2} = 3,64$ дня
^{222}Rn	газ без цвета и запаха		^{213}Rn	Газ		^{220}Rn	Газ
	$T^{1/2} = 3,82$ дня		(An)	$T^{1/2} = 3,96$ с		(Tn)	$T^{1/2} = 54,5$ с
^{210}Po	$T^{1/2} = 138,4$ сут.	\downarrow	^{211}Bi	$T^{1/2} = 2,15$ мин	\downarrow	^{212}Bi	$T^{1/2} = 60,6$ мин
^{206}Pb	нерадиоактивен		^{207}Pb	нерадиоактивен		^{208}Pb	нерадиоактивен

Основные альфа-излучатели в рядах:

^{238}U	^{235}U	^{232}Th
^{234}U	^{231}Pa	^{228}Th (Ra, Th)
^{230}Th	^{227}Th	^{224}Ra (ThX)
^{226}Ra	^{223}Ra	^{220}Rn (Tn)
^{222}Rn	^{215}Po	^{216}Po (ThA)
^{210}Po	^{211}Po	^{212}Bi (ThC)
	^{211}Bi	^{212}Po (ThC')

Основные бета-излучатели в рядах:

^{234}Th (UX ₁)	^{231}Th	^{228}Ra (MsThI)
^{234}Pa (UX ₂)	^{227}Ac	^{228}Ac (MsThII)
^{214}Pb (RaB)	^{211}Pb	^{212}Pb (ThB)
^{214}Bi (RaC)	^{207}Tl	^{212}Bi (ThC)
^{210}Bi (RaE)		^{208}Tl (ThC)

Основные гамма-излучатели в рядах:

^{214}Pb (RaB)	^{228}Ac
^{214}Bi (RaC)	^{228}Th (RaTh)
	^{212}Pb
	^{212}Bi
	^{208}Tl

Искусственные радионуклиды, как правило, имеют незначительные периоды полураспада (от долей секунды до десятков лет), и только элементы, образующиеся в результате ядерных реакций присоединения (нептуний, плутоний, америций), имеют периоды полураспада от нескольких минут до десятков тысяч лет (^{239}Pu – 24 065 лет).

Радиоизотопы искусственных нуклидов обладают разными видами радиоактивности. Среди них могут преобладать гамма-излучатели (цезий-137, барий-137 и др.), бета-излучатели (стронций-90 и др.) и альфа-излучатели (плутоний-239 и др.).

Следует отметить, что в большинстве случаев, но не всегда, альфа- и бета-распад сопровождается испусканием гамма-квантов того или иного энергетического спектра. По этой причине контроль за радиационной обстановкой, в первую очередь, включает измерение мощности экспозиционной дозы гамма-излучения.

В процессе ядерного взрыва образуется значительное количество гамма-излучателей. Но их активность уже в первые минуты, часы и дни после взрыва существенно уменьшается.

5.2.2. Общие понятия о единицах измерения радиоактивности

Следует отметить, что существуют определенные объективные трудности в восприятии и понимании единиц радиоактивности. Это связано, во-первых, с тем, что имеются единицы измерения как самого явления, так и единицы по измерению воздействия этого явления на вещество, и зачастую необходимо переходить от одних к другим; во-вторых, с наличием нескольких единиц с различными исторически сложившимися названиями, не связанных меж собой кратными или дольными соотношениями.

Исторически первой общепринятой единицей радиоактивности была принята радиоактивность 1 грамма химически чистого радия, которая была названа в честь супругов М. и П. Кюри.

Радиоактивность 1 г Ra = 1 Кюри (Ки).

Позднее за единицу радиоактивности (активности) было принято количество радиоактивных превращений (распадов) в единицу времени.

Единица, характеризующая 1 распад радионуклида в 1 с, была названа в честь французского физика А. Беккереля – беккерелем (Бк).

Так как 1 г Ra давал $3,7 \cdot 10^{10}$ распадов в секунду, то между Ки и Бк установлено соотношение: $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$, или $1 \text{ Бк} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ки}$.

Радиоактивность некоторых других элементов относительно радия будет следующей:

$$1 \text{ г } ^{235}\text{U} = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ки};$$

$$1 \text{ г } ^{137}\text{Cs} = 87 \text{ Ки};$$

$$1 \text{ г } \text{I}^{131} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Ки};$$

$$1 \text{ г } ^{232}\text{Th} = 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ Ки};$$

$$1 \text{ г } ^{239}\text{Pu} = 6,1 \cdot 10^{-2} \text{ Ки};$$

$$1 \text{ г } ^{60}\text{Co} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ Ки};$$

$1 \text{ г } ^{14}\text{C} = 4,6 \text{ Ки};$
 $1 \text{ г } ^{87}\text{Rb} = 8,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ки};$
 $1 \text{ г } ^{90}\text{Sr} = 145 \text{ Ки};$
 $1 \text{ г } ^{40}\text{K} = 6,8 \cdot 10^{-6} \text{ Ки}$ и т. п.

Таким образом, радиоактивность 1 г, например, кобальта-60 в 1 000 раз выше, чем радиоактивность 1 г радия-226, а плутония – в 100 раз меньше.

Активность радионуклида прямо пропорциональна его количеству, поэтому количество радиоактивного вещества можно измерить, определив его активность в Бк/кг, Ки/л и т. д.

Единицы активности 1 Бк и 1 Ки имеют кратные и дольные значения, например:

$1 \text{ мККи} = 10^{-6} \text{ Ки};$
 $1 \text{ кБк} = 10^3 \text{ Бк};$
 $1 \text{ МККи} = 10^6 \text{ Ки};$
 $1 \text{ пКи} = 10^{-12} \text{ Ки}$ и т. д.

Существуют также понятия удельной активности, площадной активности и объемной концентрации.

Удельная активность – это активность единицы массы вещества, т. е. Ки/г; Бк/кг; пКи/г и т. д.

Площадная активность - это радиоактивность вещества, приходящаяся на 1 ед. площади, т. е.: Ки/м²; Ки/км²; Бк/м² и т. д.

Характеризуя радиоактивность какого-либо материала, необходимо конкретно указывать, о каком радионуклиде идет речь. Так, если мы говорим, что удельная активность почвы по цезию-137 100 Бк/кг, то это значит, что речь идет только об этом изотопе, другие (уран, торий, калий и т. д.), присутствующие в почве, не учитываются.

Оценивая общую радиоактивность почв в единицах СИ от естественных радионуклидов, мы должны указать, например, радиоактивность по урану – 238 Бк/кг, по торию – 35 Бк/кг, по калию – 296 Бк/кг, тогда как общая суммарная радиоактивность данной почвы от естественных радиоэлементов будет не простая сумма активностей, равная 369 Бк/кг, а несколько больше, так как она рассчитывается по формуле с учетом коэффициентов.

При этом не учитывается присутствие дочерних радионуклидов этих элементов (радий, полоний и т. д.)

При оценке соответствия строительных и некоторых других материалов радиационно-гигиеническим нормативам введено понятие «суммарная эффективная удельная активность радионуклида» (A_c)

$$A_c = A_{\text{Ra}} + 1,31 A_{\text{Th}} + 0,085 A_{\text{K}},$$

где A_{Ra} , A_{Th} , A_{K} – удельная активность соответствующих радионуклидов.

Если в материале определялась концентрация урана, а не радия, то вместо A_{Ra} подставляется содержание равновесного урана, тогда расчетная формула будет иметь вид:

$$A_c = A_U \cdot 3,4 \cdot 10^{-7} + 1,31 A_{Th} + 0,085 A_K.$$

Если почва была загрязнена техногенными радиоизотопами, например, цезием, стронцием и кобальтом, то указывается их радиоактивность, допустим:

по цезию-137 – 100 Бк/кг;

по стронцию-90 – 20 Бк/кг;

по кобальту-60 – 80 Бк/кг.

Тогда общая радиоактивность почв составит $(A_c + 100 + 20 + 80)$ Бк/кг.

Для перехода от удельной активности в Бк/кг, Бк/г и т. д. к площадной в Бк/м², в Ки/км² и т. д. необходимо знать плотность вещества.

Расчет может вестись по разным формулам. Так, В.М. Гавшин [19] предлагает следующий вариант:

$$P = A \cdot d \cdot h \cdot 10^7,$$

где P – площадной запас радионуклидов, Бк/км²;

A – активность почвы, Бк/кг;

d – объемный вес пробы, г/см³;

h – глубина ячейки параллелепипеда отбираемой пробы, см;

$$P = 0,27 Adh \text{ мКи/км}^2.$$

Так, 34 Бк/кг активности почвы по цезию-137 будет соответствовать площадной активности 0,1 Ки/км² при плотности почвы 1 100 кг/м³ и глубине отбора 0,1 м.

Часто для ориентировочной оценки необходимо знать переход от мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в мкР/ч к площадной загрязненности почв (Ки/км²). Эта сугубо ориентировочная оценка должна учитывать весь энергетический спектр радионуклидов.

Так, М. Эйзенбад [26] указывает, что для продуктов деления, средняя энергия гамма-квантов которых равна 0,7 Мэв (цезий-137 + барий-137m) площадной активности 1 Ки/км² на высоте 0,9 м, будет соответствовать мощность экспозиционной дозы 10 мкР/ч.

Ориентировочно, при условии радиоактивного равновесия, можно считать, что:

1 мг/кг U = 12,6 Бк/кг;

1 мг/кг Th = 4,07 Бк/кг;

1% K = 313 Бк/кг ⁴⁰K.

Объемная концентрация радиоактивности – количество распадов в единицу времени, отнесенное к объему вещества, т. е. Ки/л, Ки/м³, Бк/л, Бк/м³ и т. п.

Первоначально объемная концентрация радона измерялась в эманах и махе-единицах: 1 эман = 10^{-10} Ки/л = 220 расп./мин·л;

1 махе = 3,64 эман = $3,64 \cdot 10^{-10}$ Ки/л = 780 расп./мин·л.

В процессе распада радиоактивных ядер образуются потоки γ -квантов, α -, β -частиц, способных ионизировать вещественную среду (воздух, воду, биологические клетки и др.) и сообщать веществу дополнительную энергию.

Количество поглощенной при этом энергии и образовавшихся пар ионов являются определенным интегрированным показателем величины радиоактивности вещества и измеряются различными физическими методами (по ионизации воздуха, например).

Так, например, если при воздействии γ -квантов (фотонное излучение) в 1 см³ воздуха при нормальных условиях (н. у.) происходит его ионизация с образованием $2,08 \cdot 10^9$ пар ионов, что соответствует электрическому заряду в 1 кулон (1 К), то говорят, что экспозиционная доза γ -излучения соответствует 1 рентгену (1 Р). Отсюда появился широко распространенный термин – ионизирующее излучение.

Экспозиционная доза, отнесенная ко времени, получила название мощности экспозиционной дозы (Х) и измеряется в системе СИ в амперах на килограмм (А/кг), а во внесистемных единицах – в Р/с, Р/ч и т. п.

Существуют и кратные им единицы (мР, мкР, мР/ч, мкР/ч и т. д.).

Переход от единиц активности вещества, выраженного, например, в мКи, к мощности экспозиционной дозы γ -излучения данного радионуклида в Р/ч, осуществляется при помощи гамма-постоянных (справочная величина), характерных для каждого радиоизотопа.

Гамма-постоянная любого радионуклида равна мощности экспозиционной дозы гамма-излучения нуклида в рентгенах за час, которая создается точечным изотропным гамма-источником активностью 1 мКи на расстоянии 1 см. Единица измерения гамма-постоянной Р · см²/ч · мКи. Так, например, от источника Ra-226 активностью 1 мКи на расстоянии 1 см создается мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 9,36 Р/ч [24]. От аналогичного источника цезия-137 – 3,1 Р/ч, лантана-140 – 11,14 Р/ч и т. д.

Кроме экспозиционной дозы, характеризующей степень ионизации воздуха, существует и другое понятие – поглощенная доза (D) – это энергия излучения, поглощенная единицей массы вещества. В СИ она измеряется единицей грей (Гр): 1 Гр = 1 Дж/кг. Ранее пользовались для оценки поглощенной дозы единицей рад: 1 рад = 0,01 Гр.

Поглощенная доза, отнесенная ко времени поглощения, носит название мощности поглощенной дозы и измеряется в Гр/ч, Гр/с, мГр/ч, рад/с, рад/год и т. д.

Следует отметить, что 1 Р экспозиционной дозы (по всему спектру γ -излучения до энергии 3 МэВ) соответствует поглощенной дозе в биологической ткани в 0,93 рад, т. е. 1 Р около 0,93 рад, или 1 Р \approx 0,0093 Гр, тогда как в воздухе 1 Р \approx 0,88 рад.

Биологический эффект воздействия ионизирующего излучения зависит от вида излучения, энергии частиц и гамма-квантов. Так, альфа-частица с энергией 4 Мэв проходит 31 мкм биологической ткани, а с энергией 10 Мэв – 130 мкм.

Излучения, испускаемые радионуклидами, различаются по эффективности и по способности повреждать биологические системы. Существует понятие «относительная биологическая эффективность (ОБЭ) излучения». ОБЭ того или иного вида излучения выражается по отношению к дозе условно принятого стандартного типа излучения.

Главный фактор, влияющий на ОБЭ, – распределение ионизаций и возбуждений по следу (треку) движения заряженной частицы.

Для интегрированной характеристики процессов ионизации и возбуждения введен термин «линейная потеря энергии» (ЛПЭ).

ЛПЭ выражается в среднем количестве переданной частицей энергии, измеренной в единицах кэВ на микрометр пробега в веществе (кэВ/мкм). Частицы с высокой ЛПЭ являются более повреждающими на единицу дозы (Гр), чем излучение с низкой ЛПЭ.

Для учета степени воздействия радиоактивного излучения на биологические ткани существует понятие коэффициента качества (КК) излучения, или фактора качества (ФК) излучения.

КК (ФК) находится в прямой зависимости от ЛПЭ излучения (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Линейная потеря энергии и коэффициент качества
некоторых видов излучения

Вид излучения	ЛПЭ в воде, кэВ/мкм	КК (ФК)
Рентгеновское и гамма-излучение	$\leq 3,5$	1
То же самое	7	2
Протоны и нейтроны с энергией 0,1–10 Мэв	53	10
Альфа-частицы с энергией меньше 10 Мэв, тяжелые ядра отдачи	≥ 175	20

Если ККИ γ -излучения принять за 1, то для β -излучения он будет составлять 10, для α -излучения с энергией < 10 Мэв – 20, для тепловых нейтронов – 3.

Поглощенная доза излучения D , рассчитанная с учетом КК, получила название «эквивалентная доза» H

$$H = D \cdot КК.$$

Так, ранее широко распространенный термин биологический эквивалент рентгена (бэр), является показателем того, что при дозе 1 бэр данного вида излучения возникает такой же биологический эффект, как и при поглощенной дозе в 1 рад образцового излучения.

Для приближенных расчетов можно считать, что для γ -излучения 1 бэр \approx 1 рад \approx 0,93 Р.

В настоящее время рекомендуется в качестве единицы измерения эквивалентной дозы использовать единицу зиверт (Зв). 1 Зв = 0, 01 БЭР.

Соответственно мощность эквивалентной дозы будет измеряться в Зв/ч, мкЗв/ч и т. д.

Соотношение между применяемой единицей мощности дозы γ -излучения в мкР/ч и мкЗв/ч таково:

$$1 \text{ мкР/ч} = 0,01 \text{ мкЗв/ч или}$$

$$100 \text{ мкР/ч} = 1 \text{ мкЗв/ч, для излучения с КК} = 1.$$

Мощность поглощенной дозы 1Гр/ч соответствует мощности эквивалентной дозы 1 Зв/ч при КК = 1 (гамма- или рентгеновское излучение), но 1 Гр/ч от альфа-излучения будет соответствовать 20 Зв/ч от гамма-излучения.

Связь понятий поля, дозы, радиобиологического эффекта и единиц их измерения может быть представлена в виде схемы (табл. 5.3, рис. 5.1).

Таблица 5.3

Связь понятий

Наименование	Источник	Поле	Облучение	
			Неживых объектов	Живых организмов
Величина	Активность (С)	Экспозиционная доза (х)	Поглощенная доза D	Эквивалентная доза H
Единица измерения в системе СИ (внесистемная)	Беккерель (Кюри)	Кулон / килограмм (рентген)	Грей (рад)	Зиверт (бэр)

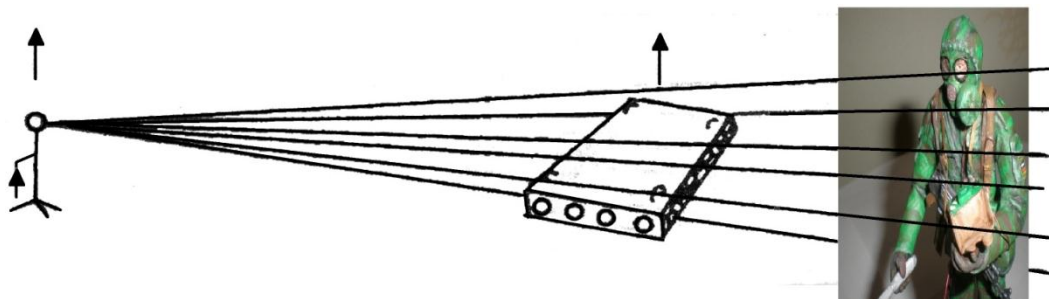


Рис. 5.1. Связь понятий поля, дозы, радиобиологического эффекта и единиц их измерений

В табл. 5.4 показана доза облучения человека в зависимости от времени пребывания в поле гамма-излучения.

Таблица 5.4

Доза облучения человека в зависимости от времени пребывания в гамма-поле с определенной мощностью дозы

Мощность дозы, мбэр/ч (мкР/ч)	Доза, мбэр (мЗв)			
	Время пребывания в поле			
	1 час	1 сутки	1 месяц	1 год
0,02 (20)	0,02 (0,0002)	0,48 (0,0048)	14,4 (0,144)	175 (1,75)
0,06 (60)	0,06 (0,0006)	1,44 (0,0144)	43,2 (0,432)	526 (5,26)
0,1 (100)	0,1 (0,001)	2,4 (0,024)	72 (0,72)	876 (8,76)
0,4 (400)	0,4 (0,004)	9,6 (6,096)	288 (2,88)	3500 (35)
1,0 (1000)	1 (0,01)	34 (0,34)	720 (7,2)	8760 (87,6)

Примечание. Выделена мощность дозы, выше которой весь организм человека получит дозы выше предусмотренных МКРЗ для населения (5мЗв/год) и для профессионалов (50 мЗв/год).

5.3. Краткий обзор методов и средств измерения радиоактивности, оценки дозовых нагрузок

Регистрация радиоактивного излучения производится по эффектам его воздействия на вещество.

Основными методами регистрации являются следующие.

1. **Ионизационный метод**, основанный на измерении степени ионизации газов, либо образовании электронно-дырочных пар в твердых телах.

Для измерения используются ионизационные камеры (камера Вильсона и др.), газоразрядные счетчики (счетчики Гейгера – Мюллера и т. д.), полупроводниковые счетчики на основе кремния, германия и т. д.

Это один из самых широко распространенных методов измерения радиоактивного излучения. С его использованием создано большое количество разных типов аппаратуры.

2. **Люминесцентный метод** обусловлен возникновением свечения под влиянием какого-либо воздействия (фотолюминесценция, радиолюминесценция, хемилюминесценция, триболюминесценция, термолюминесценция и т. д.). Возникновение и интенсивность свечения обусловлены накоплением энергии при взаимодействии излучения с веществом.

Для регистрации радиоактивного излучения используются сцинтилляционные детекторы различных типов, в которых в результате попадания α - β -частиц и γ -квантов возникают световые вспышки разной интенсивности, продолжительности и т. д., которые регистрируются фотодетектором (фотодиод, фотоумножитель и т. д.).

Существуют твердотельные (ZnS, активированный Ag; NaI, активированный Tl и т. д.), жидкостные, газовые (ксенон и др.) детекторы.

Это также один из самых широко применяемых методов регистрации радиоактивного излучения.

3. **Оптический метод** реализуется на эффекте изменения оптических свойств материалов под воздействием радиоактивного излучения.

Для этих целей используются различные типы стекол (фосфатные, борные, активированные Ag либо Bi и т. д.), полимерные материалы (цветной целлофан, ацетилцеллюлоза и т. д.).

На этом методе создана аппаратура для измерения радиационных полей высокой интенсивности.

4. **Фотографический метод** – самый первый метод, который позволил А. Беккерелю открыть явление радиоактивности. Основан на воздействии радиоактивного излучения на фоточувствительные материалы (по принципу воздействия световых квантов на фотопластину).

Интенсивность почернения прямопропорциональна дозе радиоактивного излучения.

На этом принципе работают многие типы индивидуальных дозиметров. Этот метод широко используется в лабораторных исследованиях радиоактивных веществ для их обнаружения и пространственной локализации (различные виды макро- и микрорадиографии).

5. **Калориметрический метод** измерения радиоактивности основан на измерении тепла, выделяемого при радиоактивном распаде или при взаимодействии излучения с веществом.

Метод применяется сравнительно редко, но на его основе созданы приборы для градуировки дозиметров, измерения мощных потоков γ - и нейтронного излучения в реакторной дозиметрии, где они имеют преимуще-

щество по сравнению с ионизационным и другими методами, так как не зависят от энергетических характеристик излучения.

б. Химические методы основаны на изменении химического состава жидкостей или газов при взаимодействии с радиоактивным излучением.

Типичными примерами такой реакции является радиолиз воды с образованием H^+ и OH^- или разложение закиси азота (N_2O) с образованием N_2 , O_2 и NO_2 .

На этом принципе созданы жидкостные (ферросульфатные и др.), газовые химические дозиметры для измерения мощных потоков γ -квантов.

Количественные и качественные характеристики радиоактивного излучения, основанные на тех или иных методах регистрации, измеряются **радиометрами, дозиметрами, спектрометрами и спектрометрическими комплексами.**

Радиометр – прибор для измерения числа актов радиоактивного распада в единицу времени (активности). Определяет плотность потока ионизирующих излучений и т. д. При измерении мощности экспозиционной дозы фотонного излучения функции радиометра и дозиметра совпадают.

Дозиметр – устройство для измерения доз радиоактивного излучения или величин, связанных с дозами (мощность экспозиционной дозы, мощность поглощенной дозы и т. д.). Могут служить для измерения доз одного (гамма-дозиметр, нейтронный дозиметр и т. д.), либо смешанного излучения (гамма-бета дозиметр и т. д.).

Спектрометр – устройство, которое позволяет измерять распределение радиоактивного излучения по энергии (гамма-альфа-спектрометры и т. д.), массе и заряду (масс-спектрометры и т. д.).

Гамма-спектрометр, например, позволяет выявить в смеси γ -излучающих радионуклидов по характерной энергии присутствие конкретных радиоизотопов. Так, торий определяется по энергии γ -квантов дочернего изотопа Tl^{208} с энергией 2,165 Мэв, калий-40 – 1,46 Мэв, а цезий-137 – по энергии 0,662 Мэв и т. д.

Существует большое количество типов и моделей радиометрического, дозиметрического и спектрометрического оборудования.

Данная аппаратура может быть переносной (габариты и масса позволяют носить одному человеку), передвижной (автомобильные, вертолетные и спутниковые варианты), стационарной.

Она может быть подразделена и по функциональному назначению: измерение радиоактивности газов и аэрозолей; измерение радиоактивности жидких и сыпучих материалов; измерение радиоактивного загрязнения поверхностей; индивидуальные средства измерения, постоянно носимые человеком.

Приборы могут иметь одно- и многофункциональное назначение.

Радиометрические, дозиметрические и спектрометрические устройства характеризуются определенными метрологическими параметрами, которые необходимо учитывать при оценке возможности их использования для решения того или иного вида задач.

Общими метрологическими параметрами для всех являются: фон, разрешающая способность, чувствительность, порог чувствительности (минимально измеряемая величина) и пределы измерений.

Частными параметрами таких установок являются: фиксируемая энергия излучения, энергетическое разрешение и коэффициент разделения по энергиям и т. д.

Данные параметры определяются многими факторами, но прежде всего типом используемых детекторов (датчиков) излучения (газоразрядный, сцинтилляционный и т. д.), используемых электронных схем.

Аппаратура для измерения радиоактивного излучения и измерения радиоактивных веществ проходит постоянные периодические поверки, при которых она эталонируется по образцовым государственным источникам и стандартам (ОСГИ, СОС и т. д.).

Так, например, для поверки гамма-спектрометрической аппаратуры, размещаемой на летательных аппаратах, созданы специальные государственные полигоны, на поверхности которых с высокой степенью достоверности определены МЭД и содержания радионуклидов с различными энергетическими характеристиками. Это позволяет сопоставлять полученные результаты γ -съемок, выполненных различными ведомствами и организациями.

Недалеко от г. Томска расположен такой полигон (территория Республики Хакасия, район пос. Юлия).

Использование аппаратуры, не обеспеченной поверками, может приводить к получению недостоверной информации.

Существует государственный реестр средств измерения радиоактивности. Официальное заключение по радиационной обстановке может быть дано только с использованием средств измерений, рекомендованных реестром.

Вся другая аппаратура, не включенная в данный перечень и не обеспеченная соответствующими метрологическими поверками, относится к бытовой индикаторной и измерительной аппаратуре. Данные, полученные с ее использованием, должны быть заверены аппаратурой из госреестра, имеющей соответствующие поверки.

В табл. 5.5 приведен краткий перечень наиболее широко используемой в России аппаратуры для радиационного контроля.

Существуют мобильные и стационарные комплексы для непрерывного мониторинга за радиационной обстановкой.

Таблица 5.5

Некоторые типы аппаратуры для контроля за радиационной обстановкой

Тип	Назначение	Диапазон измерений	Фиксируемая энергия излучения, Мэв
1	2	3	4
РГБ-02 переносной	Измерение концентрации β -активных газов в воздухе	по ^3H - 10^2 – 10^8 Бк/л по ^{85}Kr - 10^2 – 10^8 Бк/л по ^{14}C - 10 – 10^7 Бк/л	1
РБ-4 переносной	Обнаружение и измерение концентрации долгоживущих α - и β -активных аэрозолей и β -активных газов	$\alpha > 3,7$ Мэв – 10^3 – 10^3 Бк/л β -активные – 10^2 – 10^4 Бк/л	
РГА-01 переносной	Измерение мгновенной концентрации радиоактивности	10^{-1} – 10^6 Бк/м ³	
РЗА-01 «Омега» переносной	Измерение мгновенной концентрации радиоактивности	2–10 000 Бк/м ³	
РГБ-06 стационарный	Непрерывный контроль содержания β -радиоактивных газов	по ^3H – 10 – 10^7 Бк/л по ^{85}Kr 1– 10^{11} Бк/л	
РКБ4-1eM стационарный	Экспресс-измерение активности жидких проб по β -излучению	$2,9$ – $1,9 \cdot 10^7$ Бк/л	0,1–3,5
РУБ-01П стационарный	Экспресс-измерение активности жидких проб по β -излучению, α -излучению ^{239}Pu	2 – $2,5 \cdot 10^6$ Бк/л $0,6$ – $1,85 \cdot 10^3$ Бк/л	0,1–3,5 5,15
ДРГЗ-01 переносной	Измерение МЭД рентгеновского и гамма-излучений	0–100 мкР/с	0,15–1,25
ДРЗГ-05 переносной	Измерение МЭД и экспозиционной дозы рентгеновского и гамма-излучений, качественное определение β -излучения	1 – 10^4 мР $0,1$ – 10^4 мкР/с	0,04–10 0,2–3
ДГБ-04А	Измерение МЭД	0,1–99,99 мкЗв/ч	0,05–3,0
СРП-68-01 переносной	Измерение МЭД γ -излучения, поисковый геологоразведочный прибор с высокой чувствительностью и непрерывным режимом измерения	1– 3 000 мкР/ч	0,015–3,0

Продолжение табл. 5.5

1	2	3	4
МКС-01Р переносной	Универсальный радиометр-дозиметр для измерения МЭД, γ -излучения, α - и β -излучений, нейтронов	10^{-2} – 10^5 мкЗв 1 – 10^4 мкЗв/ч 10 – 10^5 мин ⁻² см ⁻²	0,04–10 по γ ²³⁹ Pu по α 0,3–3 по β
РУП-1 переносной	Универсальный радиометр-дозиметр для измерения МЭД, потока α и β -излучений, нейтронов	0,2–10 000 мкР/с 0,5–20 000 см ⁻² мин ⁻¹ 10–50 000 см ⁻² мин ⁻¹	0,2–1,25 по γ > 2 по α > 0,07 по β
РКП-305 «Карат» переносной	Радиометр-концентрометр для измерения содержания U (по Ra), Th, K в природных средах	от 1 до 100 г/т по U, Th от 0,1 до 10 % по K	
РСП-101 «Поиск – Припять» переносной	Радиометр-спектрометр для измерения МЭД, снятия качественного энергетического спектра гамма-излучения, потока β -излучения	0–1 000 мкР/ч 10–10 000 см ⁻² мин ⁻¹	0,3–3,5
КИД-2	Индивидуальный дозиметр рентгеновского и γ -излучения с ионизационной камерой	0,005–1 Р	0,02–2
Alpha Guard PQ 2000	Многопараметрический радон-монитор профессиональной фирмы «Позитрон»	2 – $2 \cdot 10^6$ Бк/м ³	
ДКС-04	Индивидуальный фотографический дозиметр рентгеновского и γ -излучения с газоразрядным счетчиком	0,001–1 Р	0,05–3
ИФКУ	Индивидуальный дозиметр для измерения γ и β -излучения, тепловых нейтронов фоточувствительной пленкой	0,5–20 мЗв	0,1–3 по γ > 0,3 по β
ИКС-А	Индивидуальный термолюминесцентный дозиметр для регистрации γ - и β излучения	0,5– 10^3 Р 1 – $2 \cdot 10^3$ Р	0,1–3 для γ 0,2–3,5 для β
ТЛД-К на основе SiO ₂	Индивидуальный термолюминесцентный дозиметр для определения МЭД	$2 \cdot 10^3$ – $2 \cdot 10^5$ сГр	

1	2	3	4
РКСБ-104	Бытовой дозиметрический прибор для измерения МЭД, плотности потока β -излучения с поверхности, удельной активности Cs^{137}	0,1–99,99 мкЗв/ч 6–6 000 см ⁻² мин ⁻¹ $2 \cdot 10^3$ – $2 \cdot 10^6$ Бк/кг	0,06–1,25 для γ 0,5–3 для β
РСК-203 «Припять»	Бытовой радиометр для измерения β - γ -излучения		
АНРИ-01 «Сосна»	Бытовой дозиметр-радиометр		
РРА -01П «Альфа-рад»	Портативный радиометр радона для измерения объемной активности его в воде и воздухе	20–20 000 Бк/м ³	

Примечание. Более подробный перечень с указанием метрологических параметров существующей и предлагаемой новой аппаратуры можно найти в научно-информационном журнале по радиационной экологии «АНРИ» (Москва, Информцентр НПП «Доза»).

Так, группой ученых из России и Украины был разработан мобильный комплекс «Аметист», представляющий собой систему гамма-видения с использованием гамма-телескопа. Комплекс дает возможность наблюдать многоэлементное изображение гамма-поля, совмещенного с телевизионным изображением наблюдаемой местности или объекта (здание, корабль и т. д.), и одновременно с этим получать энергетическую характеристику удаленных источников γ -излучения и измерять их активность.

Рабочий энергетический диапазон 0,1–10 Мэв, поле зрения – $44 \times 68^\circ$. Чувствительность при времени наблюдения 30 минут составляет 10^{-3} гамма-квантов/см² в секунду.

Доза внутреннего радиоактивного облучения как всего организма, так и его отдельных органов и тканей зависит и от физико-химических характеристик инкорпорированных радионуклидов, которые определяют их всасываемость, распределение и выведение из организма.

Все эти характеристики подробно освещены в научной справочной литературе [6].

Геохимические особенности радионуклидов определяют и особенности их поступления в организм человека по различным путям миграции (рис. 5.2), обуславливая его внутреннее облучение.

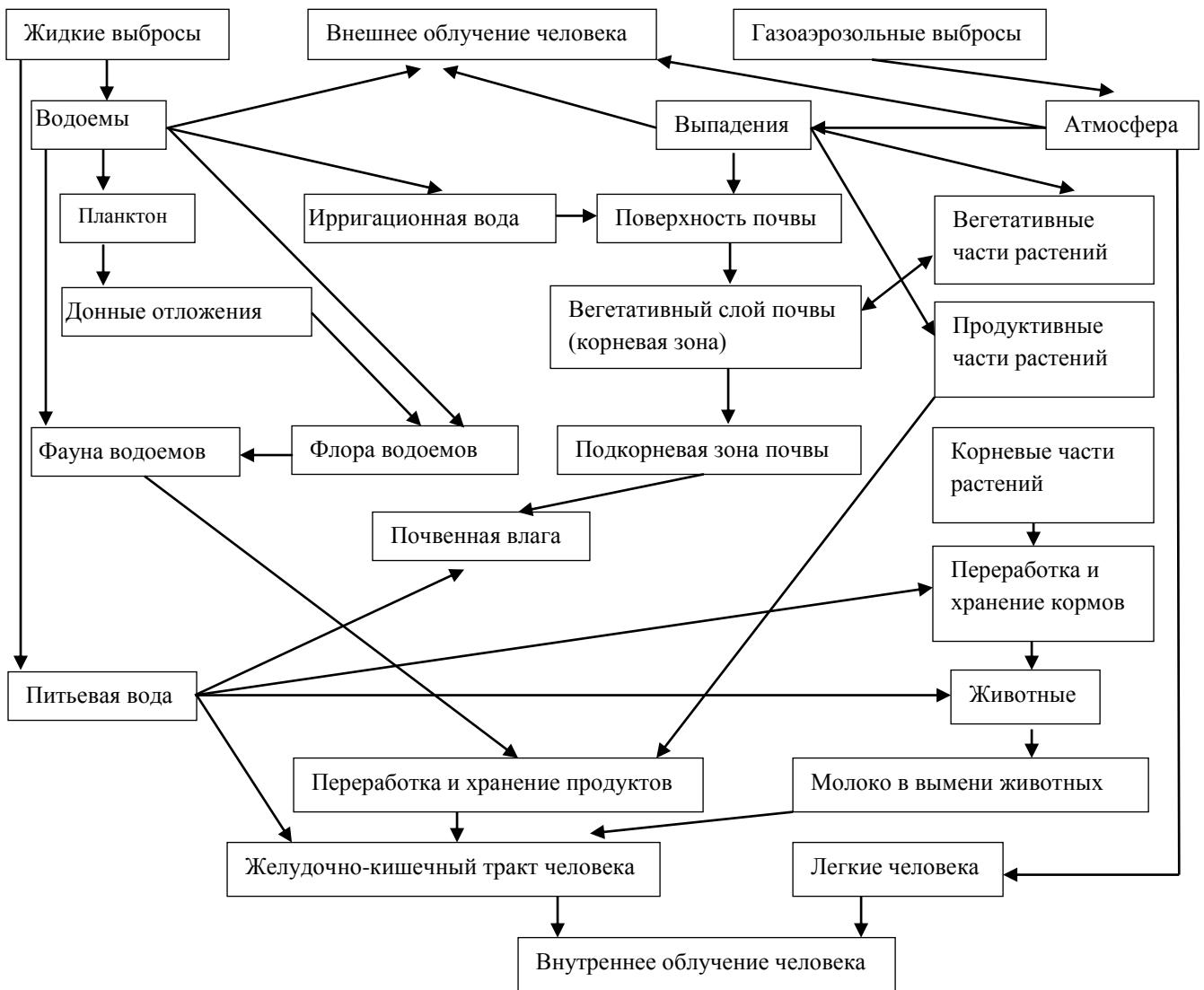


Рис. 5.2. Схема миграции радионуклидов во внешней среде

Определение дозовых нагрузок на человека ведется по какой-либо выбранной модели путей облучения человека. Существует сравнительно большой набор моделей, учитывающий механизм поступления радионуклидов и множество других факторов. Имеются специальные рекомендации Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) по методам построения и использованию моделей радиационного воздействия на человека и их роли в оценке доз облучения.

5.4. Радиоактивные вещества в окружающей среде

5.4.1. Естественные радиоактивные элементы

Источниками радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды естественными радиоактивными элементами могут быть природные образования (месторождения радиоактивных и некоторых других полезных ископаемых, горные породы, содержащие естественные радиоактивные элементы в повышенных количествах, природные воды, в том числе в нефтедобывающих районах Западной Сибири, с высокими содержаниями урана и продуктов его распада – радона, радия), а также промышленные предприятия, ведущие добычу и глубокую переработку урановых и некоторых других типов руд; ГРЭС и ТЭЦ, работающие на некоторых типах углей, горючих сланцев, торфов.

Примерами регионов с высокими содержаниями естественных радиоактивных элементов на земном шаре могут служить пляжные пески штата Керала (Индия), которые в специальной литературе получили название месторождений монацитовых песков Траванкор, а также район Пасус-де-Кальдес (Бразилия). В этих районах мощность экспозиционной дозы гамма-излучения достигает многих сотен и первых тысяч мкР/ч. Так, средняя экспозиционная доза гамма-излучения в районе пляжных песков в штате Керала – около 150 мкР/ч. Высокие содержания естественных радиоактивных элементов в некоторых типах горных пород (табл. 5.6) обуславливают повышенный радиационный фон гамма-излучения в некоторых регионах и странах, например, Франции, Украине, Швеции и др.

В. М. Гавшин [9], рассматривая природу формирования радиационных аномалий в осадочных породах, отмечает, что в возникновении аномалий радиоактивности в осадочных толщах исключительную роль играет органическое вещество и в особенности – гуминовые кислоты и близкие к ним по составу и структуре соединения, образующиеся при разложении лигнинно-целлюлозного материала наземной растительности или белково-углеводного морского планктона.

Именно такого рода образования и обуславливают естественные породные радиационные аномалии с дозовыми нагрузками больше 100 нГр/ч (табл. 5.7), по сравнению с терригенными породами, формирующимися в крупных осадочных бассейнах (табл. 5.8). Вторым по значению агентом, вовлекающим уран в осадочные толщи из природных вод, является фосфат кальция (карбонатфторапатит). Обогащенность ураном фосфоритов широко известна по множеству публикаций.

Таблица 5.6

Содержание естественных радиоактивных элементов в некоторых типах горных пород и их ориентировочная активность

Порода, регион	Уран, г/т	Торий, г/т	Ориентировочная объемная активность 1 кг материала, Бк	
			без учета со- держания калия	с учетом со- держания калия
1. Фосфориты штата Флорида (США), Марокко	20–120	10–30	300–450	500–750
2. Фосфориты, битуминозные сланцы Швеции, Русской платформы	150–170	5–10	1 900–2 050	2 200–2 950
3. Углеродисто-кремнистые, углеродисто-глинистые сланцы Евразийского континента	30–300	15–35	460–1 200	800–1500
4. Битуминозные аргиллиты баженовской свиты, Западная Сибирь	23	8	330–350	750–800
5. Кислые вулканиты (липариты и др) некоторых районов Восточного Саяна	17–28	46–73	460–500	1 000 –1 500
6. Фонолиты Италии	20–30	60–90	570–900	1 000–1 500
7. Гранитоиды Украины	10–20	20–45	230–600	1 000–2 000
8. Гранитоиды Франции	15–20	20–45	300–600	1 000–2 000
9. Гранитоиды Макикского массива, Северный Казахстан	7–20	30–60	250–800	1 000–2 000
10. Нефелиновые сиениты Кольского полуострова	10–20	25–50	260–500	700–950

Примечание. Норма объемной активности для строительных материалов, используемых для сооружения жилых зданий ≤ 370 Бк/кг.

Таблица 5.7

Содержание естественных радиоактивных элементов в породах, обогащенных органическим веществом, и расчетная мощность поглощенной дозы над ними [9]

Породы	Кол-во проб	U по (Ra), г/т	Th, г/т	K, %	Доза, ИГр/ч
Сапропелевые илы Черного моря	8	17,6 ± 3,2	7,0 ± 0,6	1,27 ± 0,21	130
Горючие сланцы Сибирской платформы (кембрий)	13	34,1 ± 7,1	6,7 ± 0,6	2,83 ± 0,21	238
Баженовиты Западно-Сибирской плиты	30	35,7 ± 1,6	6,3 ± 0,6	1,44 ± 0,22	228

Таблица 5.8

Содержание естественных радиоактивных элементов
в осадочных породах без органического вещества
и расчетная мощность поглощенной дозы над ними [9]

Породы	Кол-во проб	U по, (Ra), г/т	Th, г/т	K, %	Доза, нГр/ч
Юрские алевропелиты Западно-Сибирской плиты	26	3,7 ± 0,2	9,8 ± 0,9	2,39 ± 0,15	78,5
	59	4,0 ± 0,2	11,2 ± 0,4	2,78 ± 0,15	89,1
	19	3,3 ± 0,2	10,3 ± 0,8	2,90 ± 0,24	84,6
	10	3,5 ± 0,2	11,9 ± 1,6	2,97 ± 0,56	91,0
	10	2,9 ± 0,2	11,1 ± 1,1	2,77 ± 0,27	82,9
Пермокарбонатные алевропелиты Кузбасса	37	3,5 ± 0,2	10,6 ± 0,6	2,45 ± 0,14	81,0
	22	3,8 ± 0,5	10,9 ± 1,0	2,55 ± 0,18	86,5
	25	3,4 ± 0,4	11,2 ± 1,0	2,23 ± 0,23	76,7
Черноморские глинистые илы	30	3,5 ± 0,5	11,6 ± 0,8	2,97 ± 0,2	86,5
Глины	30	3,7	12	2,66	86,5

Примечание. В табл. 5.7, 5.8 в графе «Доза» даны рассчитанные значения мощности поглощенной дозы на высоте 1 м от поверхности Земли.

Менее значительные аномалии радиоактивности в осадочных толщах связаны с бокситами, несколько обогащенными и ураном, и торием; калийными солями, в которых радиоактивность полностью определяется калием; некоторыми цеолитами, а также с такими образованиями, как ториеносные битумы в песчаниках нефтеносных толщ, или с концентрациями радия в травертинах.

Следует отметить, что у некоторых животных и растений, обитающих на этих территориях, в различных их органах происходит накопление естественных радионуклидов. Так, доктор Войс на совещании в г. Гомель (1990 г.) сообщал, что от крыс и растений района Пасус-де-Кальдес (Бразилия) получают контрастные радиографические отпечатки на фоточувствительных материалах.

Исследование уровня накопления продуктов распада урана-радия-226 в костях человека отчетливо показывает на значительное содержание радия в костях из регионов, где распространены высокордиоактивные породы (табл. 5.9).

В результате распада урана в почвенном воздухе этих районов, а также в зданиях происходит интенсивное накопление радиоактивного газа без запаха и цвета – радона, основного радиационно-опасного фактора, сильно воздействующего на организм человека.

Удельная активность радия-226 в костях человека [14]

Страна, район, год исследования	Средняя удельная активность, 10^3 пКи/г	Возможная причина повышенных концентраций
Аргентина, 1959	11-12	В штате Иллинойс распространены урансодержащие фосфориты и другие месторождения урана Ураноносные фосфориты
Германия, 1964	13	
Япония, 1959	4	
Англия, 1959	15	
США, 1959–1970	5–37	
Израиль, 1959	36	Ураноносные граниты
Украина, 1968	39	Монацитовые россыпи
Индия, штат Керал, 1966	143	Урановое месторождение, предприятие по переработке урановых руд
Город в Средней Азии, 1965	1 340	

Проблема радонового загрязнения атмосферы – одна из самых важных в оценке среды обитания человека.

Использование природных материалов (щебень гранита, квасцы, фосфориты и т. д.), содержащих высокие концентрации естественных радионуклидов, в качестве строительных материалов, наполнителей бетонов, фосфогипсов, шлаков и т. д. также приведет к увеличению мощности экспозиционной дозы гамма-излучения внутри сооружений будет основной причиной накопления радона в помещениях.

Такие случаи на сегодняшний день установлены многократно. Так, в г. Омске в качестве наполнителя бетона использовался гранитный щебень, добываемый из Макинского гранитного массива (Северный Казахстан), который, по нашим данным, содержит 7–20 г/т урана и 30–60 г/т тория. В результате этого в зданиях были превышены нормативы по мощности гамма-излучения (фон местности + фон помещения > 33 мкР/ч), что потребовало принятия специальных мер.

Использование торийсодержащего монацитового песка на станции Костоусово (Екатеринбургская область) для строительства жилых зданий (фундамент, штукатурка, кирпичная кладка, отсыпка чердаков и т. д.) привело к радиационному загрязнению зданий, в которых мощность дозы гамма-излучения достигала 150 мкР/ч.

В районном центре с. Молчаново Томской области были использованы для отсыпки улиц шлаки с металлургического комбината г. Новокузнецка, в результате чего радиационный фон (9–10 мкР/ч) был повышен в 2,5–3 раза, что вызвало определенное беспокойство населения, хотя дополнительная радиационная нагрузка от этого была незначительна (ниже рекомендуемых критериев).

Общеизвестны случаи, когда в Казахстане, Забайкалье и др. в качестве материалов для отсыпки дорог, дворов, детских и спортивных площадок и т. д. использовались отвалы некондиционных урановых руд, что привело к значительному изменению радиационного фона. Ориентировочно можно считать, что масса руды с содержанием урана, при его равновесии с радием, 0,01 % дает мощность экспозиционной дозы гамма-излучения около 110 мкР/ч.

Так, в поселке Октябрьский Читинской области использование горной массы с урановорудных отработок в качестве строительного материала привело к тому, что МЭД в жилой части поселка составила 150–3 000 мкР/ч.

Ветровой разнос урановой рудной пыли способствует увеличению концентрации урана в аэрозольных фракциях. Особая опасность от этого вида радиационного загрязнения заключается в том, что уран и многие продукты его распада являются альфа-излучателями, а альфа-излучение, как правило, при обследовании радиационной обстановки не измеряется. Для его измерения необходима специальная аппаратура и специальные методы исследования, в том числе метод радиографического анализа. Опасность этого пылевого фактора в ухудшении радиационной обстановки довольно велика.

При использовании минеральных удобрений может возникнуть радиационно-опасный фактор в виде внешнего гамма- и бета-излучения и пылевого аэрозоля. Это касается тех случаев, когда ведутся работы с хлористым калием, в котором, в силу естественных причин, находится радиоактивный изотоп калий-40, на долю которого приходится около 0,012 % от всего количества калия. Присутствие калия на складах в больших массах (1 м³ и более) создает мощность экспозиционной дозы гамма-излучения – 60–80 мкР/ч. Это не представляется серьезным радиационным фактором (в силу кратковременности контакта с веществом), хотя 60 мкР/час – уже та мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, которая требует контроля и является профессиональной нормой, так как за год она сформирует поглощенную дозу 0,5 бэр, что является предельным для населения, не связанного с профессиональной работой с радиоактивным излучением. В отдельных случаях опасная радиационная обстановка может создаваться при использовании фосфатных удобрений, изготовленных с нарушением технологии их получения (неполное извлечение урана и радия в процессе

получения удобрений приводит к тому, что мощность экспозиционной дозы гамма-излучения от них будет более 100 мкР/ч (100 мкБэр/ч)), что может создать поглощенную дозу около 0,9 Бэр/год.

Радиационное загрязнение природной среды и возникновение опасной радиационной обстановки может быть связано с присутствием естественных радиоактивных элементов (уран, торий, калий) и продуктов их распада в технических, пресных питьевых и минеральных водах, рассолах нефтегазоносных районов и т. д.

Так, известны источники с высокой радиоактивностью, обусловленные присутствием калия-40. К ним могут быть отнесены следующие: Керкитагское (Туркмения) – 2 300 пКи/л; Тыретская (Иркутская область) – 7 200 пКи/л (266 Бк/л).

К источникам с высокой концентрацией радона могут быть отнесены Ямкун (Забайкалье) – 94 нКи/л; Исти-Су-18 (Закавказье) – 264 нКи/л; Белокуриха (Алтай) – 13 нКи/л и др.

Высокая концентрация радия в воде известна в Ухтинском нефтегазоносном районе (до 7 840 пКи/л), в Западно-Сибирской газоносной провинции (до 1 000 пКи/л) и др.

Разливы таких вод приводят к загрязнению больших площадей, на которых экспозиционная доза гамма-излучения может превышать 8 000 мкР/ч.

Так, в районе г. Ухта, где до 1956 г. действовал завод по извлечению радия из пластовых вод нефтепромыслов, установлено свыше 700 очагов радиоактивного загрязнения, приуроченных к местонахождениям чанов, стыков водоводов, буровым скважинам. При этом содержания радия превышают на 1–3 порядка уровень фона. Загрязненные почвы объемом более 1 000 м³ требуют дезактивации.

Близкая к этой ситуация сложилась на Ставропольском нефтяном месторождении, в пластовых водах которого концентрация радия (226 + 228) составляет 74 Бк/дм³. При движении вод по трубам происходит его отложение на поверхности труб, днищах ёмкостей и т. д. Удельная активность твёрдых осадков от Ra-226 и 228 составляет соответственно 109 и 89,6 кБк/кг, что создает экспозиционную дозу гамма-излучения на уровне от 3 до 20 мГр/ч (~ 300 000–2 000 000 мкР/ч). Доза, получаемая персоналом в течение года, соответственно составит 6,6 и 44 мЗв, что превышает предел годовой дозы для категории Б (5 мЗв).

Технологическое оборудование (трубы и т. д.) может иметь активность от 1 000 до 35 000 кБк, а МЭД до 4 700 мкР/ч и согласно НРБ 76/87 должно относиться к категории радиоактивных отходов. Схема распределения радиоактивности на нефтепромыслах Ставропольского края показана на рис. 5.3.

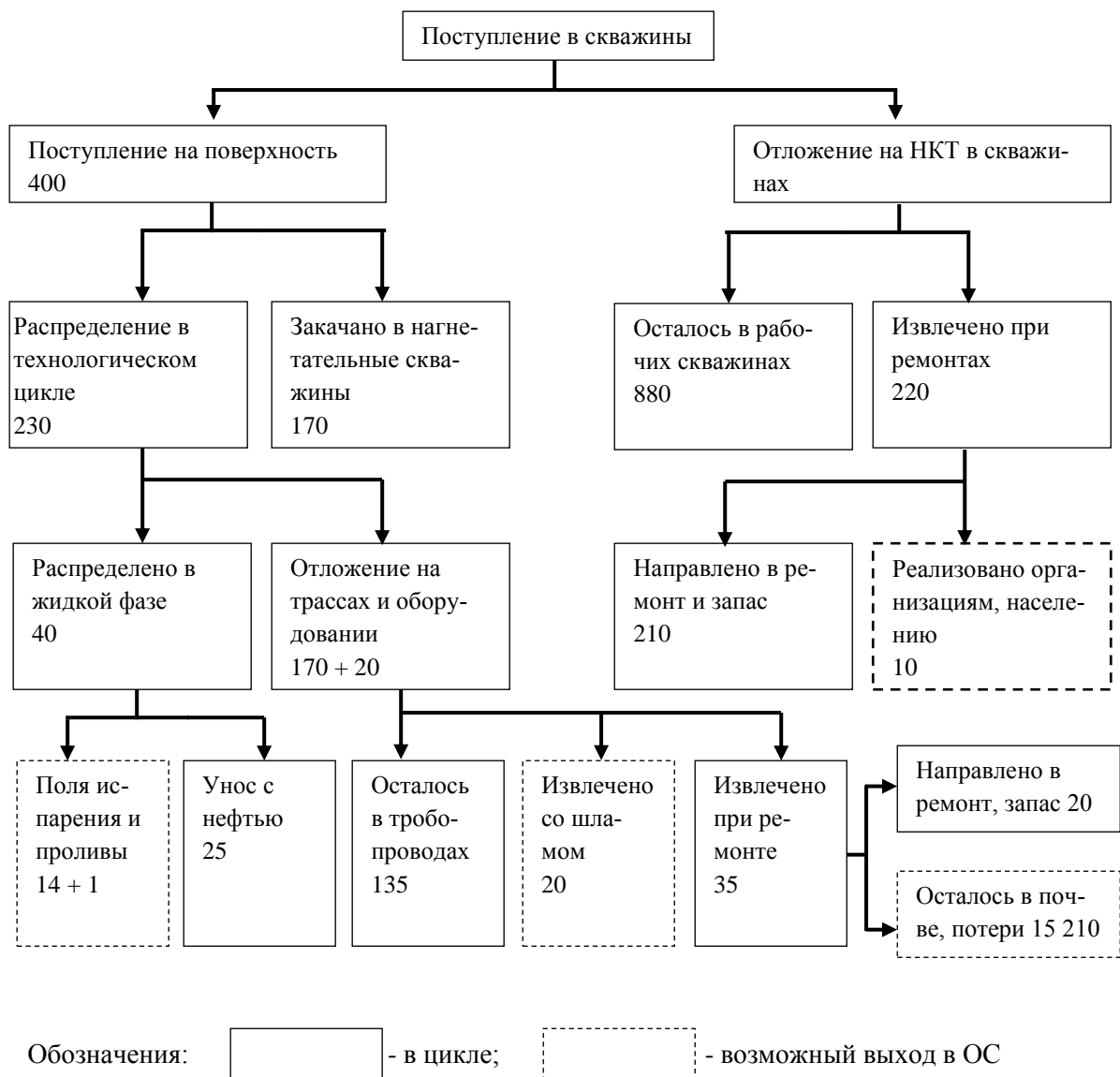


Рис. 5.3. Схема распределения радиоактивности в технологическом цикле и её выход в ОС, ГБк/год

По мнению авторов, твердые осадки высохших полей фильтрации будут представлять серьезную угрозу для проживающего населения после завершения отработки месторождения.

Аналогичная ситуация существует в США (штат Луизиана и др.), на нефтепромыслах, где нефте-водная смесь, поступающая на поверхность, в 5–20 раз более радиоактивна, чем вода, сбрасываемая с АЭС.

Известны подземные и поверхностные воды с высоким содержанием урана. Так, на участках с урановой минерализацией его концентрация может достигать $n \cdot 10^{-2}$ – $n \cdot 10^{-2}$ г/л.

В ряде источников водоснабжения в Томской области концентрации урана достигают $7-8 \cdot 10^{-6}$, а в некоторых случаях и 10^{-5} г/л. Уровни накопления урана в водах Западной Сибири приведены в табл. 5.10.

Таблица 5.10

Типичные содержания урана в природных водах Западной Сибири

Разновидности природных вод			Содержание урана	
			г/л	нг/л
Воды безрудных районов	Поверхностные	Озера	$(640) \cdot 10^{-8}$	60–100
	Подземные	Реки	$(8-12) \cdot 10^{-8}$	80–120
		N-Q-отложений	$(6-20) \cdot 10^{-8}$	60–200
		Pg-отложений	$(3-7) \cdot 10^{-8}$	30–70
		Глубоких горизонтов (MZ, PZ)	$(1-15) \cdot 10^{-8}$	10–150
	Поверхностные водотоки		$(2-4) \cdot 10^{-7}$	200–400
Воды урановых месторождений	Грунтовые горизонты		$(4-6) \cdot 10^{-7}$	400–600
	Буферные горизонты		$3 \cdot 10^{-7}-3 \cdot 10^{-6}$	300–3 000
	Продуктивные горизонты		$5 \cdot 10^{-7}-5 \cdot 10^{-5}$	500–50 000
Техногенные приповерхностные аномалии района Сибирского химического комбината			$1 \cdot 10^{-6}-2 \cdot 10^{-5}$	1 000–2 0000

В грунтовых водах засушливых степных районов Западной Сибири содержания урана достигают $10^{-6}-10^{-5}$ г/л.

В этом случае уран, растворенный в воде, выступает не столько в качестве радиационно опасного фактора, создающего внутреннее облучение организма, но и как тяжелый металл – химически вредный компонент. Общеизвестно, что данный элемент и его соединения характеризуются политропным действием на органы и системы человека, особенно, почки, и не случайно уран иногда называют «почечным ядом».

Как правило, источником урана в поземной воде являются породы и руды с повышенным содержанием урана. Для Томской области это могут быть бурые угли и лигниты, осадочные породы, обогащенные цирконом, монацитом.

Кроме урана, в таких водах в значительных количествах может находиться радий-226, продукт распада урана. Так, в Магаданской области концентрация радия в воде некоторых постоянных водотоков, была столь существенна, что приближалась к ДКБ. Источником этого накопления был массив горных пород с повышенным содержанием урана, находящийся за много десятков километров от места опробования.

Недоучет данного радиационно опасного фактора, отсутствие информации о концентрациях урана и радия в воде может привести к созданию

дискомфортных условий для проживания человека как в виде непосредственного влияния радионуклидов при потреблении воды (отложения в почках, костях и т. д.), так и через создание высоких концентраций радона в помещениях (ванны, кухни и т. д.).

Естественные радиоактивные элементы, например, высокоактивный продукт распада урана – радий, широко использовались и используются для решения ряда народнохозяйственных задач в виде люминесцирующих красок (соли радия) для циферблатов приборов, для добавок с целью получения красивых окрасок стекол (Богемский хрусталь и т. д.), а также эталонов для калибровки радиометрической и дозиметрической аппаратуры (1 мг Ra с фильтром из платины толщиной 0,5 мм на расстоянии 1 см создает мощность экспозиционной дозы, равную 8,4 Р/ч).

Именно этими материалами в большинстве случаев создавалось нарушение радиационного фона в ряде населенных пунктов, на предприятиях, в жилых помещениях. Например, в г. Томске значительная часть установленных аномалий радиоактивного фона была обусловлена находками люминесцирующих светосоставов на основе солей радия (бывшие здания манометрового завода и др.).

Загрязнение природной среды естественными радионуклидами происходит на этапе добычи и глубокой переработки как радиоактивных, так и не радиоактивных руд. Часть урана может выбрасываться с вентиляционными выбросами, сточными техническими водами, накапливаться в прудах-отстойниках и т. д. Это послужило причиной загрязнения природной среды в Читинской и Свердловской областях, Республике Казахстан, на Чукотке и в других регионах.

Примером такого рода загрязнений природной среды является район завода химконцентратов в г. Новосибирске, что было установлено после проведения радиоэкологической съемки силами ГГП «Березовгеология». Причиной загрязнения соединениями урана и радия явились отходы данного предприятия.

Повышенным содержанием естественных радиоактивных элементов характеризуются также доменные шлаки, жидкие и твердые отходы редкометалльной промышленности, термофосфорные шлаки, красные шламы алюминиевого производства и т. д.

Так, В.А. Соколов (главный специалист по радиэкологии Госкомэкологии Магаданской области) отмечает, что в процессе гравитационного обогащения оловорудных концентратов на добычных предприятиях Чукотки (п. Красноармейский) радиоактивность достигает 740 кБк/кг, а загрязненность почв альфа-нуклидами достигала величины от 7,4 до 74 кБк/кг. Этот уровень альфа-активности материалов, согласно ОСП 72/87 и СПORO-85, соответствует категории твердых радиоактивных отходов

(более 7,4 кБк/кг). Тем не менее, работа с этими материалами проводилась без специальных мер радиационной безопасности.

При этом следует отметить, что сами по себе первичные оловянные руды не содержат высоких концентраций урана и тория. Но микроколичества (менее 1 %) акцессорных минералов, содержащих повышенные количества урана и тория (циркона, монацита и др.) накапливались в процессе обогащения руд совместно с минералами олова и обуславливали столь высокую альфа-радиоактивность оловоносного концентрата.

Аналогичная картина отмечается и при отработке золоторудных и оловорудных россыпных месторождений Якутии, где радиоактивность оловорудных концентратов нередко достигает 200–3 000 мкР/ч.

Такая же ситуация может сложиться и при отработке циркон-ильменитовых песков Западной Сибири (Туганское, Тарское и др.). Поэтому на такого рода предприятиях должен быть налажен четкий радиационный контроль.

Особо следует обратить внимание на загрязнение природной среды естественными радиоактивными элементами (ураном, торием, радием, полонием, изотопами свинца-212, 214, висмутом-214 и др.) в результате сжигания углей на ГРЭС и ТЭЦ. Угли, как природные образования, в тех или иных количествах, содержат естественные радиоактивные элементы. Их концентрация определяется многими факторами. На рис. 5.4 приведена типизация углей по содержанию урана и тория. При этом выделяются угли с весьма высокими содержаниями урана (Итатское месторождение и некоторые другие). Эти угли уже по данным показателям не могут быть использованы для сжигания без специальной их подготовки и полного пылеулавливания, не говоря о том, что в этих углях могут содержаться экологически опасные элементы: ртуть, мышьяк, бериллий и т. д.

Учитывая тот факт, что при сжигании углей происходит концентрирование многих химических компонентов в золе и шлаках (см. рис. 5.4), нетрудно подсчитать, что одна средней мощности тепловая станция в год будет выбрасывать, при существующих сегодня средствах пылеулавливания, около 3–4 т урана, как химического соединения, в природную среду, вовлекая его в кругооборот, приводя к накоплению в растениях, живых организмах и т. д.

Поэтому неслучайно в г. Томске основной участок с повышенным радиационным фоном фиксируется именно на отвалах ГРЭС-2, а в твердом остатке снеговых проб в ряде районов города отмечаются концентрации урана до 10 и более г/т. Можно подсчитать, что при общей запыленности 100 т на км² в год, на этой площади только за 1 год будет сконцентрировано более 1 кг урана. Кроме того, здесь будут присутствовать и полоний-

210, и изотопы свинца-212, 214 и другие естественные радионуклиды (табл. 5.11), а также и токсичные химические элементы (табл. 5.12).

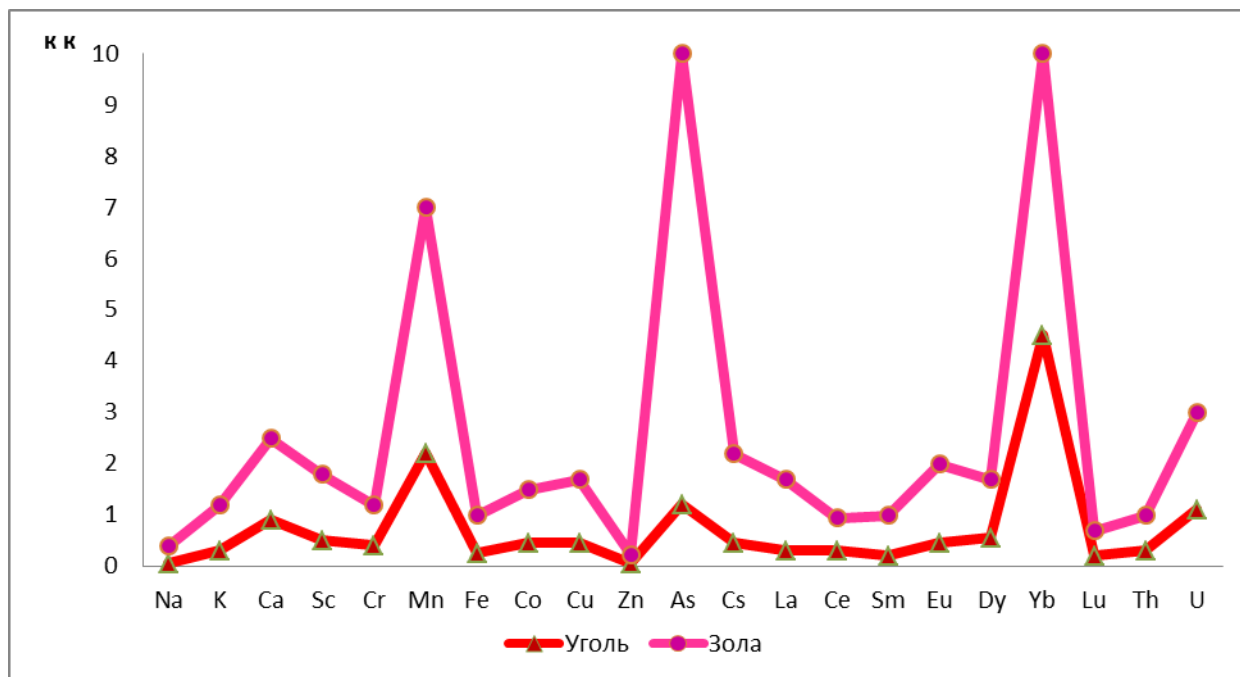


Рис. 5.4. Нормированные кривые распределения микроэлементов в углях и золах

Расчеты показывают, что в районе Новочеркасской ГРЭС, сжигающей угли Донбасса, только за счет газо-аэрозольных выбросов тория-232 (при среднем содержании тория в угле 7,6 г/т) вокруг ГРЭС образуется поле его концентраций в воздухе, в 17–284 раза превышающее допустимый уровень объемной активности радионуклида в воздухе, а предельные эквивалентные дозы от тория-232 превышают нормативные показатели в 17–75 раз. И это все без учета вклада урана, радия и продуктов их распада.

Таким образом, мы можем себе отчетливо представить радиоэкологическую опасность от сжигания твердого горючего топлива по существующим в России на сегодняшний день технологиям сжигания и улавливания выбросов.

В регионах должен быть налажен радиационный контроль за качеством завозимого угля на ГРЭС и ТЭЦ.

Обращает на себя внимание, что некоторые типы углей Подмосквовного бассейна также являются радиоэкологически опасными для использования. К аналогичному типу углей могут быть отнесены угли Райчихинского (Дальний Восток), Хоронорского (Забайкалье) и других месторождений.

Таблица 5.11

Оценка ежегодных выбросов в атмосферу радиоактивных материалов
от ТЭС на угле электрической мощности 1 000 МВт

Изотоп	Выбросы, Бк/год	Изотоп	Выбросы, Бк/год
Ряд ^{238}U		Ряд ^{235}U	
^{238}U	$2,96 \cdot 10^8$	^{235}U	$1,295 \cdot 10^7$
^{234}Th	$2,96 \cdot 10^8$	^{231}Th	$1,295 \cdot 10^7$
$^{238}\text{Pa}^m$	$2,96 \cdot 10^8$	^{231}Pa	$1,295 \cdot 10^7$
^{230}Th	$2,96 \cdot 10^8$	^{227}Ac	$1,295 \cdot 10^7$
^{226}Ra	$2,96 \cdot 10^8$	^{227}Th	$1,295 \cdot 10^7$
^{218}Po	$2,96 \cdot 10^8$	^{223}Ra	$1,85 \cdot 10^8$
^{214}Pb	$2,96 \cdot 10^8$	^{224}Ra	$1,85 \cdot 10^8$
^{214}Bi	$2,96 \cdot 10^8$	^{212}Pb	$1,85 \cdot 10^8$
^{214}Po	$1,295 \cdot 10^7$	^{212}Bi	$1,85 \cdot 10^8$
^{211}Pb	$1,295 \cdot 10^7$	^{208}Tl	
^{211}Bi	$1,295 \cdot 10^7$	Итого $8,18 \cdot 10^8$	
^{207}Tl	$1,295 \cdot 10^7$	Выбросы радона	
Итого $24,2 \cdot 10^9$		^{220}Rn	$1,48 \cdot 10^{10}$
Ряд ^{232}Th		^{222}Rn	$2,96 \cdot 10^{10}$
^{232}Th	$1,85 \cdot 10^8$	Итого $452 \cdot 10^8$	
^{228}Ra	$1,85 \cdot 10^8$	Итого от 1 ТЭС на угле в год $5,0 \cdot 10^{10}$	
^{228}Ac	$1,85 \cdot 10^8$		
^{228}Th	$1,85 \cdot 10^8$		
^{210}Pb	$2,96 \cdot 10^8$		
^{210}Bi	$2,96 \cdot 10^8$		
^{210}Po	$2,96 \cdot 10^8$		
Итого $16,28 \cdot 10^8$			

Таблица 5.12

Количество токсичных элементов в выбросах ТЭС на угле
электрической мощностью 1 000 МВт

Элемент	Приблизительный ежегодный выброс, т/год
Мышьяк	9
Барий	30
Хлор	2
Марганец	7
Ртуть	2
Никель	7
Ванадий	7

Близкая к этому ситуация может возникнуть и при использовании некоторых типов торфов. Так, например торф Карийского месторождения, который в 1968-1971 гг. использовался в топливной смеси для ТЭЦ-3 г. Кирово-Чепецка, содержит промышленно значимые концентрации урана.

По нашему мнению, выгоднее и безопаснее построить 2 атомных источника энерготеплоснабжения, чем запустить ТЭЦ, работающую на угле, особенно буром.

Следует отметить, что естественные радиоэлементы имеют свойство избирательно накапливаться в тех или иных биологических объектах. Например, полоний-210, продукт распада урана, наиболее интенсивно концентрируется в табаке и при курении с табачным дымом поступает в организм курильщика (и не только!), накапливается в тканях и тем самым усугубляет действие табачного дыма, содержащего канцерогенные вещества. Не случайно специалисты считают табачный дым одним из самых опасных факторов риска заболевания раком (рис. 5.5, табл. 5.13).

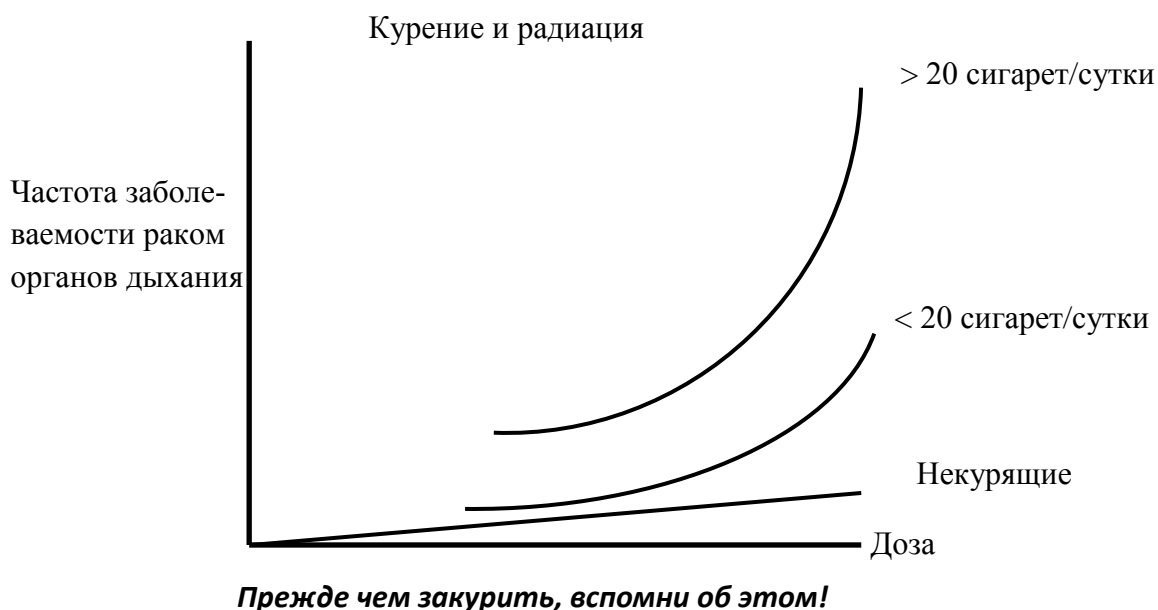


Рис. 5.5. Частота заболеваемости раком органов дыхания у курящих и некурящих людей

Таблица 5.13

Содержание полония-210 в печени и крови человека

Ткани и органы человека	Некурящий человек, пКи/кг	Курящий человек, пКи/кг
Печень	31,1	57,7
Кровь	4,4	26,0

Естественный радиационный фон в любом регионе прежде всего определяется содержаниями естественных радиоактивных элементов: урана, тория, калия и продуктами их распада (радий-226 и др.).

Существуют видоизмененные формулы для расчета ионизации воздуха над породами и почвами, в состав которых входят естественные радиоактивные элементы. Из этих формул достаточно наглядно виден вклад в мощность экспозиционной дозы различных радионуклидов:

$$D_{Ra} = 1,84 \cdot 10^{12} S_{Ra};$$

$$D_U = 6,4 \cdot 10^6 S_U;$$

$$D_{Th} = 3,1 \cdot 10^6 S_{Th};$$

$$D_K = 13,3 \cdot 10^2 S_K,$$

где D_{Ra} , D_U и т. д. – мощность дозы в воздухе (рад/год), измеренная над слоем почвы или горной породы, содержащей S_{Ra} , S_U и т. д. граммов радия, урана и т. д. на грамм породы или почвы.

В табл. 5.14 показан пример расчета экспозиционных доз от пород с различным содержанием урана, тория и калия и примерная мощность экспозиционной дозы, которая может быть измерена на поверхности полевым радиометром СРП 68-01.

Таблица 5.14

Мощность дозы γ -излучения от радия, урана, тория и калия в породах и почвах

Тип породы	Мощность дозы, мрад/год				Мощность дозы γ -излучения, измеренная СРП 68-01, мкР/ч
	^{226}Ra	^{238}U	^{232}Th	^{40}K	
Вулканические	24	26	37	35	~ 14
Осадочные:					
песчаники	13	7,7	18	15	~ 6
сланцы	20	7,7	31	36	~11
известняки	7,7	8,4	4	4	~ 3

Из вышесказанного следует, что естественный радиационный фон, измеряемый радиометрами и дозиметрами в виде мощности экспозиционной дозы (мкР/ч, нГр/ч), в помещениях также прежде всего определяется видом и типом строительного материала, характеризующегося разным содержанием естественных радиоактивных элементов. Это не касается случаев попадания техногенных радионуклидов в строительные материалы или загрязнения ими в тех или иных ситуациях.

По имеющимся данным, мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в зданиях различных стран мира может составлять от 30 до 172 нГр/ч (табл. 5.15).

Таблица 5.15

Мощность дозы γ -излучения в зданиях различных стран

Страна	Число обследованных зданий	Тип зданий	Мощность дозы в воздухе, нГр/ч		Год исследований
			средняя	Средневзвешенная по стране	
Австрия	1 900	Кирпичные	110	71	1980
		Бетонные	81		
		Деревянные	75		
		Каменные	110		
Великобритания	2 000	Различные	62	(62)	1985
ГДР	600	Различные	74	(74)	1969
Дания	82	Кирпичные	60	60	1985
		Бетонные	50		
		Деревянные	30		
Ирландия	223	Различные	62	(62)	1985
Италия	600	Различные	60	(60)	1984
Нидерланды	399	Различные	64	(64)	1985
Норвегия	2 026	Кирпичные	120	95	1977
		Бетонные	105		
		Деревянные	71		
Польша	1 351	Сборные со шлаком	77–120	73	1984
		Кирпичные	57–100		
		Сборные	57–100		
		Кирпично-деревянные	54–68		
		Деревянные	60–79		
Франция	946	Различные	88	75	1980
	5 798	Различные	75	1985	
ФРГ	29 996	Каменные	70	70	
		Каркасные	71		
		Сборные	40		
		Деревянные	45		
Швеция	1 189	Кирпичные	92	96	1983
			116		
			172		
			53		

Примечание. Для получения МЭД в мкР/ч необходимо Мэд в нГр/ч разделить на 10.

Эти данные хорошо согласуются с данными, приводимыми для зданий Европейской части СССР (табл. 5.16).

Таблица 5.16

Мощность экспозиционной дозы N в зданиях некоторых городов Европейской части Советского Союза

Город	Географическая область	Число зданий	Материал	N, мкР/ч	
				в здании	на грунте
Архангельск	Дельта Сев. Двины	54	К	7,5±2,1	5,3±1,1
Вильнюс	Зап.-Европ. часть СССР	49	К	7,5±1,11	5,2±0,5
Владимир	Центр.-Европ. часть СССР	32	К	10,2±1,1	7
Воронеж	Окско-Донская равнина	107	К	8,2±1,3	5,6±2,1
Выборг	Карельский перешеек	87	К	23,5±2,1	16±1,2
Железноводск	Сев. Кавказ	27	К	24,2±6,1	15,1 ±1,2
Калининград	Зап.-Европ. часть СССР	69	К	11,3±4,1	6,7±0,9
Каунас	Зап.-Европ. часть СССР	72	К	14,1±0,9	9,7±1,5
Кисловодск	Сев. Кавказ	62	К	16,4±3,2	10,1±3,2
Ленинград	Карельский перешеек	192	К	12,8±1,5	8,1±2,2
Мин. Воды	Сев. Кавказ	24	К	16,1±2,1	10,3±2,1
Москва	Центр.-Европ. часть СССР	119	К	11,0±0,9	9,5
Новгород	Зап.-Европ. часть СССР	52	К	10,3±2,9	5,1±0,6
Псков	Зап.-Европ. часть СССР	66	К	10,6±0,6	4,0
Пятигорск	Сев. Кавказ	64	К	16,3±2,1	10,0±0,9
Рига	Зап.-Европ. часть СССР	129	К	8,0±1,4	3,0±1,0
Рязань	Центр.-Европ. часть СССР	81	К	5,0±1,0	6,0±1,5
Севастополь	Крым	117	И	3,3±1,3	3,4
Симферополь	Крым	98	И	13,8±0,7	3,5
Ставрополь	Сев. Кавказ	89	К	2,1±1,1	8,3±1,2
Таллин	Зап.-Европ. часть СССР	89	К	4,6±2,1	3,2±2

Повышенная мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в гг. Выборг и Железноводск обусловлена использованием в строительстве зданий местных горных пород, содержащих повышенные концентрации калия, тория, урана и продуктов их распада (радий-226 и др.). В этих же зданиях следует ожидать и высокую концентрацию альфа-излучающего радиоактивного газа – радона, хотя не всегда более высокая МЭД свидетельствует о повышенных концентрациях радона. Это объясняется особенностью миграции и накопления урана и продуктов его распада, а также тем, что МЭД может быть обусловлена высокими концентрациями тория и калия в породах.

Выполненная в России работа по построению карт радиационных доз естественного гамма-излучения учитывает вклад как от содержания естественных радионуклидов в поверхностных образованиях земной коры, так и от космического излучения, зависящего от абсолютных высот.

Эти исследования показали, что мощность дозы гамма-излучения горных пород и почв различных ландшафтных зон России отличается на порядок (150–2 070 мкЗв/год). Расчетная средняя мощность дозы естественного гамма-излучения горных пород России близка к 535 мкЗв/год. При средней высоте над уровнем моря территории 430 м доза космического излучения для средних широт составляет 323–333 мкЗв/год.

По величине дозы природного гамма-излучения на территории России выделяются зоны: пониженной (до 600 мкЗв/год), умеренной (600–900 мкЗв/год), повышенной (900–1 250 мкЗв/год) и высокой (более 1 250 мкЗв/год) природной радиации.

Зона пониженной радиации располагается в равнинной части севера России (абсолютная высота до 200 м), охватывая тундровые и таежные ландшафты Русской платформы, центральной части Западно-Сибирской плиты и север Сибирской платформы. Низкие значения радиационной дозы обусловлены пониженными содержаниями ЕРЭ в осадочном чехле, метаморфических и магматических породах основного, среднего состава и почвах (глеевые, болотно-подзолистые, болотные). Космическая составляющая дозы не превышает 300 мкЗв/год.

Зона умеренной радиации охватывает лесостепные ландшафты Восточно-Европейской равнины, включая южную часть Русской платформы и Урал. В Азиатской части она сопряжена с таежными ландшафтами северной части Алтае-Саянской области и юго-восточной окраиной Сибирской платформы. Фоновое значение дозы природного гамма-излучения объясняется здесь широким развитием осадочных и магматических формаций с кларковыми концентрациями ЕРЭ, распространением дерново-подзолистых, подзолистых и мерзлотно-подзолистых почв, мощность дозы которых превышает 600 мкЗв/год. Космическая составляющая дозы со-

ставляет 310–340 мкЗв/год, так как средние абсолютные высоты не превышают 300–500 м. В зоне умеренной радиации проживает около 70 % народонаселения России.

Зона повышенной природной радиации сопряжена со степными ландшафтами Предкавказья и горно-таежными ландшафтами обширных территорий Восточного Забайкалья и Дальнего Востока. Преобладающими высотами здесь являются 1 000–1 400 м и выше, что создает дозу космического излучения более 400 мкЗв/год. В пределах зоны широко распространены кислые магматические породы с повышенными содержаниями ЕРЭ. Среди почв преобладают лугово-черноземные, каштановые (степная зона), дерново-подзолистые и подзолистые (горно-таежная зона), мощность дозы от которых достигает 800–900 мкЗв/год. Относительно повышенные значения мощности дозы гамма-излучения установлены и в Предкавказье (1 100–1 250 мкЗв/год). Как считают некоторые специалисты, это связано с широким развитием в регионе битуминозных повышеннорadioактивных мезозойских отложений краевого прогиба и радиогеохимически специализированных по урану пород.

Территории с высокими дозовыми нагрузками занимают не более 1,4 % площади России и не образуют единой зоны. Как правило, это горные и высокогорные районы южной, юго-восточной и восточной окраин России. Эти территории располагаются на Кавказе, в Горном Алтае, на хребтах Аkitкан, Становом, Сунтар-Хаята, Патомском, Алданском, Анабарском нагорьях, Витимском плато и Кольском полуострове. Повышенная доза радиации определяется коренными выходами магматических пород ультракислого, щелочного составов и ультраметаморфическими формациями. Заметный вклад в этих районах в интенсивность радиации вносят также дозовые нагрузки космического излучения, так как абсолютные высоты достигают 1 500–2 000 м и выше.

В Западно-Сибирском регионе радиационная обстановка также прежде всего определяется естественным фактором.

Среди природных факторов повышенной радиационной обстановки на территории бассейна р. Оби можно выделить следующие.

1. Наличие крупных месторождений ильменит-цирконовых песков и ряда других месторождений, содержащих повышенные концентрации тория, урана, редких земель, а также месторождений радиоактивных руд (левые притоки р. Томи – р. Кия и др.).

2. Распространение гранитоидов с повышенным содержанием урана и тория (белокурихинский, колыванский, чебулинский и другие комплексы).

3. Развитие некоторых типов угленосных отложений (бурые угли, лигниты и т. д.), содержащих повышенные концентрации радиоактивных

элементов (Итатское бурое угольное месторождение в Кузбассе, лигниты Томской области и т. д.).

4. Поступление на поверхность радийсодержащих пластовых вод при отработке нефтяных месторождений.

5. Повышенные концентрации урана (до 10^{-5} – 10^{-4} г/л) в питьевых водах за счет особенностей их формирования в геологических формациях, специализированных на уран (Зырянский, Бакчарский и другие районы Томской области и т. д.).

6. Существование крупных золоотвалов ТЭЦ и ГРЭС с повышенными содержаниями естественных радионуклидов, загрязнение природной среды пылеаэрозольными выбросами от сгорания углей.

7. Отсыпка дорог в населенных пунктах шлаками с повышенным содержанием урана и тория, как производимыми на территории, так и привозимыми извне.

8. Эпизодический завоз на территорию фосфатной муки, минеральных удобрений с высоким содержанием естественных радионуклидов.

Несанкционированное использование материалов с высокими содержаниями радиоэлементов приводит к общему повышению радиационного фона выше природного (1, 2, 3, 6, 7-й факторы); образованию и накоплению радиоактивного газа без запаха и цвета – радона (1, 2, 3, 4, 6-й факторы), являющегося одним из опаснейших канцерогенов в силу того, что он является альфа-излучателем. В ряде случаев, радиоактивные элементы (уран, торий) и сопутствующие им редкие земли, накапливаясь в воде до высоких концентраций, становятся мощными «экологическими бомбами» химической природы с замедленным действием (уран, например, является почечным ядом).

На сегодняшний день на территории бассейна р. Оби известно достаточно большое число случаев установления зон и площадей высокого радиационного риска, обусловленного природными радиационными факторами.

В большинстве случаев эти участки могут быть довольно оперативно и с высокой степенью достоверности установлены методами аэрогамма-спектрометрии, автогамма-спектрометрии и т. д.

Для выполнения этих видов работ в бассейне р. Оби имеется специализированное высококласное производственное предприятие «Березовгеология» (г. Новосибирск).

Несколько сложнее обстоит дело с определением альфа-, бета-излучающих компонентов, особенно радона. Разработки последних лет ГПП «Березовгеология» («Омега», РРК-103 и др.), Радиевого института им. Хлопина (твердотельные детекторы на основе твердотельных материалов) и других организаций позволили оценить в первом приближении картину радоновой опасности в регионе.

Эффективная эквивалентная доза от всех природных факторов радиационного характера (без учета радона) за всю жизнь человека на этой территории (за некоторым исключением в отдельных зонах) может быть оценена на уровне 1–5 мЗв, что находится на среднем общепланетарном уровне.

Естественные радиоактивные элементы присущи в тех или иных количествах всем природным объектам нашей планеты. Живое вещество эволюционировало и адаптировалось к ионизирующему излучению на протяжении сотен миллионов лет. И неслучайно в живом мире существуют организмы, выдерживающие ионизирующую радиацию, соответствующую уровням в эпицентре ядерных взрывов (скорпионы и некоторые другие), а их хитиновый покров является лучшим материалом, защищающим организм от радиации. Существуют многочисленные мнения о том, что радиоактивность была одним из факторов зарождения сложных органических соединений и генетических изменений в живой природе.

5.4.2. Искусственные радиоактивные элементы

Искусственные радиоактивные элементы являются делом рук человеческих, и о них заговорили в конце 30-х – начале 40-х гг. XX в., а точнее, с 1938 г., когда О. Ганн и Г. Штрассман открыли явление деления ядра урана-235 под воздействием тепловых нейтронов, что положило начало развитию ядерных технологий различных направлений и типов.

Следует отметить, что так называемые искусственные радионуклиды образуются и в природе при взаимодействии нейтронов и протонов космического излучения с ядрами урана, углерода и др., в том числе идут процессы с образованием изотопов плутония и других трансурановых элементов. Однако, эти события крайне редки, и концентрация возникающих при этом элементов, осколков и продуктов деления незначительна, и их обнаружение возможно только с использованием супераппаратуры.

На земном шаре сегодня достоверно установлен и тщательно изучен факт работы природного ядерного реактора, что было выявлено на месторождении урана Окло (Габон) французскими исследователями в 1972 г. При переработке урановых руд было обращено внимание на весьма низкое содержание изотопов урана-235.

Обычно в природе доля изотопа урана 235 в общей сумме составляет 0,7 %, в то время как в рудах месторождения Окло она в разных участках колебалась от 0,2–0,3 до 0,7 %, что явилось результатом его выгорания в природном ядерном реакторе. Этот феномен хорошо изучен и описан в научной литературе.

Установлено, что начало реакции произошло 1 750–1 800 млн. лет назад. Возникновению цепной самоподдерживающейся реакции способ-

ствовало наличие богатых руд с содержанием урана более 25 % в объемах, превышающих 1 м³, окруженных бескварцевыми глинистыми породами, насыщенными водой. Реакция продолжалась ориентировочно 800 000 лет. При этом из массы урана в 500 т расщепилось около 1–1,5 т урана-235. Мощность реактора была около 2 000–3 000 МВт/год, всего было выделено около 130 млрд. кВт/ч энергии.

В зоне действия природного реактора были выявлены все присущие ядерным реакторам продукты деления: криптон, ксенон, технеций, рутений, прометий, плутоний, америций, неодим, самарий, стронций, цезий и др. в строго определенных соотношениях, определяемых объективными законами ядерной физики.

Отмечается, что распространение продуктов деления от зоны реакции было невелико, что весьма важно при прогнозировании распространения радионуклидов от места аварии.

Однако, масштабы загрязнения природной среды искусственными радионуклидами вследствие деятельности человека несоизмеримо значительнее.

Основными источниками радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды искусственными (техногенными) радионуклидами – продуктами рук человеческих – могут быть следующие.

1. Испытания ядерных устройств на военных полигонах (Семипалатинский, Новоземельский, Невадский, Лобнорский и др.); ядерные взрывы для повышения нефтеотдачи пластов (Якутия, Поволжье и др.), строительство каналов (Пермская обл.) и т. д.

2. Деятельность предприятий ядерного-топливного цикла (ЯТЦ) типа Сибирского химического комбината (Томск-7); НПО «Маяк» (Челябинск-65), Красноярского горнохимического комбината (Красноярск-26), Хенфорд (США) и др., а также энергетических ядерных реакторов (АЭС).

3. Аварии на атомных электростанциях и реакторах (Чернобыльская, СССР, 1986; Три-Майл-Айленд (США), 1979; Уиндскейл, Англия, 1957), на надводных и подводных кораблях, космических аппаратах, использующих реакторы и ядерные устройства; инциденты с ядерным оружием.

4. Захоронение радиоактивных материалов.

5. Халатное хранение и использование технических устройств (индикаторы, эталоны и т. д.), в которых используются радиоизотопы цезия-137, стронция-90 и др.

Техногенные радиационные факторы, их реальные и потенциальные источники на территории Западной Сибири (85 % площади бассейна р. Оби расположено на Западно-Сибирской равнине) весьма разнообразны (рис. 5.6).

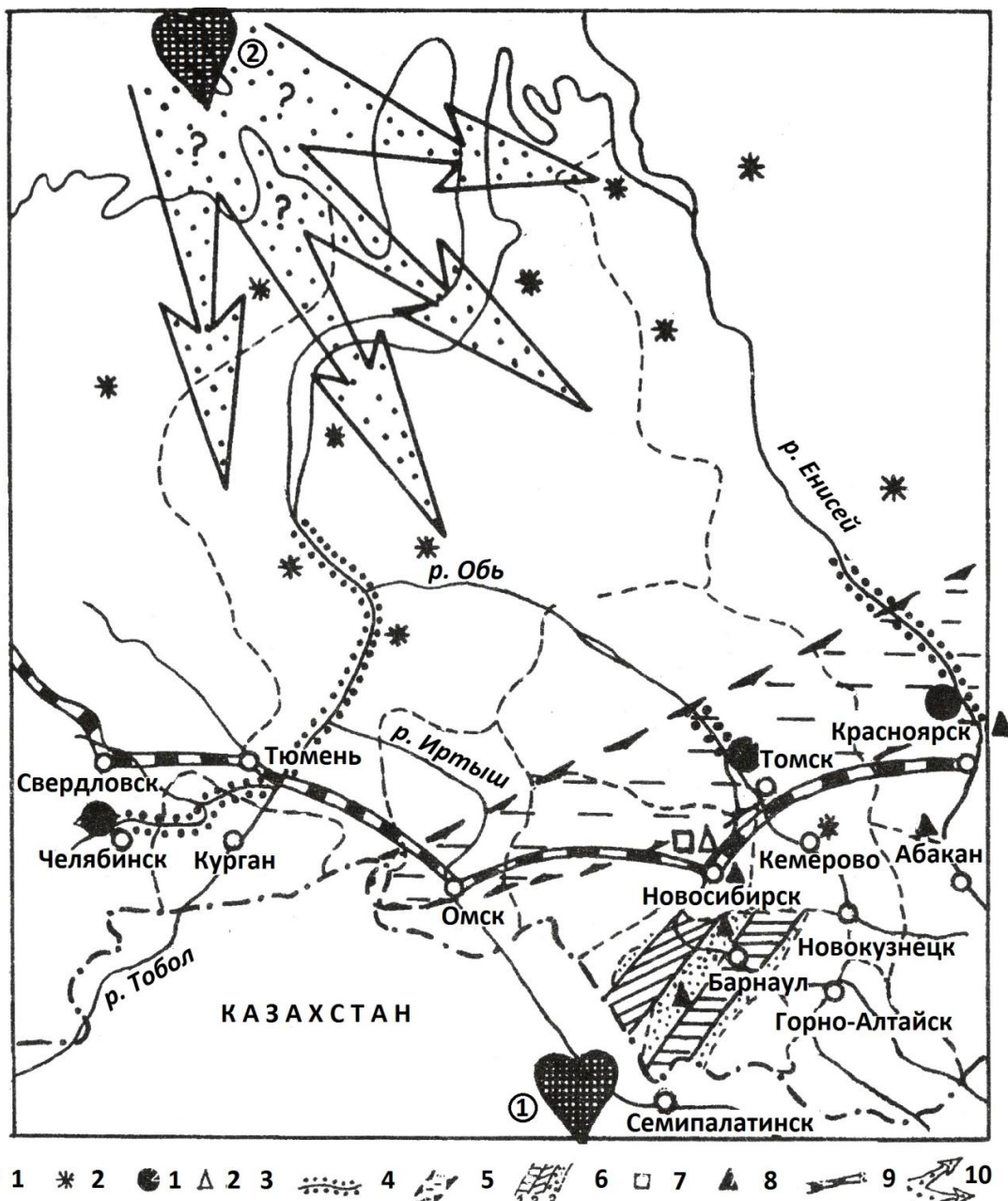


Рис. 5.6. Схематическая карта локализации радиационных факторов техногенной природы, их реальных и потенциальных источников в Западной Сибири:

1 – полигоны испытания ядерного оружия: 1 – Семипалатинск, 2 – Новая Земля; 2 – места проведения ядерных взрывов в народно-хозяйственных целях; 3 – предприятия ядерного топливного цикла: 1 – производство плутония, обогащение урана и т. д., 2 – производство ТВЭЛов с прудами отстойниками, пунктами захоронения радиоактивных отходов; 4 – сброс радионуклидов в открытые водотоки; 5 – зона дальнего выпадения от взрыва на Тоцком полигоне; 6 – положение радиоактивных следов на территории Алтайского края от взрывов на Семипалатинском полигоне: 1 – 1949 г., 2 – 1961 г., 3 – 1962 г.; 7 – спецкомбинат «Радон»; 8 – места размещения ядерного оружия (по сообщению ТВ «Губернские новости» от 14.10.95 со ссылкой на «Гринпис»); 9 – пути транспортировки ядерных материалов; 10 – возможные пути разноса радионуклидов от испытаний на Новой Земле

Основными реальными и потенциальными источниками радиационного воздействия техногенной природы на территории этого речного бассейна являются и могут являться следующие.

1. Испытания ядерных устройств на Семипалатинском (Республика Казахстан), Новоземельском и Тоцком полигонах, а также глобальные выпадения аэрозолей от испытания ядерного оружия на полигонах Китая и других стран.

2. Проведение ядерных взрывов в скважинах для повышения нефтегазоотдачи пластов, решения геолого-геофизических и других задач.

3. Штатная деятельность предприятий ядерного топливного цикла (НПО «Маяк», Челябинск-65, г. Озерск; Сибирский химический комбинат, Томск-7, г. Северск; Красноярский горно-химический комбинат (Красноярск-26, г. Железногорск; Новосибирский завод химконцентратов).

4. Технологические аварии на предприятиях ЯТЦ (Челябинск-60 – 1957; Томск-7 – 1993 и т. д.).

5. Пункты централизованного захоронения и длительного хранения радиоактивных веществ и материалов (спецкомбинат «Радон» в районе станции Чик Новосибирской области; пруды-отстойники, хранилища твердых материалов на предприятиях ЯТЦ).

6. Закачки жидких радиоактивных отходов в геологические формации (СХК, Красноярский ГХК) на глубины до 400 метров.

7. Проявление халатности и беззаботности при организации хранения и использования технических устройств (индикаторы, эталоны, источники, препараты и т. д.), в которых используются радиоактивные изотопы цезия, стронция, кобальта, плутония и т. д.

8. Потенциальным источником радиационной опасности могут быть базы хранения и боевого дежурства ракет с ядерными боеголовками, находящихся под контролем Министерства обороны.

На сегодняшний день в мире, согласно реестру геологической лаборатории в штате Оклахома, полученному по сети Интернет, проведено около 2 060 ядерных взрывов, в том числе в СССР – 715, из них 215 – в атмосфере. Из этого общего числа 124 ядерных взрыва в атмосфере общей мощностью 16,5 млн. т тротилового эквивалента (ТЭ) (средняя мощность одного взрыва – 0,133 млн. т ТЭ) проведено на Семипалатинском полигоне (СП), (бассейн р. Иртыш, левый средний приток р. Оби), а 90 воздушных взрывов общей мощностью 273 млн. т ТЭ (при средней мощности 1 взрыва 3,03 млн. т ТЭ) выполнено на о. Новая Земля (Северный испытательный полигон – СИП) в непосредственной близости от Обской губы, в том числе взрыв ядерной бомбы в 58 Мт.

США и СССР прекратили испытание ядерного оружия в атмосфере в 1963 г., тогда как Франция продолжала их до 1975 г., а Китай – до 1981 г.

Специалисты считают, что при этом в приземные слои атмосферы было выброшено основных дозообразующих продуктов деления: $2 \cdot 10^7$ Ки стронция-90, $2,6 \cdot 10^7$ Ки цезия-137.

Тенденция уменьшения выпадения искусственных радионуклидов из атмосферы просматривается однозначно, и только в 1986 г. фиксируется их заметное увеличение, связанное с аварией на Чернобыльской АЭС, повлекшей за собой выброс значительного количества радионуклидов в атмосферу.

О масштабах реального радиационного загрязнения при испытании ядерного оружия можно судить по результатам исследований после испытания водородной бомбы на о. Бикини 1 марта 1954 г. Установлено, что частицы радиоактивной пыли диаметром более 0,1 мм выпадали на расстоянии 224 км от места взрыва по направлению ветра, а диаметром 0,05 мм оседали по направлению ветра на расстоянии до 960 км от места взрыва. Японские рыболовные суда были сильно загрязнены радиоактивными веществами на расстоянии 1 600 км, а менее слабое загрязнение фиксировалось на расстоянии 6 400 км. Таким образом, установлено, что при взрыве мегатонных бомб радиоактивные осадки распространяются в радиусе 10 000 км (!!!). Загрязненная радиоактивными веществами рыба вылавливалась в течение нескольких месяцев на расстоянии 6 400 км. Рыба, выловленная на расстоянии 3 200 км, была не пригодна для реализации.

В результате взрыва вокруг острова Бикини образовался район площадью 25 600 км² (окружность радиусом 90,3 км), в пределах которого величина возможного облучения от радиоактивных осадков составляла смертельную дозу.

На островах Ронгелак, Ронгерик и Утерик, находящихся в 240 км от эпицентра, выпали радиоактивные осадки в виде мелкого белого снега. Жителей пришлось эвакуировать, они получили дозу внешнего облучения от 14 до 175 Р. У всех детей, попавших под испытание, впоследствии развилось заболевание щитовидной железы. У людей были все признаки радиационного поражения.

Площадь загрязненной морской воды вокруг о. Бикини составляла 2 560 000 км² (круг радиусом 903 км). Вода была радиоактивной на глубине 50–500 м. Через 2 месяца на расстоянии 1 920 км от острова радиоактивность воды превышала предельно допустимую дозу для питьевой воды в 20 раз.

Воздействие полигона, расположенного в Семипалатинской области республики Казахстан, на территорию бассейна р. Оби более или менее оценено для Алтайского края и сегодня его пытаются оценить в Республиках Горный Алтай, Тува, Хакасия, а также в Новосибирской и Кемеровской областях, где признаки присутствия следов от испытаний ядерных устройств в 1949, 1961, 1962 гг. и др. обнаруживаются. Граница Алтайского края, конечно же, не является границей их распространения

(рис. 5.6, 5.7). Об этом, прежде всего, свидетельствуют архивные данные геологических предприятий Сибири (ГПП «Березовгеология», «Сосновгеология», Горная экспедиция, Запсибгеология и др.). По этим материалам хронологически с точностью до суток можно определить, когда радиоактивные аэрозоли достигли той или иной территории.

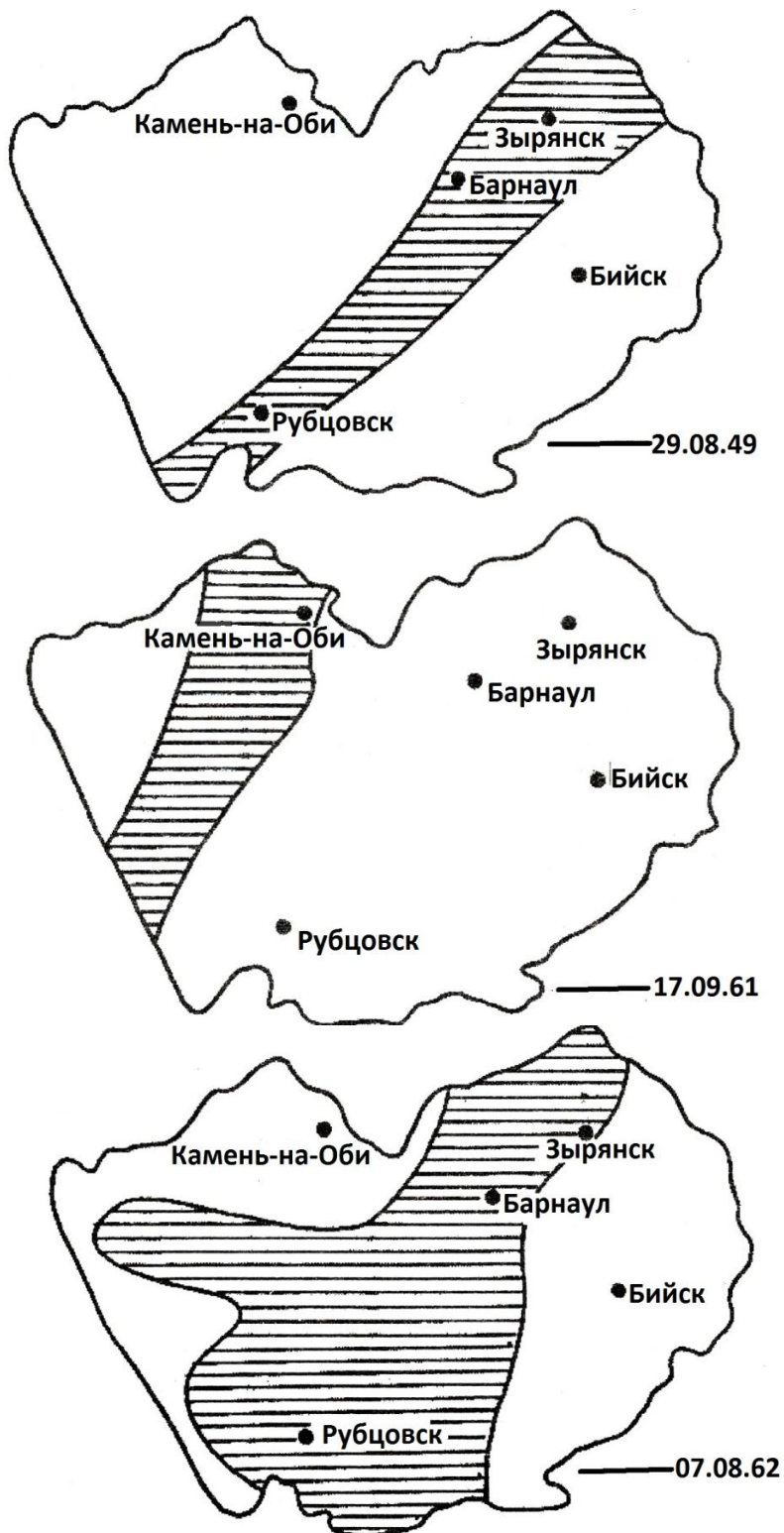


Рис. 5.7. Положение радиоактивного следа на территории Алтайского края от испытания ядерных устройств на Семипалатинском полигоне

Следует особо отметить, что все взрывы ядерных устройств на СП производились при метеоусловиях, когда воздушные потоки имели восток-северо-восточное направление. Их траектория была, конечно, в силу неоднородности атмосферы значительно более сложная (см. рис. 5.7, 5.8), что могло обусловить выпадение радиоактивных осадков в любой точке по трассе движения. По-видимому, этими дальними выпадениями могла быть сформирована зона поверхностного загрязнения почв радионуклидами в районе оз. Байкал.

Какова степень воздействия ядерных взрывов, проведенных на СИП или полигона оз. Лобнор в Китае, на территорию Обского бассейна, особенно от взрывов сверхмощных ядерных зарядов (в том числе более 10 Мт), остаётся только предполагать, так как доступной информации по этому вопросу нет, а имеющиеся сведения дают только самые общие представления.

На территории бассейна р. Оби в 1965–1988 гг. была проведена серия подземных ядерных взрывов (ПЯВ) (около 12) в промышленных целях.

Судя по официальным сообщениям, радиационная обстановка в местах проведения ПЯВ находится на уровне естественного регионального фона, но при этом не сообщается что-либо о загрязнении подземной гидросферы, а в данном случае это самая основная потенциальная радиационная опасность.

Обстоятельные исследования, организованные правительством Республики Саха (Якутия) в районе проведения подземных ядерных взрывов, показали, что реальная радиоэкологическая обстановка на данных участках территории республики далека от таковой, представленной в официальной прессе. Достаточно только отметить, что в районе ПЯВ «Кристалл» (около пос. Удачный) содержание плутония-239, 240 в почвах составляет от 0,006 до 35,5 Бк/г, что сопоставимо или даже выше, чем загрязнение почв плутонием в районе ЧАЭС. Плутоний обнаруживается также в коре мертвых деревьев, ягеле, лосином помете. И все это наблюдается на фоне близкой к нормальной для региона МЭД по гамма-излучению.

Взрывы ядерных устройств в мирных целях способствуют радиоактивному загрязнению подземных вод, нефти и ощутимому экологическому ущербу, перекрывающему все полученные выгоды, например, от повышения добычи нефти.

Так, за весь послевзрывной период эксплуатации Осинского нефтяного месторождения присутствие радионуклидов обнаружено в продукции 240 скважин.

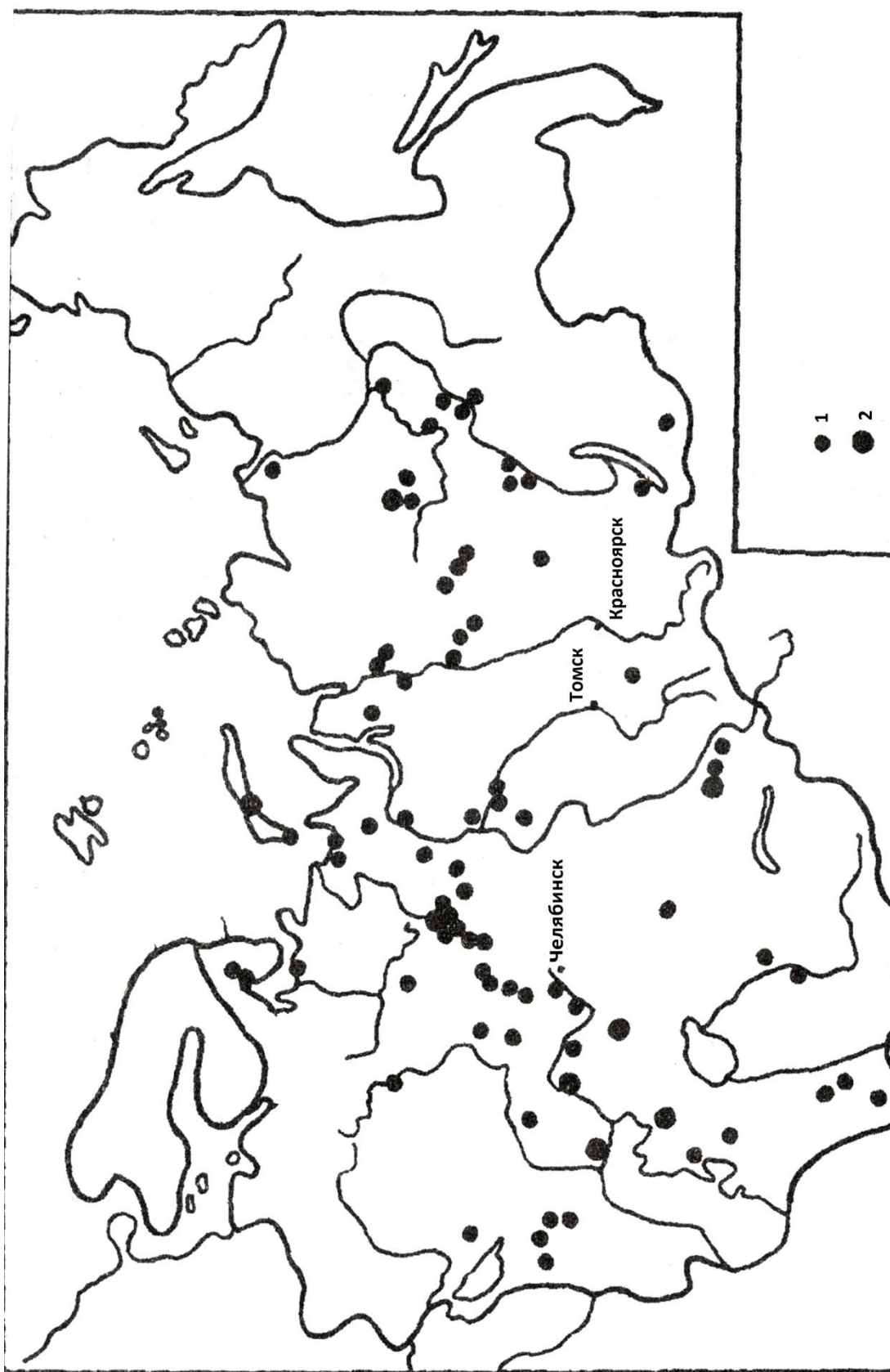


Рис. 5.8. Схематическая карта распределения подземных ядерных взрывов на территории бывшего СССР

1 – отдельные ядерные взрывы; 2 – серии взрывов

Из радионуклидов фиксировались: ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^3H , ^{60}Co , ^{125}Sb , ^{106}Ru . Радиоактивное загрязнение приурочено к арматуре устьев скважин, замерным и сепарационным установкам и группам промплощадок. Уровень гамма-излучения достигает 300–3 000 мкР/ч, а мощность поглощённой дозы – 1,3–3 мБэр/ч.

Аналогичная ситуация отмечена и на Геженском нефтяном месторождении, где в продукции технологических скважин присутствовал ^{85}Kr .

Деятельность предприятий ядерно-технологического цикла (ЯТЦ) (рис. 5.9) всегда является потенциально опасной для окружающей среды, даже при работе в штатных режимах, поскольку существуют некоторые трудности в улавливании специфичных радионуклидов. Например, радиоактивные изотопы инертных газов (криптон и др.) практически не улавливаются, в значительной своей массе поступают в атмосферу и, несмотря на незначительный период полураспада, создают повышенный радиационный фон в атмосфере, который аппаратурно фиксируется по розе ветров. Так, одно из таких облаков было зафиксировано при вертолетной аэрогамма-съёмке, выполнявшейся ГШ «Березовгеология» к северу от СХК в 1991 году, а НПО «Тайфун» обнаружил их присутствие осенью 1993 г.

Кроме того, несмотря на наличие современных средств улавливания выбросов, в атмосферу в виде аэрозолей с АЭС и предприятий ЯТЦ в определенных количествах поступает цезий-137, стронций-90, углерод-14 и некоторые другие элементы. Количество и состав выбросов определяются типом реактора, его мощностью и рядом других параметров.

Так, исследования, проводимые кафедрой полезных ископаемых и геохимии редких элементов Томского политехнического университета, позволили однозначно выявить проявленность Сибирского химического комбината в радиационных и, особенно, в геохимических полях. Это выражается в повышении общего радиационного гамма-поля, что обусловлено присутствием в почвах, донных отложениях и т. д. цезия-137, а также урана и некоторых других элементов. Даже на удалении около 80 км от СХК в почвах фиксируются аномальные концентрации некоторых радионуклидов. Близкая к этому ситуация с загрязнением почв плутонием обнаруживается близи ядерного производства в Селлафилде (табл. 5.17).

Газообразные инертные радиоактивные газы (^{85}Kr , ^{137}Xe и др.) по существу дела практически не улавливались при работе предприятий ядерного комплекса и АЭС. Долгое время принято было считать, что они не представляют угрозы для биоты и человека, и контроля за ними, как правило не существовало.

Исследования специалистов США, показали, что эти газы не столь безобидны и являются существенным фактором радиационного риска. Их воздействие на биоту определяется мембранными эффектами.

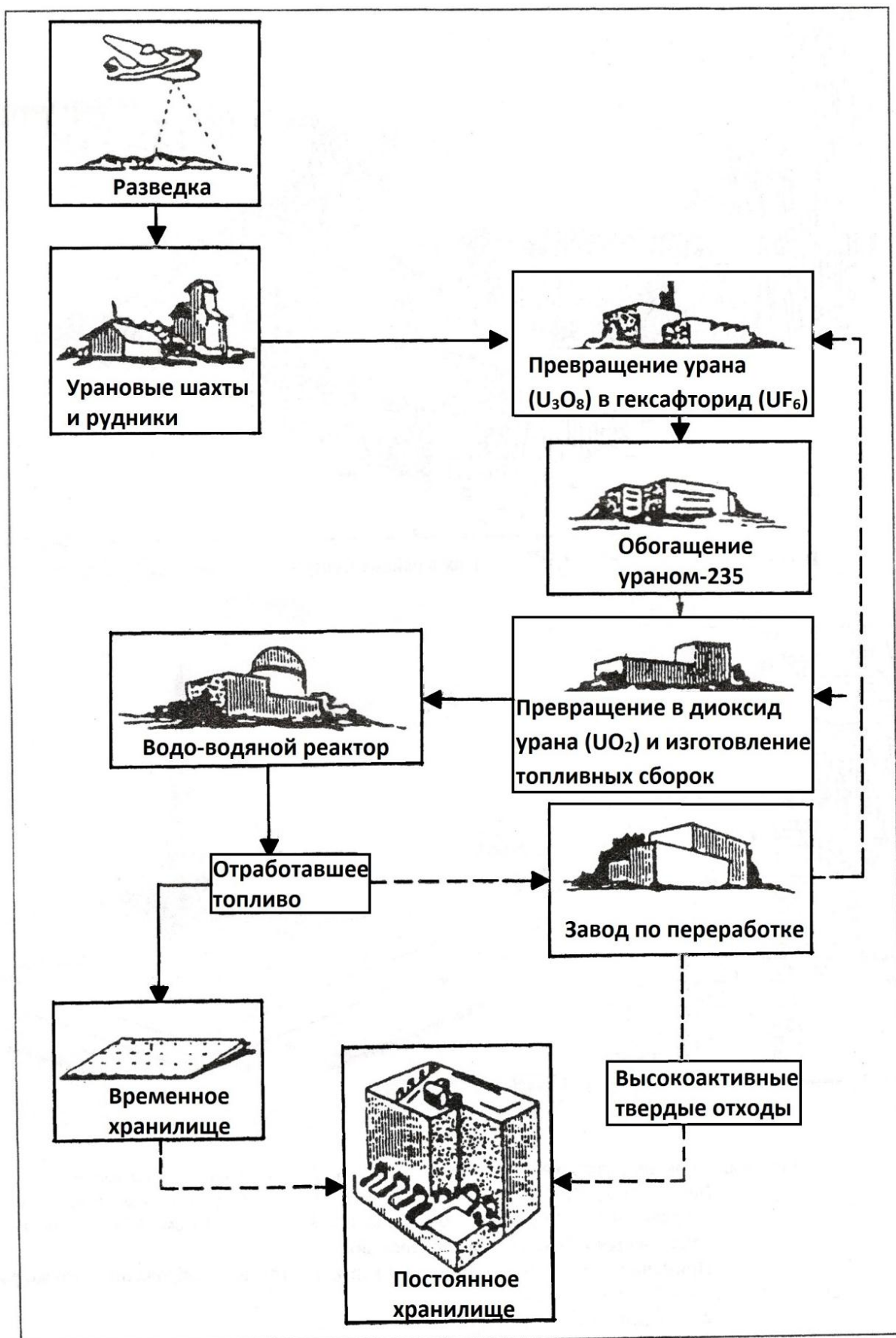


Рис. 5.9. Ядерный топливный цикл

Некоторые данные об удалении газообразных отходов
предприятий атомной промышленности

Предприятие	Количество отходов и их радиоактивность
Великобритания Спрингфилд (завод по производству ядерного горючего) Хейпен-Херст (газодиффузионный завод) Харуэлл (научно-исследовательский центр)	Приблизительно 1 Ки/год, α Приблизительно 0,25 Ки/год, α , (уран) 30 мКи/год, β , 1 мКи/год, α , 50 Ки/час Ag^{41}
Амершем (завод по производству изотопов) Олдермастон (исследовательский центр ядерного оружия)	15 мКи/неделя I^{131} 20 мКи/год, β , 3 мКи/год α
США Ханфорд (завод по производству плутония) Айдахо (станция по испытанию реакторов)	1 Ки/день 100 Ки/год, β , в основном короткоживущие изотопы и благородные газы
Ок-Риджская национальная лаборатория Брукхейвен (ядерный исследовательский центр)	0,25 Ки/год, α , (уран) 700 Ки/час Ag^{41}

На предприятиях ЯТЦ, расположенных на реках, функционировали прямоточные промышленные ядерные реакторы для производства оружейного плутония. При работе данных аппаратов происходило поступление воды из рек; вода в системе управления защитой реактора контактировала непосредственно с тепловыделяющими элементами и вновь сбрасывалась в открытые водоемы. В Томске-7 это осуществлялось через речку Ромашку и Чернильщиковскую протоку р. Томи.

Из-за недостаточной водоподготовки из места забора поступала речная вода, содержащая большое количество растворенных солей (NaCl , соединения фосфора и т. д.).

Данные компоненты активировались в нейтронном поле реактора и, например, из нерадиоактивного натрия-22 образовывался радиоактивный натрий-24, являющийся мощным жестким гамма-излучателем, с небольшим периодом полураспада (16 часов). Его концентрация на сбросе существенно превышала предельно допустимые концентрации (ПДК) и обу-

славливали высокую мощность дозы гамма-излучения (более 3 000 мкР/ч) в марте 1990 г.

Кроме того, в воде и донных отложениях фиксировался нептуний. По данным социально-экологического союза, в донных отложениях отмечался плутоний-239, 240 в количествах до 65 Бк/кг.

Кроме натрия, активировались и другие элементы (фосфор, бром), смывались активированные нейтронами элементы конструкции реактора (железо, кобальт, марганец и др.), а также осколочные элементы, которые, по-видимому, находились на поверхности ТВЭЛов.

Все это обусловило весьма пестрый букет гамма-излучателей как в воде, так и в донных отложениях.

Сбросы вод, содержащих техногенные радионуклиды с предприятий атомной промышленности США, осуществлялись в реки Колумбия, Миссисипи, Рис-Гранде, Колорадо, Саванна, Делавер, Гудзон, Потомак. Так, только за один 1958 г. общая активность отходов, сброшенных в реки США, составила 163 500 Ки, из них 152 000 Ки – в реки Колумбия и Миссисипи.

На атомных электростанциях мира к 2005 году эксплуатировалось 437 реакторов, в том числе:

Северная Америка – 120 (в том числе США – 104);

Южная Америка – 4;

Азия – 102 (в том числе Япония – 54);

Африка – 2;

Западная Европа – 142 (в том числе Франция – 59, Великобритания – 27, Германия – 19);

Восточная Европа – 67 (в том числе Россия – 30, Украина – 13).

По оценкам МАГАТЭ, атомные реакторы произвели более 260 000 т высокорadioактивных отходов. Наибольшую опасность представляет плутоний. На сегодняшний день в странах ЕС скопилось более 500 т не утилизированных плутонийсодержащих отходов. Как считают эксперты, в течение 250 000 лет эти отходы будут сохранять свою смертоносную силу.

В Ирландское море сбрасываются радиоактивные отходы с заводов Уиндскейла, Спрингфилдса и др. (Англия).

Усредненное количество и состав сбрасываемых продуктов за 1959–62 гг. одного из заводов приведен в табл. 5.18.

При функционировании такого рода предприятий ЯТЦ, а также работе АЭС, образуются радиоактивные отходы различных видов (жидкие, твердые, низкой, высокой радиоактивности и т. д.). Обращение с радиоактивными отходами (РАО) от работающих предприятий ЯТЦ является одной из самых основных проблем развития атомной промышленности, так как именно они становятся главным фактором воздействия на природные комплексы.

Количество продуктов деления, сбрасываемых заводами
в Уиндскейле в прибрежные воды

Нуклид	Активность, Ки/месяц
^{106}Ru	2 600
^{137}Cs	110
^{90}Sr	75
^{89}Sr	100
Другие β -излучатели	2 600
Общая α -активность	9

Проблема захоронения и переработки радиоактивных отходов существует во всех странах, пользующихся ядерными технологиями.

Захоронение РАО без соблюдения строгих регламентирующих норм и правил ведет к интенсивному загрязнению окружающей среды, отторжению территорий из сферы деятельности человека.

Особую потенциальную опасность вызывает хранение РАО в жидком виде в прудах-накопителях, особенно с недостаточной гидроизоляцией от водоносных горизонтов, а также закачка жидких РАО в глубокие геологические формации, как это делается в Томске-7 и Красноярске-26.

Пруды-отстойники создают угрозу разноса радионуклидов в результате ветрового переноса воды с последующим ее выпадением на почвы и с дальнейшим смывом почв, насыщенных радионуклидами, в местные речные системы.

Кроме того, вода этих прудов может служить источником радиоактивного загрязнения водоплавающих птиц, диких животных. Такие случаи на примере лосей, как известно, на территории СХК установлены. При этом радиоактивный цезий попал в организмы людей и приходилось оперативно принимать меры по выведению радионуклида.

Особую обеспокоенность безопасным состоянием природной среды следует проявлять при функционировании систем закачки жидких РАО в глубокие геологические формации (рис. 5.10), так как при наличии гидравлической взаимосвязи между пластами возможно проникновение РАО в горизонты, из которых ведется питьевое водоснабжение городов Северска и Томска. Предпосылки для такого опасения существуют, поскольку выбор площадки для строительства СХК и особенно места захоронения отходов был проведен без достаточного геолого-геофизического и инженерно-гидрогеологического обоснования, и последние данные свидетельствуют о том, что обстановка в районе не дает основания для оптимизма.

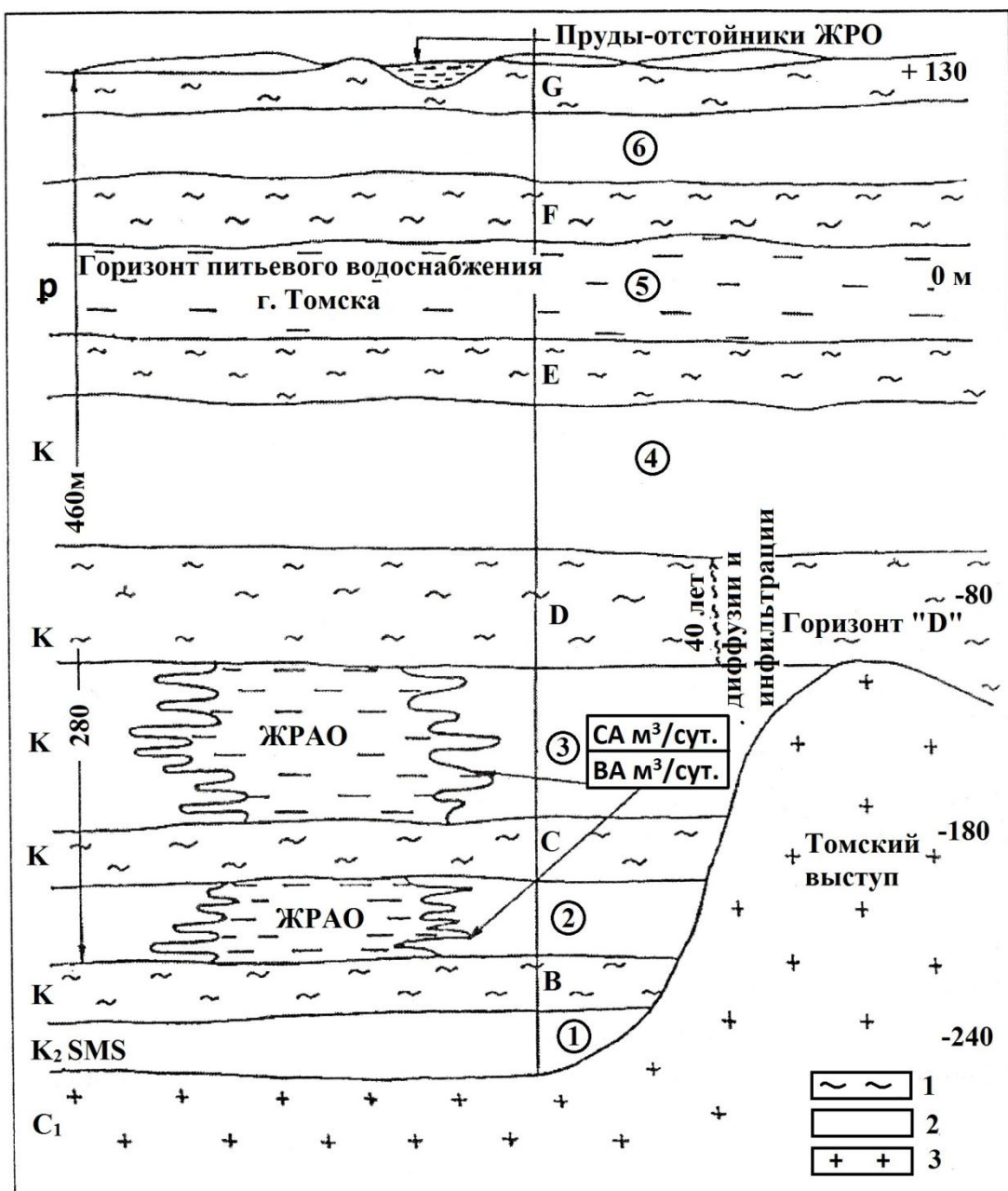


Рис. 5.10. Обобщённая схема хранения жидких радиоактивных отходов на СХК:

1 – малопроницаемые глинистые породы; 2 – высокопроницаемые песчаные породы; 3 – породы палеозойского фундамента

Данный способ захоронения радиоактивных отходов, реализуемый сегодня только в России и активно пропагандируемый его идеологами, представляет собой попытку, используя метод аналогий, создать процесс удерживания радионуклидов в объеме горных пород, как это осуществляется в природе на урановых месторождениях гидрогенного типа.

Сам по себе данный способ, несомненно, привлекателен, так как позволил бы снять огромные проблемы, связанные с утилизацией радиоактивных и других токсичных отходов.

В условиях СХК он позволил, в какой-то мере, снять острые экологические проблемы, связанные с хранением ЖРО в открытых прудах-отстойниках, уже занимавших на момент принятия решения о закачке отходов в геологические недра значительные площади и объемы.

Тем не менее, имеющийся в нашем распоряжении материал не позволяет относиться спокойно к этому способу захоронения в данном районе.

Во-первых, вряд ли можно рассматривать геологические образования, в которые закачиваются ЖРО, в качестве глубинных формаций. Во-вторых, в районе развиты разрывные нарушения в осадочном платформенном чехле, что исключает взаимную изолированность пластов. В-третьих, вызывает большие сомнения региональное развитие изолирующего горизонта глин. В-четвертых, в основании осадочной толщи развиты образования коры выветривания, являющиеся хорошим проводником растворов в условиях Западно-Сибирской низменности. В-пятых, район не является асейсмичным, в его пределах проявляются землетрясения интенсивностью 4–5 баллов и наблюдаются активные неотектонические движения. В-шестых, в районе, за счет интенсивной откачки питьевой воды на водозаборе, интенсивно формируется депрессионная воронка, которая уже захватывает правобережье р. Томи.

Нарушение регламентов хранения радиоактивных отходов приводит к крупным экологическим катастрофам. Одна из таких катастроф случилась на предприятии ЯТЦ Челябинск-60 27 сентября 1957 г. и долгое время утаивалась от общественности. Впервые в зарубежной печати этот факт был обнародован радиобиологом Ж.А. Медведевым в книге «Ядерная катастрофа на Урале», изданной в Нью-Йорке в 1979 г. Отрывки из этой книги были опубликованы в отечественном журнале «Энергия» (№ 1–3, 1990). Там же приведены официальные результаты итогов изучения Восточно-Уральского ореола радиационного загрязнения, рассекреченные только в 1989 г.

Из-за нарушения регламента хранения радиоактивных отходов произошел выброс радионуклидов в природную среду общей активностью около 2 млн. кюри.

При этом образовался радиоактивный след протяженностью более 300 км и шириной 30–50 км при плотности загрязнения по стронцию-90 более $0,1 \text{ Км/хм}^2$ (Восточно-Уральский радиоактивный след – ВУРС).

Состав аварийного выброса был представлен изотопами церия-144 – 66 %; стронция-90 – 5,4 %; циркония и ниобия-95 – 24,4 %; рутения-родия-106 – 3,7 %.

Общая площадь следа составила около 23 000 км. Активность объектов природной среды в тысячи раз превышала фоновые. В населенных пунктах, расположенных в 12,5–20 км от эпицентра, мощность экспозиционной дозы гамма-излучения была в пределах 0,6–1,5 Р/ч.

В 1992 г. плотность загрязнения по основному долгоживущему изотопу стронцию-90 ($T^{1/2} = 30$ лет) снизилась в два раза, при этом 60–80 % его сосредоточено в верхнем (5 см) слое почв.

Значительная часть радионуклидов попала в водные системы и в настоящее время 95–98 % их находится в иле.

Исследования, проводимые Институтом экологии растений и животных Уро РАН [25], показывают, что содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде р. Теча превышает на 2–3 порядка уровни для рек северных умеренных широт, а запас некоторых радионуклидов в воде, по расчетным данным, составляет $^{90}\text{Sr} - 2 \cdot 10^{10}$ Бк, $^{137}\text{Cs} - 10^9$ Бк, $\text{Pu} - 10^6$ Бк.

Содержание в грунтах данной реки на 49 км от места сброса составляет по $^{90}\text{Sr} - 2,4-11,2$ кБк/кг, $^{137}\text{Cs} - 4,9-640$ кБк/кг, с максимумом на глубине 14–20 см. На 237 км уровень их накопления соответственно составляет по $^{90}\text{Sr} - 0,05-1,8$ кБк/кг, $^{137}\text{Cs} - 0,03-0,25$ кБк/кг.

В 1967 г. в этом же районе произошел ветровой разнос радионуклидов (0,6 млн. Ки) на площади 2 700 км² с локализацией большей части выпадений в пределах ВУРС.

В результате этих аварий пострадало более 300 тысяч человек из 270 населенных пунктов, расположенных по левым притокам реки Оби (рр. Теча, Синара, Пышма, Исеть, Тобол и др.).

В процессе производственной деятельности предприятий ЯТЦ могут возникать ситуации, в результате которых происходит радиоактивное загрязнение природной среды за пределами санитарно-защитной зоны предприятия. Примером такого рода аварийной ситуации является взрыв на радиохимическом заводе Сибирского химического комбината 6 апреля 1993 г.

В результате взрыва произошел выброс радиоактивного вещества общей активностью 50 Ки по оценке Государственной комиссии и около 300–540 Ки по оценкам независимых экспертов.

В составе выбросов преобладали короткоживущие изотопы циркония и ниобия-95, рутения и родия-106, рутения-103, дающие основной вклад в мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, которая изменилась от первых Р/ч (вблизи эпицентра) до 20–30 мкР/ч по периферии зоны (при обычных фоновых значениях 8–10 мкР/ч).

Кроме того, среди радионуклидов установлено присутствие альфа-излучающих компонентов: плутония, америция, урана-235. Концентрация плутония в отдельных точках достигала 3 100 Бк/кг.

В выбросе были установлены также частицы микронных размеров, обладающие высокой удельной радиоактивностью. Так, одна из обнаруженных нами частиц размером 10 мкм давала мощность экспозиционной дозы гамма-излучения – 34 мР/ч. В гамма-спектре этой частицы присутствовал цирконий и ниобий-95, рутений и родий-106 и др., а также обнаруживалось присутствие америция-241.

По классификации такого рода образования следует относить к «горячим частицам», которые представляют собой особый радиационно-опасный фактор, наиболее полно проявляющийся в зоне аварии Чернобыльской АЭС. Его практически замалчивали как при аварии на ЧАЭС, так и при обсуждении радиационной обстановки в районах гг. Томска, Челябинска, Красноярска.

В зоне радиационного загрязнения оказались населенные пункты Георгиевка, Черная Речка. В деревне Георгиевка силами СХК проведены дезактивационные работы. В результате непринятия своевременных мер по закрытию автотрассы и ее дезактивации радиоактивная грязь была разнесена колесами автомобилей в населенные пункты вне зоны загрязнения (пос. Самусь).

Радиоактивное загрязнение природной среды происходит вблизи атомных электростанций. При штатном режиме работы оно несущественно и весьма локально, но в случае аварий может достигать глобальных масштабов, как это произошло в апреле 1986 г. на Чернобыльской АЭС. В результате серии (двух как минимум) взрывов газовой-водной смеси с силой взрыва эквивалентного ориентировочно взрыву 1 700 кг тротила был разрушен четвертый энергоблок АЭС с выбросом радионуклидов в окружающую среду общей активностью 50 МКи, в том числе 1 МКи цезия-137.

Как отмечают специалисты, на всех стадиях аварии выброс радиоактивных продуктов осуществлялся в виде двух компонентов:

- 1) летучий – благородные газы, йод, цезий-137 и др.;
- 2) мелкодиспергированный материал ядерного топлива («горячие частицы»), содержащие плутоний, уран, трансураниевые и другие осколочные элементы.

Много писали и о падении радиоактивных частей с разрушенного космического аппарата «Космос».

Аварии на атомных подводных лодках (АПЛ) – случаи довольно частые, как правило, они происходят не из-за реакторных устройств, а по другим техническим причинам. Загруженные ядерным топливом реакторы, ядерные боеприпасы остаются в пучине Мирового океана, и тем самым создается потенциальная угроза загрязнению воды и морских организмов (рис. 5.11).

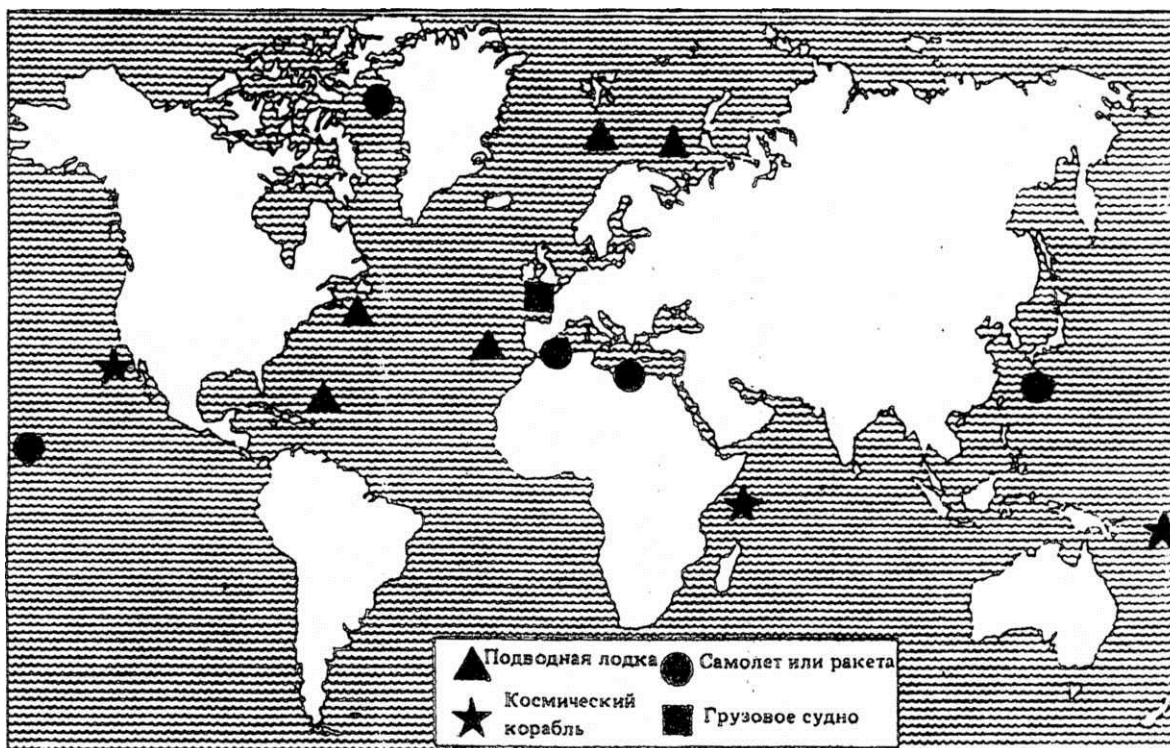


Рис. 5.11. Расположение сообщенных происшествий, повлекших за собой попадание радиоактивных материалов в морскую среду

Кроме того, известны случаи механического разрушения реакторов АПЛ при демонтаже, погрузочно-разгрузочных работах.

При этом происходит радиоактивное загрязнение местности специфическими радионуклидами активационного типа (железо, марганец, кобальт и др.).

В г. Рубцовске Алтайского края на заводе запасных тракторных частей со вторичным металлоломом в переплав попали материалы, содержащие цезий-137.

При переплавке цезий-137 накопился в шлаках и был вывезен на шлакоотвал, на участках которого была зафиксирована высокая радиоактивность.

Частично этим шлаком была отсыпана территория завода, что привело к нарушению естественного радиационного фона, к морально-психологическому травмированию работников завода и жителей города. Проведенные группой сотрудников Томского политехнического университета исследования показали, что на территории завода фиксируется 8 аномальных зон с повышенным радиационным фоном от 110 до 3 000 мкР/ч.

Ликвидировать данные источники весьма просто, так как вся масса радионуклида находится в шлаке, который легко обнаруживается и выборочно отсортировывается.

Данный случай произошел в результате нарушения Инструкции об установлении входного и выходного контроля, включающего в себя радиометрические измерения при приемке металлолома.

Такие примеры можно найти в любом регионе. Так, например в г. Магадане был обнаружен обширный участок загрязнения ^{137}Cs в районе завода стройматериалов. Причиной загрязнения послужило попадание радиоактивного источника, который использовался в составе радиоизотопных уровнемеров и гамма-реле, в печь для обжига известняка. При замене футеровки печи загрязненный материал был использован в качестве дорожно-строительного материала. Мощность дозы в местах отсыпки на поверхности достигала 10–15 мР/ч, а отдельные куски давали до 11 Р/ч на расстоянии 0,1 м.

В средствах массовой информации описаны многочисленные случаи нахождения ампул с радиоактивными веществами. Как правило, это различные индикаторы и эталоны в квартирах, подвалах, на пляжах и т. д., что нередко, как, например, в г. Краматорске, приводило к облучению населения и гибели людей.

В 1992 г. на берегу р. Псел в г. Стрежевом сотрудниками МГП «Экогеос» политехнического университета был обнаружен источник с мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения 1,5 Р/ч.

Таким образом, источников загрязнения природной среды радиоактивными веществами как естественного, так и искусственного происхождения довольно много. Оценка их воздействия на объекты природы должна производиться с учетом конкретной реальной ситуации.

5.5. Радон как радиационный фактор окружающей среды

5.5.1. Общие сведения о радоне и продуктах его распада

Радон (^{222}Rn) является продуктом распада радия, в свою очередь, образующегося в процессе радиоактивного распада естественного урана-238 (рис. 5.12).

На рисунке выделены продукты распада Rn, по которым определяется его концентрация прибором «АЛЬФА – ОМЕГА».

Это радиоактивный бесцветный и без запаха газ с периодом полураспада 3,82 суток. Он в 7,5 раз тяжелее воздуха. Как видно из схемы распада, данный газ и образующиеся короткоживущие продукты его распада являются интенсивными альфа-излучателями. Энергия альфа-частиц колеблется от 5,48 до 7,68 МэВ. Это обуславливает их активное воздействие на биологические ткани внутренних органов человека (бронхи, легочный эпителий и т. д.).

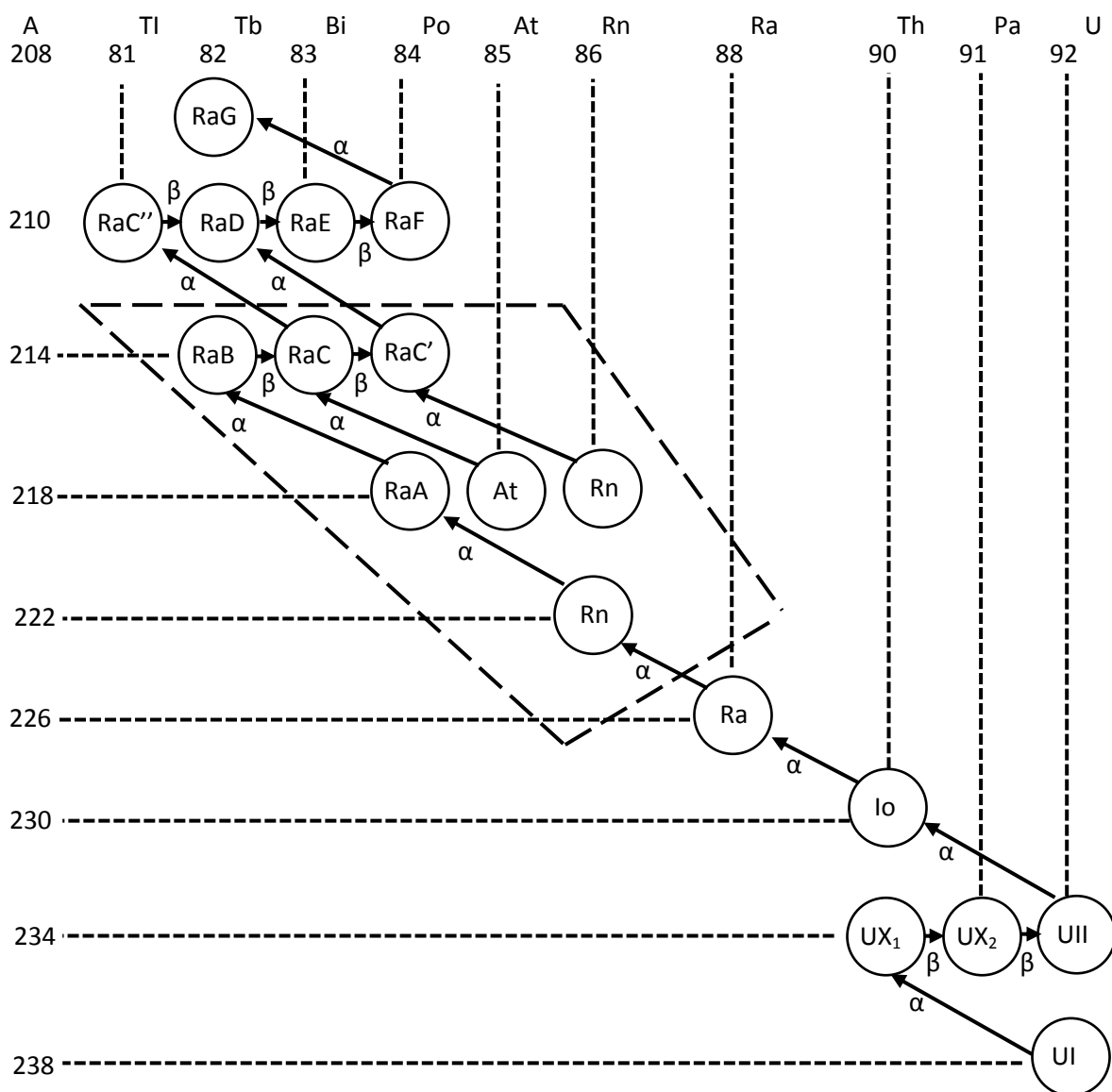


Рис. 5.12. Схема образования радона и продуктов его распада

Существует газообразный продукт распада ^{232}Th – торон (^{220}Rn) с периодом полураспада 55 с. В радиозэкологическом плане он менее опасен, но при определенных условиях торон может создавать повышенные концентрации, и «тороновый» фактор в областях развития торийсодержащих пород необходимо учитывать.

Соотношение активностей радона и торона в воздухе помещений достигает 1 : 60.

Известен радиоактивный газ актинон (^{219}Rn), продукт распада урана-235, с периодом полураспада 4 с, не представляющий радиационной опасности.

5.5.2. Основные источники радона

Основными источниками радона и продуктов его распада в воздухе являются: горные породы, почвы, воды, природный газ. Его концентрация существенно различается на разных участках земного шара (рис. 5.13).



Рис. 5.13. Некоторые результаты измерений концентрации радона-222 в воздухе в различных местах земного шара [18]

Породы. Каждый участок земной поверхности выделяет радон с характерной для него скоростью. На участках, где коренные породы содержат высокие концентрации урана (граниты, углеродисто-кремнистые сланцы, фосфориты и т. д.), всегда фиксируется высокое радоновыделение (табл. 5.19).

Наличие радиогеохимических аномалий в геологической среде определяется геологическим строением территории. Так, в Швеции разработа-

на классификация районов страны для общего планирования строительных работ. Классификация включает территории с высоким, нормальным и низким уровнем радона в почвенном воздухе и учитывает содержание урана и радия в горных породах и почвах, проницаемость и водосодержание почв, объем газовой эманации. Для всей территории страны построены карты радонового заражения, основанные на геологических данных, а также на измерениях содержания радона в жилых домах, проведенных местными здравоохранительными органами.

Таблица 5.19

Результаты гамма-спектрометрического анализа и определений эманационного фактора пород и почвенных образцов Финляндии

Образец	Кол-во образцов	Радий, Бк/кг	Торий, Бк/кг	Калий, Бк/кг	Эманационный фактор
Граниты и пегматиты	14	630	139	1767	0,18
Выветрелые породы	2	1328	40	2045	0,21
Трещиноватый гранит, содержащий вторичные урановые минералы	1	11600	96	1580	0,11
Моренный суглинок, гл. м:					
0-1					
1-2	20	213	84	1166	0,36
2-3	14	303	111	1332	0,29
3-4	4	1004	166	1146	0,35
Глина	3	1025	113	1069	0,37
Земная кора (ср.)	2	127	66	1090	0,34
Гранит (ср.)	25	32			
	55	60			

Примечание: эманационный фактор – доля R_n , выделяющегося из горных пород.

К районам с максимальной степенью риска отнесены территории, сложенные легкопроницаемым гравийно-песчанистым материалом ледниковых отложений (озы, конечные морены), а также области распространения радиоактивных гранитоидов (табл. 5.20).

На однозначную связь концентрации радона в жилых комнатах Швейцарии (исследовано 400 личных домов) с геологическим строением указывают достаточно много исследований.

Так, в молассовом бассейне к северу от Альп среднее содержание R_n в жилых комнатах составляет 47 Бк/м^3 , в Юго-Вост. Альпах – 116 Бк/м^3 ,

в Швейцарских Альпах – 68 Бк/м. В подвальных помещениях уровень Rn неизменно выше. Сделан вывод о критических содержаниях Rn и продуктов его распада в районах Альпийской зоны.

Таблица 5.20

Содержание радия-226 в породах шт. Нью-Йорк, США

Грунт (порода)	Уровень Ra-226 Бк/кг (пКи/кг)
Песок	15 (0,4)
Гранит	44 (1,2)
Сланцы	104 (2,8)
Сланцы	93 (2,5)
Гравий	37(1,0)

Картирование точек радоно- и торона-проявлений в Прибайкалье позволило выделить области повышенного содержания этих газов в почвах, одна из которых приходится на район выхода массива Приморских гранитов, зоны разлома и зоны развития милонитов в среднем течении р. Анги (Ольхонский район). При средних значениях объемной активности торона $20-60 \cdot 10^3$ Бк/м³ и радона $4-8 \cdot 10^3$ Бк/м³ по Ольхонскому району в аномалиях активность торона доходит до $180-350 \cdot 10^3$ Бк/м³ и радона – до $60 \cdot 10^3$ Бк/м. Связь радоно- и тороновыделений с геологическими особенностями строения района здесь особенно видна (рис. 5.14).

Почвы. Типичные значения концентрации радия в почве 41 Бк/кг, эманиационный фактор – 0,35, коэффициент пористости – 0,4.

Исходя из этих данных, концентрация радона в почвенном газе приблизительно составляет 37 кБк/м^3 (1 000 пКи/л).

Содержание радия в почве изменяется в пределах типа почв, и наличие радона обусловлено пористостью, влажностью и содержанием урана в почвообразующих породах. Так, максимальные концентрации до 1 400 пКи/л отмечаются в почвах над милонитовой зоной, в домах – до 200 пКи/л. В кварц-полевошпатовых и биотитовых гнейсах они умеренные до средних, а самые низкие – в горнолендитовых пироксеновых гнейсах (средние значения в почвах – соответственно 1 040 и 980 пКи/л).

В 1–2 м от поверхности Земли существует градиент концентрации радона от близкого к атмосферному уровню на поверхности (9 Бк/м^3 или 0,25 пКи/л) до равновесной концентрации на глубине 1–2 м, где концентрация радона – $3,7+1 \text{ 300 кБк/м}^3$ (100–35 000 пКи/л). Средняя концентрация – около 25 кБк/м^3 (700 пКи/л) согласуется с теоретически определенной величиной 37 кБк/м^3 (1 000 пКи/л).

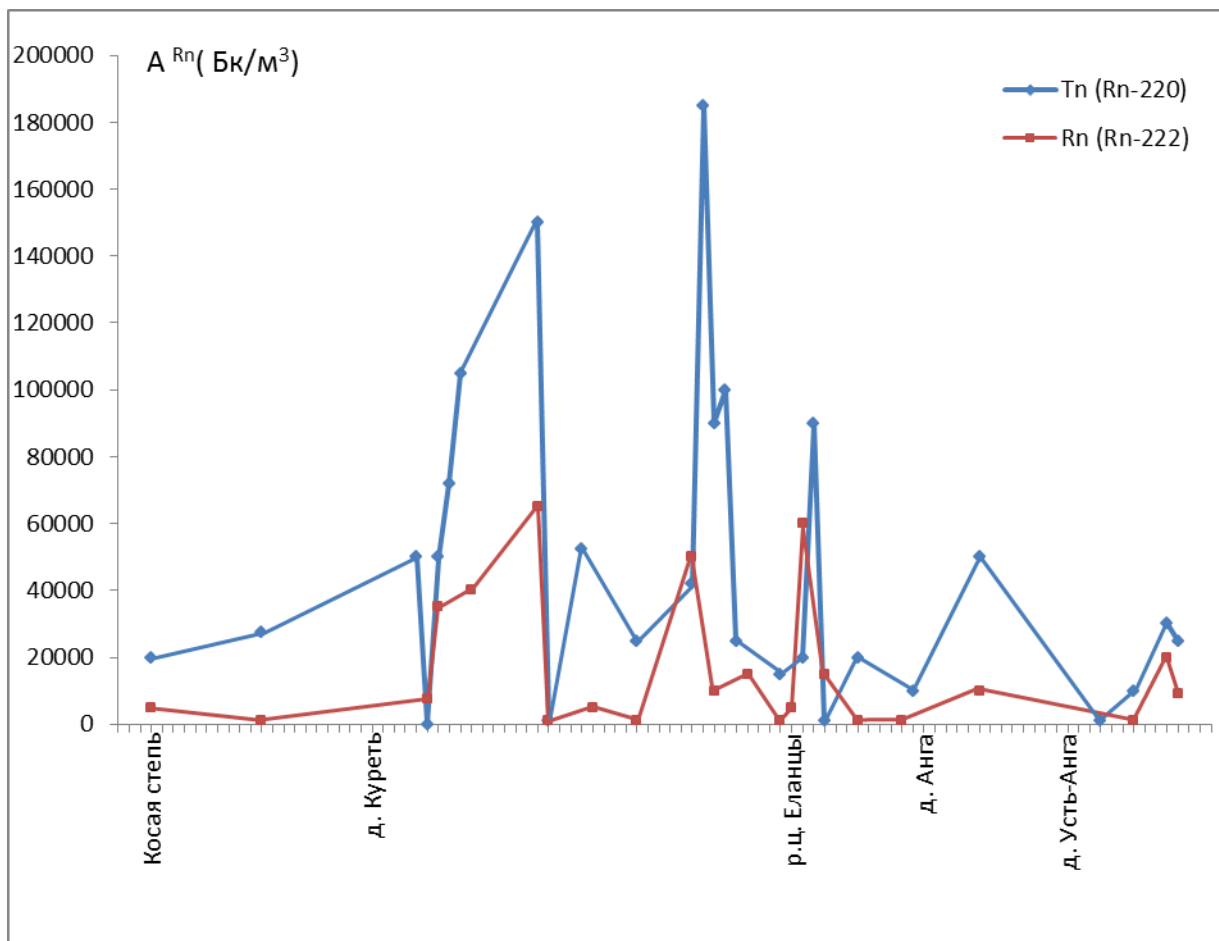


Рис. 5.14. Аномалии активностей Радона-220 и Радона-222 в почвенном воздухе, связанные с тектоническими разломами и выходами радиоактивных пород в Ольхонском районе Иркутской области

Радон мигрирует в помещение вследствие диффузии и перепада давления. Средний поток из почвы в атмосферу – $0,015 \text{ Бк/м}^3 \times (0,4 \text{ пКи/м}^2 \text{с})$. Таким образом, доля почвенного радона в домашней атмосфере только вследствие диффузии составит менее 37 Бк/м^3 (1 пКи/л).

Воды. Концентрация радона в обычно используемой воде чрезвычайно мала, но вода из некоторых источников, особенно из глубоких колодцев или артезианских скважин, содержит очень много радона (табл. 5.21).

Такое высокое содержание радона было обнаружено, например, в воде артезианских колодцев в Финляндии и США, в том числе в системе водоснабжения Хельсинки, и примерно в той же концентрации в воде, поступающей в город Хот-Спрингс (шт. Арканзас). Наибольшая зарегистрированная удельная радиоактивность воды в системах водоснабжения составляет 100 МБк/м^3 .

Средняя характеристика радона в источниках воды

Местонахождение	Радон, кБк/м ³
США	
Ханкок (штат Мэн)	1 400
Сев. Каролина	100
Финляндия	
Хельсинки и Вантаа	1 200
Австрия	
Зальцбург	1,5

В подповерхностных водах в центральной части штата Флорида зарегистрировано довольно высокая α -радиоактивность – 15 пКи/л. Эта радиоактивность постоянно поддерживается за счет наличия в водах радона и продуктов его распада. Короткоживущие продукты распада радона-222 могут иметь вдвое большую активность, чем он сам.

Радон, выделяющийся радием из пород, переходит в грунтовую воду и в природный газ. Использование этих природных субстанций в доме также увеличивает поступление радона в домашнюю атмосферу. Изучение 172 больших заводов по водоснабжению в Швеции выявило высокий уровень радона – до 150 Бк/л. В Финляндии в районе обогащенных ураном коренных пород в 1975 г. обнаружена водная скважина с наивысшей (в то время) для Финляндии концентрацией радона – 45 кБк/л, а в 1987 г. – с еще большим содержанием радона – 77,5 кБк/л. Измерения содержания радона в подземных водах США выявили значения до 30 000 пКи/л, а в шт. Мэн воды в гранитах и пегматитах содержат до 1 300 000 пКи/л. В Колыванском районе Новосибирской области известны воды, содержащие 44 Бк/л радона.

Скважины и колодцы, из которых жители некоторых поселков Красноярского края получают питьевую воду, также характеризуются высокой концентрацией радона.

Так, в поселке Потапово (Енисейский район) люди пьют воду с содержанием радона выше предельно допустимых норм его концентрации в 203 раза, в Епишине – в 68 раз, в поселке Высокогорск – в 3 150 раз («Труд», 11.10.91 г.).

По данным Научного комитета по действию атомной радиации ООН, до 10 % людей на Земле пьют воду, в которой более 100 000 Бк/м³ радона.

Пластовые воды нефтяных месторождений, содержащих радий (Ухтинский район и др.), также содержат повышенные концентрации радона

и обуславливают его аномальные уровни накопления (300–600 Бк/м³) в помещениях.

Поверхностные водные источники имеют очень низкую концентрацию радона. В подземных водах концентрация радона сильно изменяется, достигая максимума в гранитах. Среднее геометрическое в источниках водоснабжения США – 4,8 кБк/м³ (134 пКи/л). Концентрация радона обычно наибольшая в индивидуальных колодцах и уменьшается по мере увеличения числа пользователей. Большая часть подземных источников водоснабжения имеет концентрацию 3,7–7,4 кБк/м³ (100–200 пКи/л). Однако, известны участки с концентрацией 370–37 000 кБк/м³ (10 000–21 000 000 пКи/л). Вклад водного радона в домашнюю атмосферу составляет 37 Бк/м³ (1 нКи/л) при содержании его в воде 370 кБк/м³ (10 000 пКи/л).

При кипячении воды или приготовлении горячих блюд радон в значительной степени улетучивается и поэтому поступает в организм в основном с некипяченой водой. Но даже и в этом случае, радон очень быстро выводится из организма.

Большую опасность представляет попадание паров воды с высоким содержанием радона в ванной комнате.

При обследовании домов в Финляндии оказалось, что в среднем концентрация радона в ванной комнате примерно в три раза выше, чем на кухне, и приблизительно в 40 раз выше, чем в жилых комнатах (табл. 5.22).

Таблица 5.22

Концентрация радона в разных помещениях

Вид помещения	Средняя концентрация радона, кБк/м ³
Ванная комната	8,5
Кухня	3,0
Жилая комната	0,2

Исследования, проведенные в Канаде, показали, что все семь минут, в течение которых был включен теплый душ, концентрация радона и его дочерних продуктов в ванной комнате быстро возрастала, и прошло более полутора часов с момента отключения душа, прежде чем содержание радона упало до исходного уровня.

Газы. Основной источник атмосферного радона – диффузия от поверхностных почв. Относительно небольшими источниками радона являются вулканы, грунтовые воды, природный газ и вентилируемый воздух шахт.

Радон проникает также в природный газ под землей. В результате предварительной переработки и в процессе хранения газа перед поступлением его к потребителю большая часть радона улетучивается, но концентрация радона в помещении может заметно возрасти, если кухонные плиты, отопительные и другие нагревательные устройства, в которых сжигается газ, не снабжены вытяжкой. При наличии же вытяжки, которая сообщается с наружным воздухом, пользование газом практически не влияет на концентрацию радона в помещении.

Много радона, улетучившегося из природного газа в процессе предварительной переработки, попадает в сжиженный газ – побочный продукт этой обработки. Но в целом за счет природного газа в дома поступает значительно больше радиоактивного материала (в 10–100 раз), чем от более радиоактивного сжиженного газа, поскольку потребление природного газа гораздо выше.

Уровень радона в природном газе составляет 1 850 Бк/м³. Средняя концентрация в атмосфере США составляет 10 Бк/л на высоте 1 м от поверхности. Количество атмосферного радона убывает с высотой, особенно до 200 м. Из-за достаточно большого периода полураспада (3,8 сут.) радон более или менее равномерно распределяется в тропосфере (на высоте около 10 км).

Высокие концентрации радиоактивного газа отмечаются в непроветриваемых горных выработках, подвалах.

Основным источником радона и продуктов его распада в воздухе помещений являются строительные материалы, из которых сооружены здания. Типичные концентрации радия в камне, бетоне, кирпиче и гипсе те же, что и в поверхностных почвах и породах – 40 Бк/кг (1 пКи/л). Лучше всего в этом смысле дерево: удельная радиоактивность древесины, как правило, ниже 1 Бк/кг. Радиоактивность бетона определяется радиоактивностью его компонентов и сильно различается в различных странах. Например, в Швеции бетон содержит квасцы с увеличенным содержанием урана. Эквивалентное содержание Ra-226 может достигать приблизительно 1 500 Бк/кг. В конце 1970-х гг. использование квасцов в производстве бетона запретили, но 700 тысяч домов из такого бетона успели построить. В шведских домах концентрация радона в среднем существенно выше, чем в американских (90 Бк/м³ против 40), что объясняется, в числе прочих причин, также использованием голубого пористого бетона. В США, Канаде, Японии перестали применять при изготовлении бетона кальций-силикатный шлак и фосфогипс, получаемый при переработке фосфоросодержащих руд: радиоактивность этих материалов достигала 200 Бк/кг. Установлено, что содержание Rn-222 в 3–11 раз выше в квартирах, облицованных плитками из фосфогипса, по сравнению с контрольными. Люди,

находящиеся в таких помещениях, подвергаются облучению на 30 % более интенсивному, чем жильцы других домов. Согласно полученным оценкам, ожидаемая коллективная эффективная эквивалентная доза облучения в результате применения этого материала составляет 300 000 чел.-Зв.

На концентрацию радона в домашней атмосфере влияет также конструкция здания. Поскольку основной источник поступления радона – грунт под строением, главный накопитель радона – подвал или подпол (при наличии такового). Из подвала радон распространяется по дому, поэтому его концентрация максимальна в подвале, меньше на первом этаже и еще меньше на втором. В домах без подвала уровень радона, проникающий в дом из почвы, на первом этаже меньше, чем при наличии подвала (табл. 5.23). Зимой концентрации радона в домах на 50 % превышают летние уровни в подвалах и на 1-м этаже. Весна и осень характеризуются промежуточными результатами и, видимо, являются наилучшим временем для оценки среднегодовых значений.

Таблица 5.23

Сравнение уровней радона на 1-м этаже и конструкций подвала

Конструкция стен	Сезон	Медианное содержание радона, пКи (Бк/м ³)
Подвал со стенами из бетонных блоков	Зима	3,1
	Весна	2,4
	Лето	2,4
	Осень	2,6
Дома без подвала	Зима	2,2 (81,4)
	Весна	1,4 (51,8)
	Лето	1,0 (37)
	Осень	1,8 (66,6)
Подвал со стенами из пористого бетона	Зима	2,3
	Весна	1,3
	Лето	1,5
	Осень	1,5

На концентрацию радона в домашней атмосфере влияет также скорость воздухообмена в помещении, то есть проветривания. В связи с энергетическим кризисом в 1970-х гг. в США начали применяться энергосберегающие строительные конструкции. И если в традиционных домах США скорость вентиляции составляет 0,3–1,5 м³/ч, то в энергосберегающих домах она уменьшается до 0,1 м³/ч. Строгой корреляции между концентрацией радона и скоростью вентиляции не обнаружено.

По мнению других авторов, увеличение числа плотно законопаченных энергосберегающих домов в США угрожает увеличить облучение жильцов. В энергосберегающих домах альпийской области Швейцарии уровень радона выше, чем в традиционных, на первом этаже в 1,5 и на втором – в 1,2 раза.

Во всех исследованиях радона отмечаются сезонные изменения его содержания в помещениях. В помещениях большинства домов наивысшая концентрация радона зарегистрирована зимой. Предположительно это обусловлено большой «запечатанностью» домов зимой от непогоды. Внешний воздух поступает в меньшем количестве и не разбавляет радон. По оценкам, на каждый гигаватт-год электроэнергии, сэкономленной благодаря герметизации помещений, шведы получили дополнительную дозу облучения в 5 600 чел.-Зв.

Обобщенные данные по множеству съемок радона в различных областях США выявило следующее распределение концентраций радона в домах (рис. 5.15), занимаемых одной семьей.

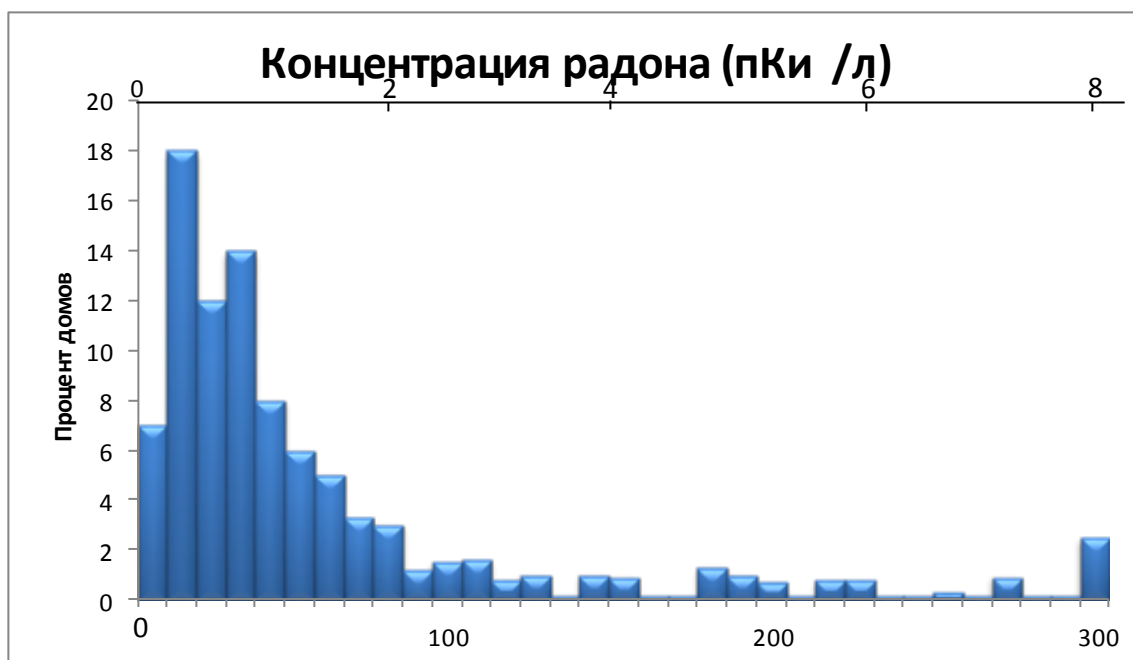


Рис.5.15.Распределение концентрации радона. Примерно в 2 % домов в США (общим числом около 1 млн.) концентрации выше 300 Бк/м³, что в 5 раз превышает средний уровень

Распределение является логнормальным, с геометрическим средним 33 Бк/м (0,9 пКи/л) и геометрическим стандартным отклонением 2,8. В шт. Нью-Йорк выборочное обследование охватило 2 400 домов в тече-

ние двух месяцев отопительного сезона. Медианная концентрация – 32 Бк/м (0,86 пКи/л), среднее арифметическое – 51 Бк/м (1,39 пКи/л), дисперсия от 2,2 до 1 473 Бк/м³ (0,06–39,8 пКи/л). Концентрации в подвале в среднем в 2–3 раза превышают те, что зафиксированы на более высоких уровнях, а концентрации в помещениях, расположенных выше подвала, зимой превышают в 1,5 раза те, что фиксируются летом. Видимо, доминирующим является конвективный поток радона в дом. Его движущей силой является разность давлений, возникающая в разрезе дома из-за разности температур внутри и вне дома, а также из-за ветровой нагрузки на строение. Получено физическое доказательство, что дом является не только пассивным аккумулятором радона, но и сам действует как активный насос радоносодержащего почвенного газа внутрь строения.

Определение концентрации радона в домах некоторых населенных пунктов Томской области, проведенное сотрудниками Госкомэкологии и МГП «Экогеос» различными методами, показало, что уровень его накопления сравнительно низкий и варьирует в значительных пределах, достигая в отдельных случаях в некоторых зданиях предельно нормируемых его показателей (рис. 5.16).

Эти показатели ниже, чем концентрации радона в воздухе помещений Алтайского края, где этот средний показатель составляет 342 Бк/м³, достигая в отдельных случаях в районе г. Белокуриха (известный радоновый курорт) 6 080–10 200 Бк/м³

Аномально высокие концентрации радона в воздухе жилых помещений, превышающие предельные нормативные уровни, установлены в ряде населенных пунктов Сибири.

Например, в п. Белая Зима Иркутской области более 57 % квартир имеют концентрацию радона свыше 200 Бк/м. Аналогичная картина отмечается в гг. Канске, Красноярске и др. Этот список можно продолжить, что свидетельствует о наличии радоновой проблемы в сибирском регионе, которая требует своего разрешения.

Почвенные радоновые съемки выявили корреляцию между уровнем накопления радона в помещениях и его содержанием в почве и коренных породах, в которых или на которых построен дом (табл. 5.24).

В Швеции съемка радона в жилищах выявила асимметричное распределение концентрации с небольшой долей домов с высоким (превышающим 800 Бк/м³) уровнем радона. Среднее геометрическое концентрации дочерних продуктов распада радона составило 13 Бк/м³ (0–406 Бк/м³) в 326 домах. Выбор обследованных домов определялся повышенным содержанием урана в грунте, а при повторном исследовании выбор основывался на

вался на данных о расположении озон и гляциофлювиальных отложений, обогащенных урансодержащими квасцовыми сланцами.

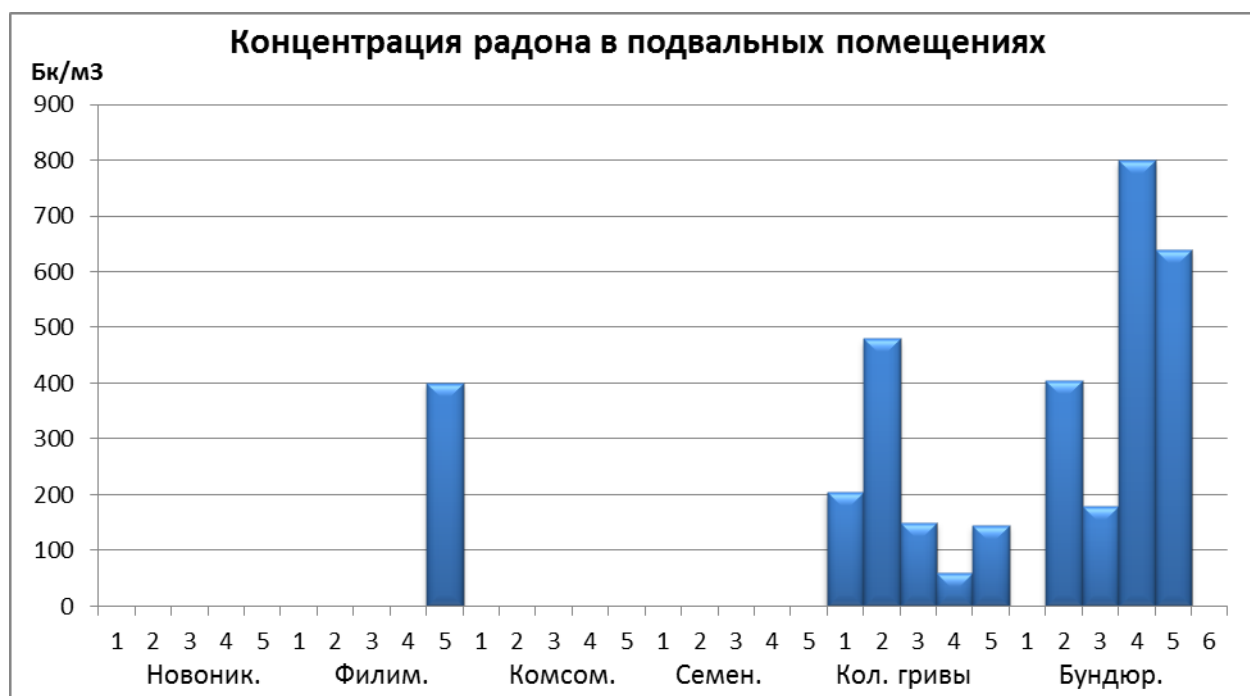


Рис. 5.16. Концентрации радона в зданиях некоторых населенных пунктов Томской области

Таблица 5.24

Сезонные изменения содержаний радона в домах, расположенных на различных горных породах в шт. Вирджиния, США

Порода	Зима	Медианный уровень радона, пКи/л	
		Зима	Лето
Филлиты	5,4	3,2	2,9
Железосодержащие интрузивные породы	3,8	2,7	1,4
Гнейсы	3,3	2,5	2,3
Метаморфические сланцы	4,9	3,6	2,9
Гранитоид	2,9	2,3	2,0
Диабаз-роговики	3,8	1,7	1,4
Осадочные породы	2,7	2,3	1,9

5.5.3. Радон и продукты его распада как радиационно опасный фактор

В последние годы мнения ученых сходятся на том, что повышенное содержание радона в жилых домах опасно для здоровья их обитателей. Ранее в многочисленных исследованиях отмечалось увеличение риска заболевания раком легких среди рабочих урановых и других рудников в результате облучения короткоживущими α -излучающими дочерними продуктами распада радиоактивного газа радона.

На возможную опасность эманации от радия и тория при их постоянном вдыхании обращал внимание еще в 1907 г. Э. Резерфорд.

Уже давно было замечено, что горняки, работавшие на уран-полиметаллических рудниках Шнееберга и Иоахимстале (Рудные горы), необычайно часто умирают от особой болезни, названной еще в XVI в. «Горной болезнью». Лишь к концу XIX столетия выяснилась истинная картина этого заболевания – злокачественные опухоли органов дыхания. Только за период 1875–1925 гг., по опубликованным неполным данным, среди 686 умерших шахтеров Шнееберга в 289 случаях причиной смерти был рак легких. В Иоахимстале за 1929–1943 гг. у 71 из 156 умерших горняков причиной смерти также оказались злокачественные опухоли органов дыхания. Стандартный частотный показатель смертности от рака легких среди шахтеров этих рудников достигал 90–180 случаев в год в расчете на 10 000 горняков, тогда как в аналогичных группах мужского населения он составлял 2–4 случая в год.

Длительные поиски возможных причин столь высокой смертности от рака легких среди горняков, работавших на рудниках Шнееберга

и Иоахимсталя, показали, что основным фактором являлся радон и короткоживущие продукты его распада. Концентрация радона в рудничном воздухе достигала в те периоды очень больших значений: до 10^{-8} Ки/л и более. На основе этих данных уже в предвоенные годы была рекомендована предельно допустимая концентрация радона в воздухе производственных помещений, равная $1,10^{-11}$ Ки/л. Впоследствии порядок этой величины был подкреплён многочисленными расчетами доз в органах дыхания, учитывавшими поступление с вдыхаемым воздухом, наряду с радоном, и короткоживущих продуктов его распада.

Во второй половине 1950-х гг. в работах советских ученых появились указания на то, что при совместном действии высоких концентраций кварцсодержащей пыли и радона с короткоживущими продуктами его распада ускоряется развитие и отягощается течение силикоза.

Этим же объясняется повышенная частота рака у горняков.

Нормированные на сегодня показатели для короткоживущих продуктов распада радона являются одними из немногих нормативов, в основе которых лежат не столько расчет дозы в критическом органе (т. е. в органах дыхания), сколько результаты анализа профессиональной заболеваемости среди лиц, подвергавшихся в течение длительного времени воздействию радона и продуктов его распада.

В настоящее время содержание радона в помещениях стало предметом беспокойства за состояние здоровья населения, что в некоторой степени связано с осуществлением программ экономии энергии в зданиях и использованием строительных материалов из промышленных отходов с высоким содержанием радия.

В США еще в 1970-х гг. заинтересовались той радиацией, которую «вдыхают» дома и на работе. В результате появилась Национальная программа США по контролю качества воздуха в помещениях. К 1986 г. обследовали 1 377 домов в 38 самых урбанизированных регионах Америки и выяснили, что содержание радона в помещении в среднем в 10 раз превышает его концентрацию снаружи и создает дозу радиоактивного излучения, втрое превышающую ту, которую средний американец получает в течение всей своей жизни при медицинских обследованиях.

Агентство охраны окружающей среды исследовало 3 000 школ. В 19 % комнат уровень радона превышал 4 пКи/л (148 Бк/м^3). В 3 % комнат уровень радона превышал 20 пКи/л (740 Бк/м^3). В каждом из 16 штатов есть школа, где единичный замер показал превышение 4 пКи/л, и одна школа, где уровень радона составляет 136 пКи/л, то есть уровень, при котором в урановых горных выработках рекомендуется использовать респиратор.

Информация об опасности радоновой радиации взбудоражила американскую общественность, и уже в октябре 1988 г. президент Р. Рейган

подписал антирадоновый законодательный акт, в котором декларировалось, что воздух внутри зданий «должен быть свободен от радона в такой же степени, как и воздух снаружи».

В 1990 г. было измерено содержание радона в домах, где проживали 800 женщин шт. Нью-Джерси, половина из них были больны раком легких. Измерения проводились группой исследователей Управления здравоохранения шт. Нью-Джерси в Трентоне. Учитывались также другие факторы, способствующие заболеванию раком легких, например, курение. Измерения ограничивались домами, где женщины проживали не менее 10 лет. Были исследованы дома, в которых проживали 433 женщины, больные раком, и 402 здоровые женщины контрольной группы. Обнаружено, что у женщин, проживающих в домах, где содержание радона в воздухе составляло 2–3,9 и 4–11,3 пКи/л, заболеваемость раком легких была на 30 и 300 % выше, чем в домах с содержанием радона менее 1 пКи/л. Несмотря на широкий (по сравнению с предыдущими) масштаб исследований, в домах с повышенным содержанием радона проживали только 24 женщины, что не позволяет сделать окончательные выводы.

Последние исследования, проведенные агентством ЕРА, показали, что предположительно 5 тыс. ежегодных случаев заболевания раком легких среди некурящей части населения и около 15 тыс. смертей от рака легких среди курильщиков в США связаны с содержанием радона в помещениях. Средняя доза облучения радоном некоторых жителей в 100 раз превышает среднюю дозу облучения шахтеров в современных урановых рудниках.

По данным национальной академии наук США средняя доза облучения 0,2 РУМ/год или 15 РУМ за всю жизнь [1 РУМ (рабочий уровень за месяц) соответствует облучению потенциальной концентрацией α -энергии (ПКАЭ) в 1 РУ в течение 173 ч и равен $2,08 \cdot 10^{-5}$ Дж/м³]. В обычных условиях внутри помещений при концентрации Rn 7 400 Бк/м³, или 200 пКи/л, ПКАЭ составляет 1 РУ, вызывает 13 300, или 10 % всех ежегодных случаев смерти от рака легких. По оценке агентства изучения окружающей среды США повышенное содержание Rn внутри помещений является причиной смерти от рака легких от 5 000 до 20 000 чел. ежегодно.

При этом, оценивая вероятность преждевременной смерти, исследователи отмечали, что она значительно выше в закрытых помещениях, чем на открытых пространствах. Эти данные касаются и радона.

Для правильной оценки средней дозы облучения населения радоном и получения достоверных данных в Северной Америке и Европе были начаты различные исследовательские программы по изучению его воздействия. В 1990 г. МАГАТЭ начаты исследования, частично финансируемые правительством США, направленные на создание улучшенных проектов,

выбор строительных материалов и разработку методов сокращения содержания радона внутри помещения.

На сегодняшний день реализация программы «Радон США» закончена.

Программа по изучению радона осуществляется Министерством энергии и Агентством по защите окружающей среды как на общегосударственном, так и на местном уровнях. Она призвана выявить районы с повышенным уровнем радона, провести разъяснительные мероприятия; разработать технологию снижения этого уровня и выяснить степень существующей опасности для населения. Наибольший интерес в последнем случае представляет выяснение опасности для здоровья человека малых доз, которым подвержено большинство населения и влиянию которых до сих пор не уделялось должного внимания.

Приводятся данные со ссылкой на оценки американских специалистов, что меры, предпринимаемые против радоновой опасности, должны принести американской экономике прибыль в размере от 500 до 700 тыс. долл. за каждую спасенную жизнь. В США прекрасно понимают, что дешевле предотвращать болезни, чем лечить заболевших (табл. 5.25).

Таблица 5.25

Смертность от радонового облучения
и некоторых других причин в США в 1980-е гг.

Причина смерти	Характер заболевания	Количество смертей/год	Затраты на лечение, 1 млрд. долл. США
Курение	Легочные, сердечно-сосудистые, раковые и др.	390 000	65
Неправильное питание (избыток жиров и т. п.)	Сердечно-сосудистые, раковые и др.	325 000	43
Алкоголизм	Болезни печени, почек, сердечно-сосудистые, несчастные случаи и др.	100 000	120
Радон	Рак легкого и др.	20 000	1

Сформирована, утверждена и находится в стадии реализации Федеральная программа «Радон» (Постановление правительства РФ от 06.07.1994, № 809). Начаты такие работы и на территории Томской области, и других регионов Сибири.

С учетом высокой радиационной опасности радона и его короткоживущих продуктов распада были приняты рекомендации по ограничению содержания радона в зданиях (табл. 5.26).

Таблица 5.26

Рекомендации по ограничению содержания радона
(среднегодовое значение концентрации газа в воздухе)

Организация, страны	Рекомендуемая предельная концентрация радона в воздухе, Бк/м ³	
	в существующих домах	в домах, которые будут построены
Международная комиссия радиологической защиты	400	200
Комиссия европейских сообществ	400	200
Всемирная организация здравоохранения	200	200
Швеция	800	140
Финляндия	800	200
ФРГ	250	250
Норвегия	800	200
Северные страны	200	200
США	150	75 (с 1993 г.)

В России действует «Инструкция по ограничению облучения населения от природных источников ионизирующего излучения» (№ 5789-91) и Нормы радиационной безопасности 9(НРБ-96), которыми предусматривается предельная эквивалентная равновесная объемная активность радона (ЭРОА) в воздухе помещений 200 Бк/м³, во вновь проектируемых зданиях не более 100 Бк/м³.

При больших значениях объемной активности должны проводиться защитные мероприятия.

5.6. Основные дозообразующие техногенные радионуклиды

5.6.1. Тритий (³H)

Радиоизотоп водорода тритий ³H (период полураспада $T^{1/2} = 12,3$ года), подобно радиоуглероду, постоянно образуется в атмосфере в результате взаимодействия космического излучения с ядрами атомов азота, кислорода и аргона (например, по реакции $^{14}_7\text{N} + \rightarrow ^1_0\text{n} \rightarrow ^{12}_6\text{C} + ^3_1\text{H}$), а также при расщеплении ядер различных элементов космическими лучами большой энергии.

Искусственно тритий привносится во внешнюю среду двумя путями.

1. Во время атомных и термоядерных взрывов, которые приводят к увеличению концентрации ^3H в дождевой воде в 10–100 раз.

2. При производстве ядерной энергии на двух этапах топливного цикла: работе реакторов и переработке отработавшего топлива.

Образуемый ядерными реакторами ^3H может находиться в форме H^3NO , D^3NO , H^3H , $^3\text{H}_2$, тритидов металлов, органических производных. Вследствие утечек и недостатков в технологии обращения с отходами, в которой ^3H практически не улавливается, выброс трития в окружающую среду осуществляется с газообразными и жидкими отходами.

При переработке облученного топлива ^3H высвобождается из отработавших тепловыделяющих элементов.

Гипотетический завод мощностью 1 500 т/год может сбросить в атмосферу около 30 КБк/год трития.

На других этапах производства ядерной энергии к источникам ^3H в биосфере следует отнести хранилища радиоактивных отходов. Хранение и захоронение низко- и среднеактивных отходов в поверхностных слоях грунта приводит к выделению на поверхность диффундирующих $^3\text{H}_2$ и H^3NO , а также к образованию и выделению тритированного метана CH_3^3H и других органических соединений, к появлению H^3NO в грунтовых водах.

В организм человека ^3H поступает в виде газа и тритиевой воды $^1\text{H}^3\text{NO}$ через легкие, кожу и желудочно-кишечный тракт.

Установлено, что поступивший в организм человека ^3H существует в виде двух отдельных соединений: свободной тритиевой воды $^1\text{H}^3\text{NO}$ и органически связанного ^3H .

Тритий – чистый β -излучатель со средней энергией излучения 0,018 МэВ, что на два порядка меньше энергии β -излучения радиоуглерода. С этим связана особенность повреждений тканей, производимых тритием. Обладая наименьшей энергией β -частиц, тритий создает значительную плотность ионизации ткани (число пар ионов, образуемых заряженной частицей на единице ее пути). Кроме того, пробег β -частиц трития значительно меньше геометрических размеров клеток, поэтому поражение тритием локализуется возле самого изотопа, и общее поражение зависит от геометрии его распределения в тканях организма и микрогеометрии распределения в клетке.

Атомы трития замещают в молекулах ткани атомы водорода.

Биологическое воздействие трития усиливается тем, что при его распаде образуется инертный гелий ^3_2He , поэтому водородные связи в этом месте будут рваться, а это должно сказываться как на нарушении процесса синтеза органических структур при жизни индивида, так и оказывать воздействие на наследственность, возможно, отдаленное.

Из вышесказанного следует необходимость контроля за содержанием трития в окружающей среде и продуктах питания, прежде всего вблизи производств ЯТЦ.

5.6.2. Углерод-14 (^{14}C)

Радиоуглерод ($T^{1/2} = 5730$ лет) образуется на земле в результате следующих ядерных реакций: $^{14}\text{N} (n; p)^{14}\text{C}$; $^{17}\text{O} (n; \alpha)^{14}\text{C}$; $^{13}\text{C} (n; \gamma)^{14}\text{C}$.

Эти реакции протекают как в верхних слоях атмосферы под воздействием космического излучения (при образовании природного ^{14}C), так и при образовании техногенного радиоуглерода в результате атомных взрывов и работы атомных реакторов, как промышленных, так и транспортных и исследовательских.

Основным поставщиком ^{14}C является первая реакция ввиду большого содержания азота (78 %) в составе воздуха. Причем, в водо-графитовых реакторах (именно такой тип реактора на Сибирском химическом комбинате) образующийся на азоте ^{14}C практически целиком выносится в атмосферу. Кроме того, в реакторах этого типа часть образующегося ^{14}C попадает во внешнюю среду с жидкими сбросами в виде растворимых карбонатов и углекислоты.

Существуют понятия локального и глобального загрязнения радиоуглеродом.

В качестве источника локального загрязнения можно рассматривать не только атомный взрыв, но и каждую АЭС, предприятие ЯТЦ, изотопные производства по получению препаратов, меченных ^{14}C , научно-исследовательские учреждения.

Среднее поступление реакторного ^{14}C в организм местных жителей, проживающих в районе действия такого источника, может составить в зонах 0–10 км – 0,32 мкКи/год, 10–20 км – 0,08 мкКи/год.

Глобальное радиоуглеродное загрязнение окружающей среды связано с развитием атомной энергетики в целом и ядерными испытаниями. При термоядерных взрывах 90 % радиационного фона в атмосфере обусловлено C-14 . Как показывают расчеты, ежегодное поступление ^{14}C в организм человека с продуктами питания превысит естественный путь поступления ^{14}C к 2010 г. в 5 раз, а годовая доза на все тело по сравнению с 1975 г. возрастет с 0,04 до 7 мРад, т. е. увеличится почти в 200 раз. И, по подсчетам, будет сказываться 11 000 лет, затронув 300 поколений людей.

Опасные последствия такой динамики связаны с тем, что радиоуглерод, участвуя в обменных процессах наряду с атомами стабильного углерода, проникает во все органы и ткани организма, включаясь непосредственно в молекулы органических соединений.

Повреждающее действие ^{14}C , вошедшего в состав молекул белков и особенно ДНК и РНК живого организма, определяется, во-первых, радиационным воздействием β -частиц и ядер отдачи азота, возникающих в результате распада ^{14}C по схеме $^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N}$; во-вторых, изменением химического состава молекулы за счет превращения атома ^{14}C в атом ^{14}N (трансмутационный эффект).

Такие повреждения ДНК приводят зачастую к генным мутациям второго и третьего порядков, которые практически являются необратимыми.

Поэтому увеличение содержания изотопа ^{14}C в биосфере может привести к накоплению вредных мутаций, что чревато серьезной угрозой для человечества. Проблема мониторинга ^{14}C является одной из основных в районах АЭС и ЯТЦ.

Одним из первых отметил биологическую опасность С-14 академик А.Д. Сахаров (1958 г.), который обратил внимание на непороговые биологические эффекты радиации. Он рассчитал, что при испытании мегатонной бомбы только от С-14 будет 2 200 жертв наследственных болезней, а также обратил внимание на возможное увеличение раковых заболеваний и лейкемии

А.Д. Сахаров оценил, что общие потери от радиоуглерода имевших место испытаний (~ 50 Мт) составляет около 330 000 человек, а если учесть влияние радиоцезия и радиостронция, то общие потери составят 10 тысяч человек на 1 Мт.

Именно тогда академик А.Д. Сахаров категорически выступил против испытания ядерного оружия в атмосфере, и его усилиями было изменено решение о взрыве на Новой Земле 108 Мт бомбы (взрывали только 58 Мт).

5.6.3. Криптон-85 (^{85}Kr)

Из радиоактивных изотопов VIII группы таблицы Менделеева наибольший интерес представляет изотоп ^{85}Kr .

По данным Томаса Кохрана и др. [7], Сибирский химический комбинат выбрасывает в атмосферу 3 изотопа этой группы:

^{85}Kr	330 000 кКи/год,
^{131}Xe	190 кКи/год,
^{133}Xe	540 кКи/год.

Просачивающийся сквозь изоляционное покрытие ТВЭЛов, Kr-89 менее опасен, поскольку он распадается до радиоактивного стронция, составляет незначительную долю; к тому же его период полураспада 3 мин, и поэтому он имеет значение только в пределах зон, близких от реактора.

Время жизни изотопов Хе исчисляется несколькими сутками, и через 10–30 часов они полностью выводятся из организма. ^{85}Kr имеет период

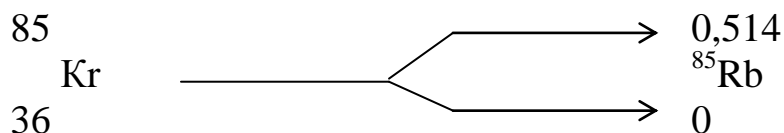
полураспада 10,72 года и его воздействие на организм требует серьезного отношения и дальнейшего изучения.

В малых количествах ^{85}Kr присутствует в окружающей среде вследствие спонтанного и вызванного нейтронами деления природного урана, а также вследствие облучения нейтронами космического излучения атомов атмосферного ^{84}Kr .

Однако, количество ^{85}Kr в атмосфере в последние годы существенно возросло, и, по прогнозам, мощность дозы облучения кожи за счет этого фактора может возрасти более чем в 100 раз, составив примерно 0,03 Зв/год.

В настоящее время основным источником поступления ^{85}Kr в окружающую среду являются предприятия по производству плутония. Кроме того, ^{85}Kr может поступать в атмосферу от производимых в мирных целях атомных взрывов и работы атомных реакторов, в том числе, и реакторов морских двигателей, но их выбросы являются и будут оставаться незначительными по сравнению с выбросами заводов по производству плутония.

Распад ^{85}Kr сопровождается испусканием β -частицы, либо β -частицы и γ -кванта по схеме:



Будучи инертным, он не вступает в химические соединения, а накапливается в атмосфере, не вовлекается в биологические процессы, а адсорбируется в тканях тела при вдыхании и растворяется в биологических жидкостях. Он характеризуется низкой растворимостью в крови, высокой растворимостью в липидах и быстрой диффузией в тканях. Есть сведения о высоком поглощении ^{85}Kr корой надпочечников.

Органом, наиболее подверженным воздействию ^{85}Kr , является кожа, но она и наиболее устойчива к радиоактивному облучению. Однако, параллельное воздействие ультрафиолетового излучения может усилить негативный эффект.

Оба воздействия носят как мутагенный, так и канцерогенный характер. Механизм мутагенеза этих двух факторов различен (β -излучающий ^{85}Kr производит разрыв в цепях ДНК, а УФО образует в них тиминовые димеры), канцерогенное же действие этих факторов, в принципе, не отличается.

В связи с продолжающимся развитием ядерной энергетики на земном шаре вопрос об очистке газовых отходов от радиоактивных газов должен рассматриваться в международном масштабе (на уровне МАГАТЭ и МКРЗ).

5.6.4. Йод-131 и -129 (^{131}I , ^{129}I)

В настоящее время известно 24 изотопа йода, из которых радиозэкологическую опасность представляют в основном 2 изотопа – йод-131 и йод-129.

Период полураспада йода-131 всего 8,04 суток. Этим обусловлена его сравнительно невысокая опасность и возможность медикаментозной помощи.

Йод-129 относится к числу наиболее радиологически значимых нуклидов в глобальном масштабе, благодаря своему периоду полураспада, который оценивается в 17 млн. лет. Его вклад в окружающую среду в отдаленной перспективе оценивается как значительный. Активно включаясь в глобальный цикл, йод-129 является потенциальным глобальным облучателем на протяжении миллионов лет.

Антропогенными источниками этих изотопов могут быть заводы по переработке облученного ядерного топлива, АЭС и атомные взрывы. Непосредственно в реакции деления выход этих изотопов невелик, но они образуются в значительных количествах из своих радиоактивных предшественников: ^{129}I , $^{129\text{m}}\text{Te}$ и ^{129}Te , а ^{131}I – из $^{131\text{m}}\text{Te}$ и ^{131}Te .

В обычном режиме работы АЭС выбросы йода также невелики, но в аварийных ситуациях радиоактивная опасность обуславливается (в начальный период) именно изотопами йода, поступающими в организм, в основном, перорально и через органы дыхания.

Обладая высокой миграцией, он быстро включается в биологические цепи и становится источником внешнего и внутреннего облучения. Особенно большие дозы формируются в щитовидной железе детей, что обусловлено ее малыми размерами, и могут в 2–10 раз превышать дозу облучения железы у взрослого.

Радиоактивный йод из организма беременной женщины поступает к плоду, в железе которого поглощаемая доза в десятки раз больше, чем в железе матери.

Проблема йода-129 заключается в том, что этому радионуклиду практически не уделяется внимания. Разработанные в настоящее время методы изоляции йода-129 вместе с отходами обеспечат эту изоляцию лишь на несколько столетий, затем хранилища разрушатся и весь йод-129 рассеется в биосфере.

Расчеты скорости выщелачивания, миграции с подземными водами, конвекционного переноса с учетом сорбции и полураспада йода-129 показали, что через 1 000 лет из хранилища в биосферу возможно его поступление в размерах 13 ГБк/год.

Глобальный вклад йода-129 в ожидаемую дозу облучения за счет ЯТЦ обусловлен на период интегрирования от 10 до 10^8 лет поступлением от заводов по переработке ТВЭЛов и составит 40 ГБк на 1 ГВт(эл.) · год. К настоящему времени суммарный выброс йода-129 в атмосферу достиг 10^{12} Бк. При планируемых темпах развития ядерной энергетики к 2000 году будет накоплено $4 \cdot 10$ Бк йода-129.

Специфика йода заключается в многообразии его химических соединений. К наиболее активным формам относится элементарный йод, который под воздействием различных факторов образует многочисленные химические соединения, взаимодействует с твердыми атмосферными частицами, адсорбируясь на их поверхности.

Из всего вышесказанного следует, что проблемы радиозащиты йода многогранны и требуют создания модели биогеохимического круговорота йода в глобальном масштабе, как краткосрочного, так и долгосрочного прогнозов.

5.6.5. Стронций-90 (^{90}Sr)

Природный стронций является стабильным. Он входит в состав микроорганизмов, растений, животных и человека, являясь строительным материалом костной ткани. Избыток в ней стронция (выше 0,02 %) может вызвать ломкость костей, рахит и другие заболевания.

Радиоактивные изотопы стронция образуются при атомных взрывах, вследствие утечек и аварий на атомных реакторах. Наиболее опасным из них считается ^{90}Sr . Его период полураспада 28,5 лет, а период полувыведения из организма (биологический период полураспада) довольно долгий – 11 лет.

Попадая в окружающую среду, ^{90}Sr включается (главным образом вместе с Ca) в процессы обмена у растений, животных и человека. В растениях ^{90}Sr может поступать непосредственно через листья или из почвы через корни. Относительно больше ^{90}Sr накапливают бобовые, клубни и корнеплоды, меньше злаки. В семенах и плодах его значительно меньше, чем в листьях и стеблях.

К человеку ^{90}Sr поступает в основном с коровьим молоком и рыбой.

Величина отложения ^{90}Sr в организме зависит от возраста. Так, у детей в связи с быстро растущей костной тканью, она на порядок выше, чем у взрослого.

Биологическое действие ^{90}Sr связано с характером его распределения (накопление в скелете) и зависит от дозы β -излучения, создаваемой им и его дочерним радиоизотопом иттрием (^{90}Y). При длительном поступлении ^{90}Sr в организм, даже в относительно небольших количествах, в ре-

зультате непрерывного облучения костной ткани могут развиваться лейкемия и рак костей.

Заключение в 1963 г. в Москве Договора о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, космосе и под водой привели к почти полному освобождению атмосферы от ^{90}Sr и уменьшению его подвижных форм в почве.

5.6.6. Цезий-137 (^{137}Cs)

В природе этот серебристо-белый металл встречается в виде стабильного изотопа Cs-133. Это редкий элемент со средним содержанием в земной коре $3,7 \cdot 10^{-4} \%$. Цезий – постоянный химический микрокомпонент организма растений и животных. Главный накопитель цезия в организме млекопитающих – мышцы, сердце, печень. Он малотоксичен, его биологическая роль в организме окончательно не раскрыта.

^{137}Cs – β - γ -излучающий радиоизотоп цезия, один из главных компонентов техногенного радиоактивного загрязнения биосферы. Образуется в результате ядерных реакций деления. Содержится в радиоактивных выпадениях, сбросах, отходах радиохимических заводов. Интенсивно сорбируется почвой и донными отложениями. Коэффициент накопления особенно высок у пресноводных водорослей и арктических наземных растений, особенно, лишайников, из животных – у северных оленей, через ягель, которым они питаются.

В организме человека ^{137}Cs распределен более или менее равномерно и существенного поражающего действия он не оказывает, однако, нормирование территории по степени загрязненности ее радионуклидами ведется, прежде всего, по цезию-137.

5.6.7. Плутоний

Плутоний (Pu) – опаснейшей тяжелый металл. Имеет 15 радиоактивных изотопов, в основном, α -излучателей.

На Земле имеются лишь следы этого элемента и только в урановых рудах. Это типичный продукт творения рук человека. Из всех изотопов наиболее интересным представляется Pu-239. Его период полураспада 24 110 лет.

Получен искусственно в 1940 г. Сиборгом и др. (США) путем облучения урана ядрами тяжелого водорода (дейтонами), назван в честь одной из планет, как и его два предшественника.

В природе образуется при β -распаде Np-239, который, в свою очередь, возникает при ядерной реакции урана-238 с нейтронами (например, нейтронами космического излучения).

Промышленное производство Pu-239 также основано на этой реакции и происходит в атомных реакторах. Последующее отделение Pu-239 от урана, нептуния и продуктов деления осуществляют на радиохимических заводах. Затем используют его способность к расщеплению под действием нейтронов в атомных реакторах, а способность к самоподдерживающейся цепной реакции деления при наличии критической массы (7 кг) – в атомных и термоядерных бомбах, где он является основным компонентом.

Облучая Pu-239 нейтронами, можно получать смесь изотопов, из которых изотоп Pu-241, также как и Pu-239, является делящимся и мог бы быть использован для получения энергии. Однако, его период полураспада 14,4 года, что не позволяет его длительно сохранять, к тому же, распавшись, он образует неделящийся Am-241 (α -, γ -радиоактивный) с периодом полураспада 432,8 года. Получается, что примерно через каждые 14 лет количество Am-241 в окружающей среде удваивается. Обнаружить его, как и другие трансурановые элементы, обычной γ -спектрометрической аппаратурой сложно и требуются весьма специфичные и дорогостоящие методы обнаружения.

Америций-241, как и другие трансурановые элементы (нептуний, калифорний и другие), является также экологически опасным радионуклидом, являясь преимущественно альфа-излучающим элементом, обуславливающим внутреннее облучение организма.

Накопленного на Земле плутония более чем достаточно. Его производства абсолютно не требуется как для обороны, так и энергетики. Тем не менее, из 13 существовавших в СССР реакторов, производивших оружейный плутоний, в России продолжают работать 3: два из них в г. Северске. Последний такой реактор в США был остановлен в 1988 г.

Всего 50 лет назад зеленые растения и животные не содержали в своем составе плутоний, сейчас до 10 т его распылено в атмосфере. Около 650 т его наработано атомной энергетикой и 300 т – военным производством. Значительная часть всего произведенного плутония находится в России.

Попадая в биосферу, плутоний мигрирует по земной поверхности, включаясь в биохимические циклы. Его удельная активность в 200 000 раз выше, чем у урана, к тому же освобождения организма от попавшего в него плутония практически не происходит в течение всей жизни человека. Плутоний называют «ядерным ядом», его допустимое содержание в организме оценивается нанограммами. Дело в том, что Pu-239 является α -излу-

чателем, и каждая его α -частица в биологической ткани образует вдоль своего короткого пробега 150 000 пар ионов, повреждая клетки, производя различные химические превращения. Находясь же в организме, плутоний становится постоянным источником α -излучения для человека, вызывая костные опухоли, рак печени и лейкемию, являясь, таким образом, одним из самых опасных канцерогенов.

Как считают ведущие специалисты в области радиоэкологии, использование Pu-239 в дальнейшем развитии атомной энергетики больше родит новых проблем, нежели решит энергетические.

Имеющиеся и предлагаемые к разработке технологии утилизации и обезвреживания плутония пока не надежны. Рассматриваются различные варианты обращения с плутонием.

Поэтому остается единственное: достаточно длительное (на десятилетия) надежное его хранение. Но оно связано не столько с техническими и природными сложностями, сколько с необходимостью смены политики Федерального правительства России и Минатома в этом вопросе по отношению к регионам, а также снятия с проблемы плутония в России завесы секретности.

5.7. Проблема радиоактивных отходов

Радиоактивные отходы (РАО) образуются на всех этапах ЯТЦ. Состав и количество РАО на каждом из этапов цикла является специфичным.

Так, на стадии отработки урановых руд происходит пылеаэрозольное загрязнение атмосферы, почв, воды. За счет интенсивного радоновыделения происходит загрязнение атмосферы радоном. Масштабы этих загрязнений сравнительно локальны, а сами образующиеся отходы могут быть отнесены к категории низкоактивных отходов, но среди них отмечается присутствие долгоживущих альфа-излучающих нуклидов.

Наибольшее количество опасных для биосферы техногенных радионуклидов, в том числе и долгоживущих альфа-излучателей (Pu, Am, Np и др.), образуется и содержится в отработанном ядерном топливе (ОЯТ) с атомных электростанций и на радиохимических производствах, на которых осуществляется выделение плутония, невыгоревшего урана-235 и других радионуклидов. Для выделения плутония из ОЯТ в России был запущен в работу в 1976 г. завод (РТ-1) в Челябинске-60 (г. Озерск), еще один завод (РТ-2) строится в Красноярске-26 (г. Железногорск).

На заводе РТ-1 облучается ОЯТ из реакторов АЭС типа ВВЭР-440; 5Н-350; БН-600 из реакторов подводных лодок и судовых реакторов с мощностью переработки около 400 т/год.

Кроме того, оружейный плутоний производился на специальных ядерных комплексах (Челябинск-65, Томск-7, Красноярск-26), где работали 13 атомных реакторов специального типа, например АДЭ, из которых на радиохимических заводах (РХЗ) извлекался в больших количествах плутоний. Именно РХЗ являются основным источником радиоактивных отходов. Так, при переработке 1 тонны ОЯТ реакторов типа ВВЭР-400 в НПО «Маяк» образуется 45 кубометров высокоактивных отходов (ВАО), 150 кубометров среднеактивных отходов (САО) и около 2 000 кубометров низкоактивных отходов (НАО). Кроме того, продуктами переработки являются 950 кг оксидов, урана и несколько килограммов плутония, т. е. из 1 т ОЯТ образуется $45-450 + 2\,000 = 2\,195$ кубометров только жидких РАО, которые требуют специального обращения, переработки и хранения.

Это одна из причин того, что ряд стран (США, Канада, Швеция, Германия, Финляндия и другие) отказались от так называемого замкнутого ЯТЦ, т. е. ОЯТ дальнейшей переработке не подвергаются, и идут на окончательное долговременное хранение, а затем захоронение.

Россия и ряд других государств (Япония, Великобритания, Китай и другие) придерживаются концепции замкнутого ЯТЦ, которая предусматривает полную переработку ОЯТ с выделением плутония, урана-235 и возврат их в энергетических цикл.

Дискуссия о реализации того или иного подхода широко обсуждается в печати и на многочисленных конференциях, семинарах.

Что касается радиоактивных отходов, то они образуются, и в том и в другом случае, но в разных количествах. Правда, относительно ОЯТ термин «отходы» в России не применяется, но это носит дискуссионный характер.

Кроме того, на данном этапе развития мировой цивилизации отпала необходимость в оружейном плутонии. США в 1988 г. (объявили об этом официально в 1991 г.) прекратили его производство вообще и, согласно подписанному договору о нераспространении ядерного оружия, производство плутония прекращается и в России. В связи с этим произошли и происходят остановки военных промышленных реакторов в Челябинске, Красноярске, Томске. А оставшиеся, например, два реактора в Томске дорабатывают, поскольку они являются, кроме того, источником теплового снабжения областного центра (реакторы двойного назначения). Демонтируются ядерные боеголовки и возникает острая проблема с хранением и утилизацией плутония.

Технология обращения с радиоактивными отходами на разных этапах становления атомной промышленности имела свои особенности, обусловленные прежде всего решаемыми геополитическими стратегическими задачами (кто быстрее сделает оружие возмездия и устрашения), отсутстви-

ем опыта и знаний по поведению малоизученных химических соединений радиоактивных элементов.

На первых этапах жидкие радиоактивные отходы групп ВАО и САО хранились в естественных или искусственных прудах-отстойниках, в специальных инженерных сооружениях – емкостях из бетона и (или) стали (баки, танки), а отходы групп НАО, как правило, разбавлялись и рассеивались путем сбрасывания по системам трубопроводов, каналов в воды Мирового океана, открытые водные системы, где происходило их естественное разбавление до приемлемо безопасных уровней (табл. 5.27).

Таблица 5.27

Данные об удалении жидких отходов
с некоторых предприятий атомной промышленности

Место сброса	Тип отходов	Количество и радиоактивность	Место удаления
Великобритания			
Спрингфилдс	Жидкие	$2,5 \cdot 10^6$ м ³ /год; 50 Ки/год α ; 1 500 Ки/год β	Трубопровод к границе приливов и отливов
Кейпен-Херст	Жидкие	$2 \cdot 10^6$ м ³ /год; 1 Ки/год (уран)	Открытый ручей в зоне приливов и отливов
Унидскейл и Колдер-Холл	Жидкие	$8 \cdot 10^5$ м ³ /год; 90 000 Ки/год β ; 40 000 Ки/год Ru; 1 500 Ки/год Sr-90; 70 Ки/год Sr-90	Трубопровод в открытое море
Чапел-Кросс (1960 г.)	Жидкие	$3 \cdot 10^4$ м ³ /год; 4,5 Ки/год α и β ; 80 Ки/год Sr-90	Трубопровод к границе приливов и отливов
Даунри (1959-1960 гг.)	Жидкие	$1 \cdot 10^5$ м ³ /год; 40 000 Ки/год β ; 20 Ки/год Sr-90; 5 Ки/год α	Трубопровод в открытое море
Харуэлл	Жидкие	$7 \cdot 10^5$ м ³ /год; 15 Ки/год β ; 0,5 Ки/год Sr-90; 0,02 Ки/год α	Трубопровод в Темзу

По мере накопления информации по поведению техногенных радионуклидов становилось понятным, что такой способ избавления от отходов не совсем приемлем, так как создается угроза существованию биологиче-

ских видов и самому человеку. В этом плане наглядным примером может служить сброс слаборадиоактивных жидких отходов в Ирландское море с заводов Уиндскейла (в других транскрипциях Виндскейла) на северо-западном побережье Великобритании.

Оказалось, что часть отходов с приливами и течениями возвращается обратно к берегу и накапливается в съедобной морской водоросли *Porphyra Umbilicalis*, используемой для приготовления местного деликатеса «Лавербреу».

В результате этого около 26 000 человек в Южном Уэльсе, находящемся в сотнях километров южнее, подверглись большой радиоактивной опасности.

Для уменьшения такой опасности во многих странах жидкие отходы стали концентрировать методами химического осаждения, выпаривания и сорбции на ионнообменных смолах, после чего они связываются каким-либо материалом в труднорастворимую матрицу (цемент, битум, полимеры, бетон и т. д.), устанавливаются в металлические контейнеры и захораниваются.

За всю историю развития атомной промышленности были апробированы следующие методы захоронения и удаления радиоактивных (как правило, САО и НАО) отходов.

1. Удаление отходов на дно Мирового океана.
2. Удаление в стационарные наземные и приповерхностные хранилища.
3. Удаление в полости скальных пород.
4. Закачка жидких РАО в горные породы с большой открытой пористостью (пески, гравелиты, кавернозные известняки и т. д.).

Для высокоактивных отходов (ВАО), а также для хранения ОЯТ, относящегося к категории специальных ВАО, использовались следующие методы хранения и захоронения.

1. Удаление на дно Мирового океана.
2. Хранение в сухих приповерхностных или подземных специально сооруженных хранилищах.
3. Хранение в водных приреакторских бассейнах, либо в автономных водных хранилищах (подземное водное хранилище СЛАВ).
4. Закачка жидких ВАО в подземные горизонты горных пород с большой открытой пористостью (в России этот способ получил название закачки в глубокие геологические формации).

Специфичность хранения ВАО и ОЯТ заключается в следующем:

1. Эти продукты из-за присутствия делящихся материалов (урана, плутония и др.) имеют способность к разогреванию до высоких температур (сотни градусов).

Высокая радиоактивность способствует радиолитизу (разложение под воздействием радиоактивного излучения) воды и других химических компонентов с образованием высоковольтных азотистых, водородных и других соединений.

Недоучет этого фактора может приводить к весьма сложным аварийным ситуациям с выбросами радионуклидов в окружающую среду. Такой случай был реализован в 1957 г. в Челябинске-65, когда разогрев отходов в баке привел к парогазовому взрыву большой мощности.

Таким образом, хранение ВАО, ОЯТ, а также демонтаж ядерных материалов (плутоний, высокообогащенный уран) требует создания специальных инженерных сооружений, позволяющих контролировать и регулировать температурный режим хранения.

2. Эти материалы, по существу дела, образуют специфичное техногенное месторождение (находка столь компактных по объему и концентрации компонентов месторождений является вожделенной мечтой любого геолога), к разработке которого можно вернуться при возникновении потребности или появлении новых технологий.

3. К этим материалам должен быть закрыт несанкционированный доступ, так как они могут послужить основой для производства ядерного и радиологического оружия с целью проведения террористических актов и шантажа.

Принципиальная концепция обращения с жидкими и твердыми радиоактивными отходами приведена на рис. 5. 17.

При хранении и захоронении радиоактивных отходов используется принцип многобарьерной защиты, включающий в себя искусственные (инженерные) и естественные барьеры физической и химической защиты (рис. 5.18).

В качестве инженерной, физической и химической защиты выступают: оболочка ТВЭЛов или остеклованной массы, оболочка контейнера, накопитель между стеклоблоком (например, полиэтилен, который поглощает нейтроны и тем самым снижает тепловой разогрев и уровень радиационного воздействия на материал контейнера); оболочка инженерного сооружения (каньон, бункер, траншея, шахта, скважина и т. д.).

В качестве естественной физической и химической защиты используются горные породы различных типов, почва, толща воды.

В каждом конкретном случае в зависимости от типа отходов, их объемов и т. д., используются или планируются для использования те или иные способы захоронения.

Так, например, для временного сухого хранения ОЯТ имеются четыре конструктивных разновидности сухого хранения (в воздухе, углекислом газе, азоте, гелии и т. д.).



Рис. 5.17. Концепция обращения с жидкими и твердыми радиоактивными отходами (Энергетика в цифрах и фактах // Бюллетень ЦОИ, № 4, 1992)

1. Шурфо-скважины на 1–2 кассеты, закрываемые массивной бетонной крышкой.
2. Бетонные каньоны.

3. Силос (бетонный цилиндр, устанавливаемый на поверхности земли и закрываемый крышкой).

4. Металлические контейнеры.

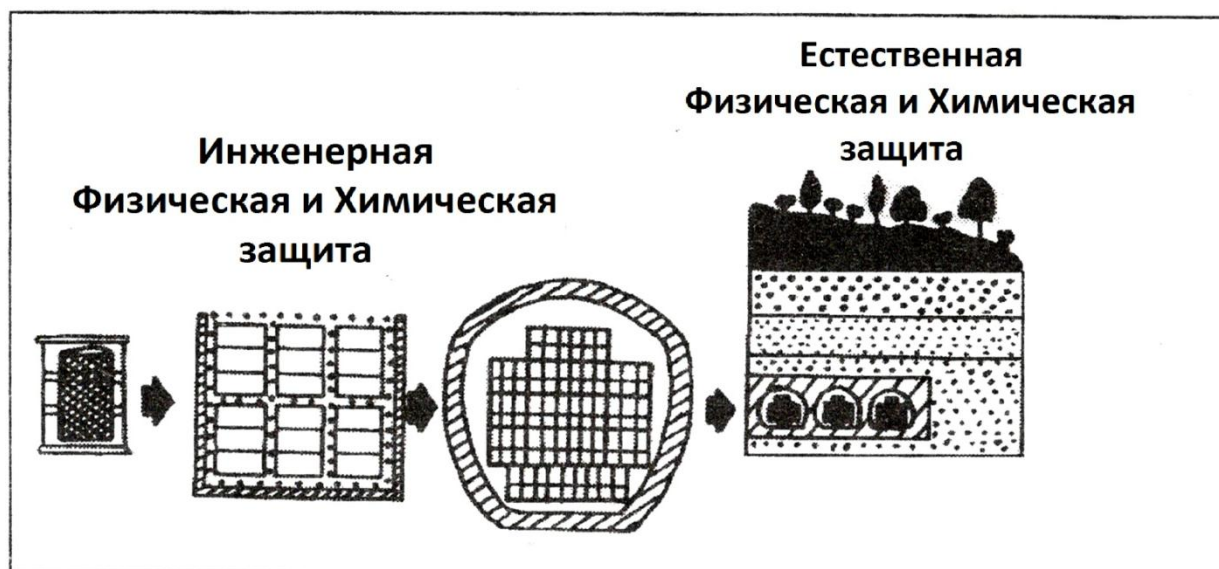


Рис. 5.18. Принципиальная схема многослойного подземного хранилища высокоактивных отходов. Проект Великобритании

Так, в 1988 г. в мире имелись следующие сухие хранилища: шурфоскважины – 3 места; металлические контейнеры – 10 мест; силос – 3 места; каньон – 7 мест.

Проект хранилища ОЯТ в шурфо-скважинах на 10 тыс. т топлива в штате Невада (США) представляет собой площадку в аллювиальной почве, на которой по квадратной сетке с шагом 3 м будет расположено 23 500 шурфо-скважин. Поле хранения сможет принимать кассеты с ОЯТ с тепловыделением не более 1 кВт и будет расширяться по мере надобности. Предполагаемый срок хранения 100 лет, после чего ОЯТ либо будет захораниваться в специально сооруженные к тому времени хранилища, либо, если появятся приемлемые технологии, перерабатываться.

Ориентировочная стоимость этого самого экономичного способа хранения составляет 289 млн. долларов по курсу 1981 г.

Недостатком такого способа хранения является слабая защищенность от чрезвычайных внешних воздействий. Например, падение авиалайнера на поле хранения с последующим пожаром может привести к выбросу нескольких сотен килограммов топлива из пеналов на поверхность Земли и переходу в аэрозольную форму радионуклидов с активностью 10^3 – 10^5 Ки.

Удаление радиоактивных отходов, переведенных в твердое состояние и упакованных в контейнеры из химически стойких материалов, на дно Мирового океана осуществлялось с 1946 г. весьма длительное время в различных точках земного шара.

Сбросы РАО в море осуществляли многие государства, и общий объем радиоактивных отходов, сброшенных в море, составляет более 200 000 Ки.

Обращает на себя внимание тот факт, что даже хорошо спроектированные специальные инженерные сооружения, в которых ВАО хранятся в остеклованной массе, упакованной в контейнеры, размещаются на значительной глубине от земной поверхности. Например в районе Селлафилда (Англия) хранилище планируют расположить на глубине ~ 800 м, либо на еще большие глубины (2 000–4 000 м) в специально пробуренные скважины большого диаметра, либо шахты.

Ни в каких вариантах проектов обращения с РАО для длительного их хранения не рассматривается возможность их закачивания в виде жидких радиоактивных отходов в проницаемые горизонты геологических недр, тогда как в России на сегодняшний день это один из самых распространенных способов обращения с радиоактивными отходами (гг. Дмитровград, Северск, Железногорск).

На первых этапах развития атомной промышленности США начинали реализовывать проект по удалению ЖРО Хэнфордского ядерного комплекса в проницаемые породы. В один из колодцев на глубину около 48 м было закачено около 150 000 м³ кислотных растворов, содержащих 753 000 Ки по β -радиоактивности грубых продуктов деления. Радиоактивные отходы распространились на площадь, равную 8 000 м² на уровне грунтовых вод. Подвижность радионуклидов в этих условиях была весьма различной и была максимальной у рутения-106.

В последующем эти эксперименты с ЖРО в США были прекращены, хотя практика закачки химических отходов в геологические формации в США широко распространена.

Зарубежные специалисты утверждают, что российская практика обращения с радиоактивными отходами, реализуемая в ряде предприятий Министерства атомной энергетики, представляется им совершенно неприемлемой, тем не менее, факт остается фактом – в России идет крупнейший эксперимент по обращению с радиоактивными отходами, который рассматривается рядом специалистов как один из самых перспективных методов захоронения.

В условиях функционирования такого объекта в непосредственной близости (10–12 км) от г. Томска, в котором проживает более 500 тысяч человек, на промышленной площадке Сибирского химического комбината

(СХК) проводится один из длительных экспериментов по закачке жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в глубинные геологические формации.

Закачка отходов производится в отложения мелового возраста, так называемые водоносные горизонты 2 и 3. Эти пласты-коллекторы находятся на глубине 280–460 м и в данной ситуации их вряд ли можно рассматривать как типичные глубинные геологические формации.

От вышележащих палеогеновых водоносных горизонтов, которые являются единственным источником водоснабжения г. Томска, воды мелового возраста, в которые происходит закачка, отделены так называемым горизонтом «Д», который сложен глиной мощностью 20–40 м.

Выбор данного способа захоронения проектировщиками обусловлен:

- 1) асейсмичностью данного региона;
- 2) отсутствием дизъюнктивных тектонических нарушений в породах мезокайнозоя;
- 3) наличием непрерывного горизонта глинистых пород (горизонт «Д») морских фракций (люлинворская свита).

Все эти предпосылки, а также моделирование процессов миграции радионуклидов, убеждали людей, принимающих решение о выборе способа и места захоронения ЖРО, что природой созданы максимально благоприятные условия для их закачки. На момент проектирования хранилища не было известно, что в Обь-Томском междуречьи в непосредственной близости от СХК (15 км) будет развиваться Томский водозабор.

На сегодняшний день хранилище приняло десятки миллионов кубометров радиоактивных отходов, различных по активности и физико-химическим свойствам. Общая их радиоактивность на данный момент составляет многие сотни миллионов кюри.

Данный способ захоронения позволил в какой-то мере снять острые экологические проблемы, связанные с хранением ЖРО в открытых прудах-отстойниках, уже занимавших на момент принятия решения о закачке отходов в недра значительные площади и объемы.

Действие малых доз радиации, не представляющей какой-либо опасности с точки зрения пороговых доз и эффектов, может существенно усиливаться под воздействием электрического поля, возникающего при ядерных превращениях.

По мнению ряда специалистов, радиоактивное загрязнение почвы и атмосферы значительно изменяет параметры атмосферного электрического поля (АЭП), искажая при этом естественный электромагнитный фон. Аномалии АЭП, возникающие в зонах радиоактивного загрязнения, могут быть тем дополнительным нерадиационным фактором, который вызывает

наблюдаемое несоответствие между заболеваемостью людей и реальной радиоэкологической ситуацией.

Радиоактивное загрязнение окружающей среды и связанные с ним аномалии АЭП будут воздействовать на организм человека одновременно. Причем, даже если биологические эффекты от каждого из этих воздействий будут небольшими (или неощутимыми), то эффекты от их суммарного воздействия могут быть весьма значительными. Есть основание полагать, что результат комбинированного действия малых доз радиации и аномальных электрических полей может превосходить сумму эффектов от каждого фактора в отдельности, т. е. может иметь место так называемый «синергизм».

Так наблюдалось изменение электромагнитного поля в зоне цезиевого загрязнения в Тульской области, в санитарно-защитной зоне Калининской АЭС.

Отмечались резкие пространственно-временные колебания напряженности АЭП со сменой знака поля. При этом уровень радиационного фона у поверхности Земли остается стабильным и не превышает 10–15 мкР/ч.

Обнаруженные в зоне АЭС аномалии АЭП находятся в области максимальной чувствительности сердечно-сосудистой системы человека к воздействию АЭП. Не исключено также влияние таких аномалий на регуляторные системы организма.

Отмеченная у детей, проживающих вблизи радиоактивных зон, резко повышенная частота заболеваемости лейкозами, хотя и сами дети, и их родители не получали опасных доз радиации, а также такие явления, как раннее старение, ослабление зрения, угнетение реактивности иммунной системы, чрезмерная психологическая возбудимость, изменения в составе крови и др., по их мнению, могут быть связаны с дополнительным воздействием аномалий АЭП, возникающих в результате радиоактивного загрязнения окружающей среды, которое само по себе не вызывает наблюдаемых эффектов.

Действие малых доз радиации может быть также усилено присутствием тех или иных химических элементов и их соединений, синергизмом факторов, действием факторов ионизирующей радиации и химического загрязнения.

Продолжающаяся в научной литературе дискуссия о выборе философии радиационной защиты (беспороговая линейная гипотеза; пороговая концепция, доза-эффект-риск; концепция ALARA) и степени опасности малых доз радиации свидетельствуют лишь об одном – нашем недостаточном уровне знания о реальном воздействии ионизирующей радиации.

Как высказался в печати один из специалистов Института биофизики Минздрава РФ, «такие эффекты, как кратковременное угнетение кровотока, легкий ожог кожи и временное снижение потенции мужчины, не слишком серьезны, поскольку быстро проходят без последствий. Помутнение хрусталика глаза не влияет на остроту зрения».

Трудно сказать, чего в этих словах больше: издевательства, кощунства или еще чего-либо, но как не процитировать стихотворные строки из английского медицинского журнала конца 1950-х гг.:

«Ядерные мудрецы (благослови их бог!)

Определили величину радиоактивных осадков до n-го знака,

Но у моего племянника и племянницы по пять ног,

И умишко бесконечно малой величины».

В нормативных документах России существует понятие «допустимая доза облучения».

Так, для гамма- и рентгеновского излучения с энергией до 3 МэВ она была принята в 2 800 мкР/ч или 25 Бэр/год.

В современной концепции радиационной защиты населения и хозяйственной деятельности на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению детерминированные эффекты (лучевые поражения тканей и функций организма) имеют пороговый характер и могут клинически проявляться при уровнях однократного облучения органов 0,15 Гр либо хронического многолетнего облучения при мощности дозы более 0,1 Зв/год (100 мЗв/год), или в ранее применяемых единицах измерения – 10 Бэр/год, что ориентировочно будет соответствовать на местности экспозиционной дозе гамма-излучения 1 142 мкР/ч.

Согласно данной концепции, территория, на которой годовая эффективная доза от 5 до 50 мЗв (от 55 до 550 мкР/ч в течение года), определяется как зона добровольного отселения.

Если она превышает 50 мЗв (550 мкР/ч по гамма-излучению в течение года), то данная территория является зоной отчуждения, и на такой территории постоянное проживание населения не допускается.

Некоторые исследователи считают, что критерием безопасной для человека генетически значимой дозой может служить современный уровень естественной радиационной дозы, которая не изменялась на протяжении последних 450 млн. лет. Тогда как критерием опасности следует считать степень превышения этой дозы.

Особую опасность вызывает прежде всего не внешнее проникающее излучение, хотя при больших дозах и оно вредно, а внутреннее облучение под воздействием высокозаряженных α - и β -частиц, попадающих с воздухом, водой, продуктами питания, и именно от этого радиационно опасно-

го фактора прежде всего и следует оберегаться. Его необходимо и в первую очередь оценивать.

К сожалению, чаще всего о радиационной обстановке судят только по экспозиционной дозе гамма-излучения, которая не всегда отражает реальную обстановку на той или иной территории, в том числе, например, и в зоне воздействия Сибирского химического комбината.

Но это сугубо профессиональный разговор и требует отдельного изложения материала.

Ну, а если все-таки в силу тех или иных обстоятельств человек попадает на территорию, подвергшуюся радиоактивному загрязнению, то необходимо прежде всего предусматривать элементарные правила личной гигиены, правила обращения с продуктами питания.

Так, доктор Гейл (США) для жителей Чернобыльской зоны предлагал следующие меры предосторожности:

А. Необходимо:

1. Хорошее сбалансированное питание.
2. Обильное питье, чаще потеть (баня).
3. Употреблять соки с красительными пигментами (томатный, свекольный, морковный и т. д.).
4. Отвары крапивы, слабительных трав.
5. Черноплодная рябина, тертая редька, (утром натереть – вечером съесть и наоборот), морковь, хрен, чеснок, грецкие орехи, изюм.
6. Крупа гречневая, овсяная.
7. Хлебный квас.
8. Аскорбиновая кислота с глюкозой, активированный уголь.
9. Молочные продукты: творог, сливки, сметана, масло.
10. Мясо: лучше свинина и птица (первый отвар слить, залить водой и варить до готовности).

Б. Нельзя:

1. Кофе.
2. Холодец, кости, говядину.
3. Вареные яйца (содержащийся в скорлупе стронций при варке переходит в белок).

Существуют и другие научные и народные методы предосторожности при проживании на таких территориях. Например, рекомендуют красное вино (по 1 столовой ложке 3 раза в день), а также уринотерапию.

К продуктам с антирадиоактивным действием относятся: морковь, капуста, растительное масло, творог, таблетки кальция.

Известны фитотерапевтические противолучевые средства, которые являются в основном препаратами дополнительной, поддерживающей и симптоматической терапии. К ним следует отнести следующие растения: облепиху, подорожник, ромашку аптечную, женьшень, элеутерококк, золотой корень, заманиху, медуницу лекарственную, одуванчик, шиповник, тысячелистник.

Дискуссия о приемлемости понятий пороговой и беспороговой доз ионизирующего излучения будет продолжаться, и аргументы в сторону усиления того или иного подхода будут появляться постоянно.

Сейчас здравомыслящие исследователи пришли к понятию степени приемлемого риска.

Дело в том, что отношение людей к той или иной опасности определяется степенью их представления о том или другом факторе риска. Есть факторы, о существовании которых люди часто и не подозревают, хотя они значительно опаснее тех, которые им известны. Мало кто обращает внимание на естественную радиацию, вклад от которой составляет около 80 % среднегодовой, эквивалентной дозы облучения, на облучение, связанное с наличием радона в закрытых помещениях, или при рентгенологических обследованиях. Населению мало известно о степени воздействия на организм этих факторов. Известно ли, например, что сотни тысяч американцев, проживающих в домах с высокой концентрацией радона, получают за год такую же долю радиационного воздействия, какую получили жители г. Чернобыля и его окрестностей, когда один из реакторов взорвался, и радиоактивный материал был выброшен в атмосферу.

И с другой стороны, хорошо известные факторы риска, такие, как альпинизм, горнолыжный спорт, курение и т. п., мало кого пугают, хотя вероятность преждевременной смерти из-за курения (при выкуривании 20 сигарет в день) более чем в 100 раз превышает вероятность умереть вследствие облучения.

Опасения по поводу радиационной опасности в обществе сосредоточились, главным образом, на атомной энергетике, хотя реальный фактор ее риска, значительно меньше таких, как курение, употребление спиртных напитков и т. д. (рис. 5.19).

И действительно, по образному выражению, «сознание без знаний слепо...».

Кризис доверия к ядерной энергетике возник по причине излишней засекреченности, голословных и высокомерных заявлений ученых-экспертов и политических деятелей (наиболее яркий пример с аварией на ЧАЭС), которые во многих случаях оказались ложными.

Ликвидировать этот кризис тяжело. Для этого необходима только правдивая и объективная информация, на основе которой должна формироваться свобода выбора каждым человеком приемлемой для себя степени риска.

Оценка факторов риска разными группами населения США

Факторы риска

Число летальных случаев в год

Женщины		Студенты		Бизнесмены		Статистические данные		
1	Ф	1	Ф	1	Г	А	А. Курение	150 000
2	В	2	Г	2	Е	Б	Б. употребление спиртных напитков	100 000
3	Г	3	А	3	В	В	В. Автомобили	50 000
4	А	4	б	4	А	Г	Г. Ручное огнестрельное оружие	17 000
5	Е	5	в	5	Б	Д	Д. Электричество	14 000
6	Б	6	Е	6	Р	Е	Е. Мотоциклы	3 000
7	Л	7	Б	7	С	Ж	Ж. Плавание	3 000
8	С	8	С	8	Ф	З	З. Хирургическое вмешательство	2 800
9	б	9	Т	9	З	И	И. Рентгеновское облучение	2 300
10	З	10	Р	10	О	К	К. Железные дороги	1 950
11	Р	11	З	11	Л	Л	Л. Авиация общего назначения	1 300
12	М	12	а	12	Х	М	М. Большая стройка	1 000
13	О	13	г	13	М	Н	Н. Велосипеды	1 000
14	г	14	М	14	Н	О	О. Охота	800
15	Х	15	Л	15	у	П	П. Бытовые травмы	200
16	Н	16	У	16	Ш	Р	Р. Тушение пожаров	195
17	У	17	И	17	Ж	С	С. Работа в полиции	160
18	Д	18	О	18	У	Т	Т. Противозачаточные средства	150
19	Ж	19	Д	19	Д	У	У. Гражданская авиация	130
20	Т	20	Э	20	К	Ф	Ф. Атомная энергетика	100
21	Ш	21	в	21	Ч	Х	Х. Альпинизм	30
22	И	22	Х	22	Т	Ц	Ц. Сельхозтехника	24
23	Ч	23	К	23	Г	Э	Ч. Национальный футбол	23
24	К	24	Н	24	И	а	Ш. Лыжи	18
25	а	25	Ш	25	Ц	б	Щ. Прививки	10
26	э	26	Ч	26	в	в	Э. Пищевые красители	
27	ц	27	П	27	П	г	а. Консерванты	
28	В	28	Ц	28	а		б. Пестициды	
29	п	29	Щ	29	Щ		в. Применение антибиотиков	
30	щ	30	Ж	30	Э		г. Применение аэрозолей в быту	

Рис. 5.19. Опасность предполагаемая и реальная (по исследованиям в США)

5.8. Организация и методы контроля за радиационной обстановкой

5.8.1. Общие положения по организации и проведению контроля

Основной задачей радиационного контроля является предупреждение вредного воздействия радиации на организм человека и животных, а также различные объекты природной среды (почву, воду, воздух, растения и т. д.). Имеется в виду неукоснительное (регламентируемое) выполнение санитарно-гигиенических правил и норм, а также радиационной безопасности при:

- размещении объектов, являющихся потенциальными источниками загрязнения объектов природной среды радиоактивными веществами;
- использовании ядерных взрывов в научных и производственных целях;
- удалении и обезвреживании радиоактивных отходов;
- определении допустимых уровней содержания радиоактивных веществ в объектах природной среды и организме человека, а также пределов доз излучения для отдельных лиц и всего населения.

Правила и нормы безопасности населения от воздействия радиоактивных факторов регламентируются санитарным законодательством в виде норм радиационной безопасности и основных санитарных правил (ИРБ-76/84, ОСП-72/87 и др.). Транспортировка радиоактивных материалов осуществляется в соответствии с санитарными правилами (СП).

При организации контроля за радиационной обстановкой необходимо придерживаться методических указаний, рекомендаций, инструкций и т. д. (Методические указания по контролю за радиоактивным загрязнением сельскохозяйственных угодий, прилегающих к атомным электростанциям. – М.: ЦИНАС, 1990. – 16 с.; Радиогеохимические исследования. – М., 1974 и др.).

Радиогеохимические исследования на обширной территории страны проводились, в основном, организациями Министерства геологии и были обобщены в методические рекомендации. Они позволили добиться единообразия в методических подходах при контроле и использовании этих работ для радиоэкологических наблюдений загрязнения почв, как объекта природной среды.

При проведении радиационного контроля за объектами природной среды целесообразно пользоваться [17], так как в них нашли отражение основные требования санитарно-эпидемиологического законодательства страны.

Контроль, как таковой, предполагает два важных мероприятия, выполнение которых регламентирует безопасные условия проживания человека и обитания животного мира: осуществление предупредительного надзора и текущего контроля.

Реализуют их санитарные службы и ведомственные учреждения.

Предупредительный надзор проводится при проектировании и строительстве различных объектов, являющихся потенциальными источниками облучения человека.

5.8.2. Организация контроля за радиационной безопасностью строительных материалов и жилых помещений

Природные (естественные) радионуклиды присутствуют, как показано ранее, во всех объектах окружающей среды и организме человека. Ионизирующее излучение от них создает радиационный фон, воздействию которого человек и биота подвергались в течение всего периода существования. С точки зрения облучения человека наиболее существенное значение имеют радионуклиды уранового и ториевого семейств (материнские радионуклиды – уран-238, торий-232) и калий-40.

Природные источники ионизирующего излучения вносят наибольший вклад (около 70 %) в общую дозу ионизирующего облучения населения от всех воздействующих на него источников ионизирующего излучения. Значительную часть этой дозы человек получает во время нахождения в жилых и производственных помещениях, где, по оценкам научного Комитета по действию атомной радиации ОНИ (НКДАР ООН), жители промышленно развитых стран проводят около 80 % времени. В помещениях человек подвергается воздействию как внешнего гамма-излучения, обусловленного содержанием природных радионуклидов в строительных материалах, так и внутреннего, связанного с вдыханием содержащихся в воздухе дочерних продуктов распада радона (ДПР).

Дозы облучения населения в помещениях зависят от выбора мест застройки, содержания радионуклидов в строительных материалах, конструкции здания. Поэтому имеется принципиальная возможность ограничения облучения населения природными источниками излучения путем вмешательства в сложившуюся практику строительства.

Нормирование содержания природных радионуклидов основывается на общих принципах радиационной защиты, выработанных Международ-

ной комиссией по радиологической защите (МКРЗ). В частности, принцип снижения доз облучения до разумно низкого уровня с учетом экономических и социальных факторов полностью применим к нормированию природных радионуклидов.

Гамма-излучение радионуклидов, содержащихся в строительных материалах, создает относительно равномерное облучение организма человека. Мощность дозы гамма-излучения в помещении однозначно связана со средневзвешенной удельной активностью радионуклидов в используемых стройматериалах. Нормирование радиоактивности стройматериалов позволяет ограничить мощность дозы в строящихся зданиях.

Возможности снижения гамма-фона эксплуатируемых зданий весьма ограничены. Такое снижение реально только в тех случаях, когда повышенный уровень фона обусловлен использованием для засыпки перекрытий и территорий около здания материалов с повышенным содержанием природных радионуклидов. Если такой материал входит в состав стен или перекрытий здания, и при этом гамма-фон в помещениях превышает установленные уровни, то единственным защитным мероприятием может быть перепрофилирование или снос здания.

Исследование уровней гамма-фона в жилых помещениях показало, что в большинстве случаев результаты измерений укладываются в диапазон значений, отличающихся от среднего не более чем в 2–3 раза. Только в исключительных случаях, связанных, как правило, с использованием в строительстве отходов урановой промышленности, наблюдаются высокие значения гамма-фона. Поэтому, в большинстве стран нормативы на гамма-фон в зданиях отсутствуют. Считается, что сложившаяся практика строительства обеспечивает достаточно низкие уровни гамма-фона. Исключение составляют только США, Канада и Швеция. В США и Канаде приняты следующие критерии: при мощности экспозиционной дозы в помещении более 100 мкР/ч над фоном открытой местности защитные мероприятия необходимы; для значений от 50 до 100 мкР/ч защитные мероприятия могут быть рекомендованы, а при значении менее 50 мкР/ч вмешательства не требуется. В Швеции принято одно значение – 50 мкР/ч. В СССР были приняты более жесткие нормативы: соответственно 33 и 65 мкР/ч.

Организация контроля радиационного качества строительного сырья, материалов и жилых помещений имеет своей целью недопущение превышения установленных нормативных величин, а также разработку и внедрение мероприятий по снижению доз облучения населения.

Контролю подлежит:

- для вновь строящихся зданий – эффективная удельная активность природных радионуклидов в строительном сырье и материалах;

- для построенных зданий – мощность экспозиционной дозы внешнего гамма-излучения в жилых помещениях общественно-бытового назначения и среднегодовая концентрация радона и его дочерних продуктов распада (ДПР) в воздухе помещений.

При этом должны параллельно функционировать две формы контроля: ведомственный и государственный санитарный.

Государственный санитарный контроль проводит радиологический отдел (отделение) территориальной санэпидемстанции в порядке текущего и предупредительного санитарного надзора.

Определение удельной активности природных радионуклидов в строительных материалах производится гамма-спектрометрическими методами, согласованными со службами стандартизации.

Мощность дозы внешнего гамма-излучения измеряется дозиметрами, например, типа ДРГ-01Т (детектор-газоразрядные счетчики).

Допускается для ориентировочной оценки мощности дозы использование радиометров (например, СРП-68-01 детектор-сцинтилляционный кристалл NaI). Ориентировочная оценка может быть получена уменьшением показаний такого прибора на коэффициент 0,6–0,8 (различающийся для каждого экземпляра прибора и устанавливаемый путем сопоставления с результатами измерений дозиметрами).

При обнаружении индикаторным прибором превышений мощности дозы в помещении над фоном открытой местности более чем на 33 мкР/ч, измерения следует повторить с использованием прибора типа ДРГ-01Т.

Измерения мощности дозы в помещениях следует проводить на высоте 1 м и в центре комнаты, а на открытой местности – не менее, чем в 30 м от ближайшего здания на той же высоте.

Результаты измерений на объекте, сдаваемом в эксплуатацию (мощности экспозиционной дозы и концентраций радона), оформляются в виде акта радиационного обследования, один экземпляр которого прилагается к акту Государственной приемочной комиссии по вводу объекта в эксплуатацию, копия направляется в территориальную СЭС.

В актах и отчетах обязательно указывается тип использованных приборов, номер и срок действия свидетельства Госстандарта и примененная для измерений и расчета методика.

5.8.3. Организация и методы контроля за радоном

Основным источником поступления радона в воздух помещений, как уже было сказано ранее, является его выделение из почвы под зданием и из строительных конструкций. При распаде радона образуются его короткоживущие дочерние продукты. Вдыхание ДПР приводит к облучению ле-

точной ткани человека (в основном трахеобронхиальной части). В литературе отмечаются относительно высокие значения доз, получаемых отдельными группами населения за счет ДПР, находящихся в воздухе жилых помещений. В связи с этим проблема радона, включая вопросы нормирования и снижения доз, приобрела существенное значение. Соответствующие нормативы для существующих и проектируемых зданий, рекомендованные МКРЗ и принятые в различных странах, были приведены в разделе 5.5. Нормативы России установлены в настоящем документе с учетом международного опыта нормирования.

Наиболее доступная и простая методика определения радона и продуктов его распада основана на использовании аппаратуры метода САН (способ активного налета), разработанной в 1970–1980 гг. и апробированной в практике геолого-поисковых работ. Менее желательны традиционные эманационные методы ввиду большой полевой погрешности эманационных съемок с эманометрами, связанной с временными вариациями и погрешностями пробоотбора. В отличие от классической эманационной съемки с эманометрами на результаты, полученные с применением метода САН, меньше влияют погрешности, связанные с временными вариациями радона в грунтах, обусловленные сменой метеорологических условий и напряжениями в земной коре, а также устраняются погрешности пробоотбора. Это позволяет с применением метода САН получать хорошо воспроизводимые результаты. Суть метода заключается в установке в грунт на глубине 0,7–1,0 м специальных сорбентов в газопроницаемых контейнерах на срок от 12 до 24 часов. За такой срок в шпурах устанавливается стационарный газовый режим и равновесное соотношение радона и его дочерних продуктов распада, которые накапливаются на сорбентах. После экспонирования сорбенты извлекаются из грунта, замеряется их α -активность, по которой рассчитывается содержание Rn в грунте.

В ряде организаций и НИИ разработаны современные средства измерения радиоактивных газов непосредственно в воздухе в режиме кратковременного или долговременного наблюдения. Таковыми являются прибор «Омега» (РЗА-04), разработанный в ГПП «Березовгеология», а также аналогичного типа приборы российских и зарубежных фирм («Альфа-Квард» и др.). В РНЦ «Курчатовский институт» разработан и испытан прибор РПО-1 типа «Радон-2» для оперативного выявления помещений с высокими значениями эквивалентной активности радиоактивных газов – радона и торона, который позволяет экспрессным образом производить первоначальное обследование. Во многих случаях реализуется комплекс средств измерения интегральной объемной активности ^{222}Rn твердотельными дозиметрами с термолюминесцентными или трековым методами измерения. Так, Радиевый институт (РИ РАН) внедряет метрологически ат-

тестованную методику измерения радона трековым методом с использованием специальных детекторов, размещаемых на 1–2 месяца в помещениях, после чего производился автоматический подсчет треков счетчиком и определяется концентрация радона-222.

Каждый из рекомендуемых методов имеет свои преимущества и недостатки, и их использование зависит от конкретных задач и условий. Измерения в накопительном режиме предпочтительнее, так как позволяют получать интегрированный показатель объемной активности радиоэлемента, которая весьма сильно подвержена суточным и сезонным колебаниям.

Начиная с 1986 г., в России с каждым годом все более четко обозначаются региональные проблемы радиоэкологического характера тех или иных территорий. И это не случайно. По выражению академика АМН России А.Ф. Цыба на парламентских слушаниях в Госдуме РФ в 1994 г., «...население России является одним из самых радиационно пораженных в мире...».

По мере того, как стали появляться материалы по испытаниям ядерного оружия на полигонах бывшего СССР (Семипалатинский, Новоземельский, Тоцкий и т. д.), по авариям на предприятиях ЯТЦ и оборонных объектах (Уральская, Чернобыльская и др.), по обращению с радиоактивными отходами и т. д., а также публикации исследований по оценке воздействия испытаний, аварий на окружающую среду и здоровье населения, стало ясно, что вышеприведенное выражение не просто образный оборот, а реальная констатация фактов руководителем Национального комитета по радиационной защите (НКРЗ) России.

И все это происходит на фоне заявлений руководителей Минатома, что ядерной опасности, как таковой, в России не существует...

Заключение

Затронутые в данном разделе книги вопросы освещают как самые общие взаимосвязанные проблемы радиоэкологии, так и ее региональные аспекты.

По каждому из них имеется большое количество публикаций и, по существу дела, по каждому природному объекту обсуждаются радиоэкологические вопросы: радиоэкология моря, радиоэкология почв, радиоэкология растений, радиоэкология животных и т. д.

У каждого из этих направлений свои цели и задачи исследования и даже сформулированные законы. Здесь сделана попытка подвести к пониманию весьма сложной и важной проблемы, с которой человек в своей реальной жизни сталкивается постоянно.

Все мы хорошо понимаем, что прогрессивное развитие общества является закономерным процессом и его никакими заклинаниями, молитвами и призывами не остановить.

Но, в то же время, мы не хотим быть заложниками непродуманного развития ядерной энергетики, мы справедливо требуем обеспечения безопасной среды жизнедеятельности, мы совершенно справедливо утверждаем, что *ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НЕДОПУСТИМО*.

На территории Сибири, в бассейнах крупнейших рек России (Оби и Енисея), расположены предприятия ядерного топливного цикла, обеспечивающие военно-промышленный комплекс (ВПК) и атомную энергетику государства:

- Иркутская область, электрохимический завод, г. Ангарск;
- Красноярский край, горно-химический комбинат (ГХК), известный как город Красноярск-26, а ныне Железногорск; электрохимический завод в г. Красноярске-45;
- Новосибирская область, завод химических концентратов (НЗХК);
- Томская область. Сибирский химический комбинат (СХК), г. Томск-7 (ныне г. Северск);
- Челябинская область, предприятия ЯТЦ, г. Челябинск-65, или г. Озерск.

На территории Сибири сосредоточено около 97 % всех радиоактивных отходов России.

Отдельные регионы территории Сибири подверглись интенсивному загрязнению от испытания ядерного оружия в атмосфере на Семипалатинском полигоне (Алтайский край, Новосибирская, Кемеровская области и другие регионы), Новоземельском и Тоцком полигонах (точно не установлено).

В результате проведения подземных ядерных взрывов возникли локальные очаги контрастного загрязнения продуктами деления, особенно, плутонием (например, Якутия).

В ряде районов Сибири существуют природные очаги повышенной радиационной опасности от радона, естественных радионуклидов в воде, породах и т. д.

Работа предприятий ЯТЦ во всем мире является потенциально высокоопасной, так как в процессе своей деятельности в окружающую среду выбрасываются радиоактивные и сопутствующие им компоненты, которые оказывают отрицательное воздействие на состояние биоты и здоровья человека.

Сегодня степень радиационного воздействия на человека в результате деятельности производств ЯТЦ, других техногенных радиационных фак-

торов оценивается специалистами неоднозначно. Существует мнение, что такого воздействия нет, и его долю трудно определить среди других неблагоприятных экологических факторов. В то же время, появившиеся в последнее время материалы медико-биологических и биодозиметрических исследований, в том числе те, которые представлены в данной книге, показывают, что фактор радиационного воздействия существует.

Недостаток финансирования объектов ВПК и трудности процесса конверсии, а также закрытость населенных пунктов, где расположены объекты ЯТЦ, добавляют к радиоэкологическим ряд социальных проблем.

На наш взгляд, в Сибирском регионе необходимо решение экологических и социально-экономических задач, как на территориях расположения предприятий ЯТЦ, так и в местах загрязнений радионуклидами от ядерных взрывов и природных факторов

Исходя из того, что субъекты Федерации, на территории которых находятся предприятия ЯТЦ и проживает их население, эти процессы, в силу жестких режимов секретности были закрытыми, что сдерживало равномерное развитие их экономики и приводило к гипертрофированному развитию предприятий ВПК (ярчайший пример – г. Томск и его научно-технологические комплексы), что бумерангом сказалось на нынешнем этапе социально-экономического развития территорий. Государство должно предпринять все усилия по изменению сложившейся ситуации, а территории, в свою очередь, должны максимально содействовать этому.

Изменение радиационной обстановки, связанное с широким использованием радиоактивных элементов, как на локальном, так и на глобальном уровнях, требует неотложной постановки общей задачи государственной важности по оценке радиационной опасности как от техногенных, так и природных факторов.

Необходимо решать проблему природных и техногенных радиоактивных газов, консервации и захоронения отходов ядерных производств, ограничения их распространения. Целесообразно отказаться от замкнутого топливного цикла, при котором образуется большое количество радиоактивных отходов.

Принятая на вооружение технология получения атомной энергии должна быть модернизирована и переведена на более безопасный, экологически и экономически приемлемый уровень. Необходимо вести поиски и разработку альтернативных вариантов развития как ядерной, так и неядерной энергетики. Предлагаемые альтернативные варианты технических решений, в том числе и по реализации уран (плутоний)-ториевого топливного цикла (Л.Н. Максимов и др.), которые позволяют решить ряд

важных экологических проблем, должны проходить всестороннюю экспертизу с участием всего мирового сообщества.

На период функционирования ядерной энергетики следует рекомендовать обязательное проведение медико-биологических и эколого-геохимических исследований в районах действия предприятий ЯТЦ для оценки реального влияния радиационного фактора, в том числе с использованием методов биодозиметрии и биоиндикации.

Авторы считают, что каждый человек имеет право знать о реальной экологической, в том числе и радиационной обстановке, о возможном потенциальном риске его проживания в зоне влияния предприятий ядерного топливного цикла. Государственные и, особенно, ведомственные тайны не должны ограничивать эти права. Население регионов не должно быть отчуждено от принятия решений по размещению потенциально опасных для природы и человека объектов, увеличивающих степень риска его проживания.

Мы глубоко убеждены, что современным антиядерным движениям в России и других странах необходимо бороться не с естественным ходом человеческой истории, который немислим без познания и практического освоения природы, а с теми явлениями, которые направляют новейшие научные открытия на эгоистическую защиту интересов отдельных социальных групп, кланов и государств.

Библиографический список использованной литературы

1. Александров Ю.А. Основы радиационной экологии: учеб. пособие. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2007. – 268 с.
2. Бабаев Н.С., Демин В.Ф., Ильин Л.А. и др. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда. – М.: Энергоиздат, 1981. – 296 с.
3. Большая советская энциклопедия. – М.: Наука, т. 21, изд. 3, 1975. – 640 с.
4. Булатов В.И. 200 ядерных полигонов СССР. География радиационных катастроф и загрязнений. – Новосибирск: ЦЭРИС, 1994. – 88 с.
5. Василенко О.И. Радиационная экология. – М.: Медицина, 2004. – 216 с.
6. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества. Справочник / Под ред. Л.А. Ильина, В.А. Филова. – Л.: Химия, 1990. – 464 с.
7. Дозообразующие радионуклиды. Часть 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hroatom.ru/>

8. Дорожко С.В., Бубнов В.П., Пустовит В.Т. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Часть 3. Радиационная безопасность. – Минск: Технопринт, 2003. – 105 с.
9. Гавшин В.М. Формирование радиогеохимического фона и радиационных аномалий в осадочных толщах // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы международной конференции. – Томск: Изд-во ТПУ, 1996. – С. 97–101.
10. Глобальные выпадения продуктов ядерных взрывов как фактор облучения человека / ред. А.Н. Марeya. – М.: Атомиздат, 1980. – 187 с.
11. Медведев В.Т. Инженерная экология. – М.: Гардарики, 2002. – 687 с.
12. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды / Под ред. А.Н. Марeya, А.С. Зыковой. – М.: Ин-т биофизики, 1980. – 336 с.
13. Методические указания по контролю за радиоактивным загрязнением сельскохозяйственных угодий, прилегающих к атомным электростанциям. – М.: ЦИНАС, 1990. – 27 с.
14. Моисеев А.А., Иванов В.И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. – М.: Атомиздат, 1974. – 335 с.
15. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – Минздрав России, 1999. – 116 с.
16. Ограничение облучения населения от природных источников ионизирующего излучения. Временные критерии для организации и принятия решений / Утверждено Главным государственным санитарным врачом СССР от 10 июня 1991, № 5789-91. – М.: 1991. – 9 с.
17. Организация и методы контроля за радиационной обстановкой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portal.tru.r...av.files/glava9.htm>.
18. Радиация: дозы, эффекты, риск. Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 79 с.
19. Радиоактивность и единицы ее измерения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portal.tru.r...av.files/glava2.htm>.
20. Радиогеохимические исследования / Под ред. А.А. Смыслова. – М.: Мингео СССР, 1974. – 141 с.
21. Рихванов Л.П., Рихванова М.М. Введение в радиоэкологию. – Томск: Изд-во ТПУ, 1994. – 104 с.
22. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.
23. Сахаров А.Д. Радиоактивный углерод ядерных взрывов и непорогове биологические эффекты // Атомная энергия. – 1958. – Т. 4. – Вып. 6. – С. 576–580.

24. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене / А.А. Моисеев, В.И. Иванов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Атомиздат, 1974. – 336 с.
25. Трапезников А.В., Позолотина В.М., Юшков П.И. Исследование радиоэкологической ситуации в реках Течи и Исеть, загрязненных сбросами ПО «Маяк» // Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин. – 1999. – Вып. 2. – С. 20–66.
26. Эйзенбад М. Радиоактивность внешней среды. – М.: Атомиздат, 1967. – 332 с.

Раздел 6

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ

Введение

В последнее время в печати все чаще поднимается проблема электромагнитного загрязнения окружающей среды. Речь идет об излучениях разного рода, генерируемых многообразными электротехническими сооружениями, которые уже стали синонимом цивилизации. Человеку для комфортного существования требуется бесчисленное множество электрических приборов и приспособлений. За все время использования электричества, с момента его открытия, человеческий организм смог в некоторой степени адаптироваться к его негативным воздействиям, тем более что для оборудования разработаны нормы эксплуатации.

Строительство жилых домов вблизи линий электропередачи (ЛЭП) мощностью 500 кВ обычно не практикуется, однако садовые участки под более слабыми ЛЭП – весьма распространенное явление. Согласно нормам размещения ЛЭП, через населенные пункты могут проходить только маломощные ветки, соответственно самые крупные «артерии» пересекают природные ландшафты, населенные живыми организмами, – растениями и животными. Для них до сих пор не разработаны нормы облучения, но изменяя живую природу, человек изменяет и свою среду обитания, в итоге воздействуя на себя самого.

В настоящий момент считается доказанным, что электромагнитное излучение оказывает различное влияние на живой организм. Кроме того, электромагнитное поле может модифицировать влияние на организм других физических факторов, например температурного.

Спектр электромагнитных колебаний по частоте охватывает свыше 20 порядков, от $5 \cdot 10^{-3}$ до 10^{21} Гц. В зависимости от энергии фотонов, его подразделяют на область неионизирующих и ионизирующих излучений. В гигиенической практике к неионизирующим излучениям относят также электромагнитные и магнитные поля.

Длительное действие на человека электромагнитных полей (ЭМП) промышленной частоты (50 Гц) приводит к расстройствам, которые субъективно выражаются жалобами на головную боль в височной и затылочной области, вялость, расстройства сна, снижение памяти, повышенную раздражительность, апатию, боли в сердце, нарушения ритма сердечных сокращений. Могут наблюдаться функциональные нарушения в ЦНС и сердечно-сосудистой системе, а также изменения в составе крови. Поэтому необходимо ограничить время пребывания человека в зоне действия элект-

тромагнитных полей, создаваемых токами промышленной частоты напряжением выше 400 кВ.

Предельно допустимые значения напряженности электрического и магнитных полей частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нем устанавливаются ГОСТ 12.1.002–84 и СанПин 5802–91.

6.1. Нормирование допустимых значений интенсивности

Все промышленно развитые страны мира имеют нормы по допустимым значениям, воздействующим на человека интенсивностей ЭМП. Имеются региональные национальные и глобальные нормы. Например, в США свои нормы по ЭМП устанавливает каждый штат. Примером глобальных норм являются нормы, рекомендуемые ВОЗ.

Следует понимать, что конкретные значения нормируемых параметров зависят от большого числа причин и являются предметом соглашения для конкретной страны или региона. Так, относительно воздействий радиотелефонов ведется «борьба» между их производителями и специалистами в области радиогигиены. Общая ситуация состоит в том, что фирмы, производящие ту или другую продукцию и заинтересованные в ее сбыте, борются за высокие значения устанавливаемых ограничительных параметров. На практике эти параметры могут приводить к такому уровню воздействий, который гигиенисты считают недопустимым. Результат борьбы зависит от уровня экономического развития страны, воздействия на фирмы-производители общественного мнения и от других подобных причин.

Примером может служить острейшая дискуссия между производителями сотовых телефонов и медиками, требующими запретить их использование.

Как итог – в настоящее время нормы разных стран отличаются друг от друга и от рекомендаций ВОЗ, которые, как правило, являются самыми жесткими. Вместе с тем, различные нормы содержат практически одни и те же элементы, нормируют одни и те же величины. Изменение, например, нормируемой напряженности ЭМП от частоты носит один и тот же характер. Следовательно, эти зависимости объективно отражают общепринятые к настоящему времени взгляды на воздействие ЭМП.

Рассмотрим общие тенденции и общие элементы существующих норм по ограничению воздействий ЭМП. Общим для всех норм является ограничение по напряженности электрического и магнитного полей, причем имеются отдельные нормы для напряженности электрического и магнитного полей. Другими словами, нормы содержат допустимые значения напряженности, превышение которых так или иначе запрещается.

Нормирование напряженностей ЭМП производится в зависимости от частоты. Характерная черта всех существующих норм состоит в том, что с ростом частоты допустимые значения напряженности уменьшаются.

Для диапазона СВЧ нормируются плотность мощности ($\text{Вт}/\text{см}^2$), энергетические экспозиции для электрических полей (ЭП) ($(\text{В}/\text{м})^2 \cdot \text{ч}$) и для магнитных полей (МП) ($(\text{А}/\text{м})^2 \cdot \text{ч}$). Применительно к лазерному излучению нормируют энергетическую экспозицию ($\text{Дж}/\text{м}^2$), облученность ($\text{Вт}/\text{м}^2$), а также энергию облучения (Дж) и мощность (Вт).

При воздействии низкочастотных полей некоторые нормы содержат зависимость допустимой напряженности от времени воздействия. Детализация этой зависимости в разных нормах различна. Одни выражают ее в виде аналитической зависимости, другие включают дискретный набор значений допустимой напряженности для разных значений времени нахождения в ЭМП.

Еще одной общей чертой норм является их «деление» на нормы для персонала, обслуживающего установки (профессионалы), и нормы для населения. Нормы для населения всегда ниже норм для профессионалов. Это объясняется тем фактом, что к населению относятся заведомо ослабленные люди – больные, инвалиды, беременные женщины и другие категории лиц, для которых по ряду причин воздействие ЭМП могут оказаться более вредными, чем для здоровых людей. Персонал, обслуживающий установки, как правило, состоит (или должен состоять) из людей, отобранных и по признаку определенного уровня здоровья.

Перечень действующих в Российской Федерации документов по нормированию и контролю в области электромагнитных полей приведен в подразделе 6.8.

6.2. Электромагнитные поля промышленной частоты. Источники ЭМП

Электромагнитные поля промышленной частоты создаются энергетическими установками, т.е. установками, связанными с процессами производства, распределения и потребления электрической энергии. Так как в бытовых приборах для нагрева и других функциональных действий используется ток промышленной частоты и число работающих электроприборов громадно, то целесообразно говорить о них как об особом классе установок, создающих ЭМП. Наконец, персональные компьютеры также являются источниками ЭМП, в том числе и промышленной частоты. Приведем далее обзор ЭМП, создаваемых всеми этими источниками.

Электромагнитные поля, создаваемые воздушными линиями электропередачи (ВЛ). Эти линии создают электромагнитные поля так назы-

ваемой промышленной частоты. Для европейских стран она равна 50 Гц, США – 60 Гц. На промышленной частоте электромагнитное и магнитное поля можно считать не связанными друг с другом и рассматривать их отдельно. Электрические поля создаются зарядами на проводниках, а магнитные – токами в проводниках. Целесообразно обратить внимание на электрические и магнитные поля вблизи ВЛ и на территории ОРУ (открытых распределительных устройств).

Достаточно сильные электрические и магнитные поля промышленной частоты создают условия, нахождение в которых наносит или может нанести вред здоровью человека. Кроме того, они оказывают влияние на животных, насекомых, растения. Более детально воздействие электромагнитных полей на человека будет описано ниже, а сейчас определим, кто и в каких обстоятельствах может подвергаться воздействию электромагнитных полей энергетических объектов.

Рассмотрим следующие категории лиц:

- ремонтный персонал;
- население.

Каждая из этих групп в силу своих профессиональных обязанностей имеет доступ к различным объектам и поэтому может находиться в разных ситуациях, связанных с электромагнитными полями.

В наибольшей степени подвержен влиянию электромагнитных полей ремонтный персонал. Это вызвано тем, что ремонтные работы могут производиться в самых различных условиях: под проводами ВЛ, а также и с подъемом на высоту. Ремонтные работы могут выполняться на отключенной линии при наличии идущих рядом линий, находящихся под напряжением; на опорах линий как отключенных, так и находящихся под напряжением; на линиях, находящихся под напряжением (этот вид работ называется «ремонт под напряжением»). В нем участвует бригада, состоящая из шести-семи человек. Члены бригады находятся как на земле у опоры, так и на самой опоре непосредственно на проводах или, как говорят, «на потенциале провода».

Наибольший объем работ под напряжением на ВЛ 330–750 кВ связан с ремонтом гирлянд изоляторов (замена гирлянд целиком, отдельных дефектов изоляторов, ремонт арматуры и т. д.) и заменой распорок на расщепленных проводах. В отдельных энергосистемах объем работ под напряжением (имеются в виду только члены бригады, непосредственно работающие «на потенциале провода») достигает десятков тысяч человеко-часов.

Вдоль трассы ВЛ с горизонтальным расположением проводов устанавливаются санитарно-защитные зоны от проекции крайней фазы:

Номинальное напряжение ВЛ, кВ	330	500	750
Расстояние, м	20	30	40

В пределах санитарно-защитной зоны запрещается: размещать жилые и общественные здания и сооружения, площадки для стоянки и остановки всех видов транспорта, предприятия по обслуживанию автомобилей и склады нефти и нефтепродуктов, производить операции с горючим, выполнять ремонт машин и механизмов.

6.3. Допустимые уровни напряженности магнитных полей

Поскольку проблемы биологического влияния магнитных полей промышленной частоты к настоящему времени нельзя считать окончательно решенными, существующие нормы также следует рассматривать как переходные, поскольку намечаются тенденции к их ужесточению. Предельно допустимые уровни (ПДУ) напряженности поля для условий выполнения работ под напряжением установлены на уровне 3,2 кА/м при воздействии на тело работающего и 5,2 кА/м – при воздействии на кисти рук.

Международные рекомендации IRPA/INIRC содержат более жесткие нормы: 400 А/м для производственных воздействий и 80 А/м – для населения. В настоящее время Институтом медицины труда РАМН подготовлен проект норм, в котором предлагается регламентировать следующие уровни воздействия:

- при выполнении работ в условиях воздействия переменных магнитных полей промышленной частоты 50 Гц – от 1 600 до 80 А/м в зависимости от длительности воздействия (от 1 до 8 ч) на все тело и от 6 400 до 800 А/м – при воздействии на конечности;
- 15 А/м для населения;
- 60 А/м для лиц, выполняющих работы в зоне прохождения трассы ВЛ, но профессионально не связанных с их эксплуатацией.

Приведем действующие европейские нормы по допустимым значениям напряженности ЭМП промышленной частоты. Эти нормы известны как ENV-50166, введены в 1995 г. на три года. Далее они были приняты как постоянно действующие. Они содержат одновременно данные по напряженности как электрического, так и магнитного полей и применимы для нормирования на рабочих местах.

Допустимые значения напряженности разделены на три категории.

1. Первая: $E = 6,1$ кВ/м, $H = 159$ А/м – при превышении данных значений обязательно информирование персонала.
2. Вторая: $E = 12,3$ кВ/м, $H = 320$ А/м – при превышении обязательны мероприятия по ограничению времени пребывания в поле.
3. Третья: $E = 19,6$ кВ/м, $H = 480$ А/м – помимо ограничения времени пребывания обязательно предупреждение «опасная работа».

Различие между отдельными нормами показывает, что на настоящий момент не существует единого мнения по допустимым значениям напряженности ЭМП.

6.4. Электромагнитные поля ВЧ- и СВЧ-диапазонов. Источники излучения

Диапазон частот от десятков до сотен килогерц уже используется в радиотехнике. Так, для связи с подводными лодками в Австралии была построена радиостанция, принадлежащая США, работающая на частотах десятки килогерц, излучающая мощность несколько сотен киловатт. Вблизи антенны (на границе волновой зоны) напряженности составляют киловатт на метр. На территории самой антенны эти цифры увеличиваются на порядок.

На частотах, соответствующих длинам волн от десятков метров до долей метра, осуществляются различные виды передачи информации с помощью радио, телевидения, радиотелефонной связи. Этот же диапазон используется в различных приборах и установках, имеющих самое разнообразное предназначение. Так, диапазон волн порядка десятков метров (20–60 МГц) применяется в технологии обработки различных пластмасс для нагрева, сварки и т. д. Измерения показывают возможность существования полей вблизи таких установок с напряженностью порядка долей киловатт на метр.

Диапазон СВЧ используется не только в технике связи, но и для различных технологических приложений. Генераторы СВЧ нашли широкое применение в электронной промышленности, радиолокации, ядерной физике и т. п. Бытовые СВЧ-печи, переносные радиотелефоны являются в настоящее время широко применяемыми бытовыми приборами.

Поскольку биологическое действие ЭМП СВЧ-диапазона носит ярко выраженный «тепловой» характер, то принято для описания этого диапазона использовать такую величину, как плотность энергии на единицу площади, мВт/см². Значения этого параметра вблизи от установок СВЧ могут изменяться в широких пределах, что в первую очередь зависит от их мощности, а также от конструктивного исполнения.

Персональные компьютеры являются источником электромагнитных излучений в широком диапазоне частот. Вблизи персональных компьютеров ЭМП нормируется в диапазоне до 400 кГц.

Мощные ЭМП могут генерироваться передающими радиолокационными станциями (РЛС). Они работают на частотах от 0,5 до 15 ГГц.

Приведенное краткое перечисление источников ЭМП радиочастотного диапазона содержит десятки разнообразных по своим техническим характеристикам объектов. По этой причине в данной работе не имеет

смысла приводить значения напряженности полей и другие параметры. Это тема отдельного рассмотрения. Можно только сказать, что в любой части радиочастотного спектра можно указать источники очень мощных излучений, подвергаться которым опасно для здоровья.

6.5. Биологическое действие ЭМП

Взаимодействие внешних электромагнитных полей с биологическими объектами осуществляется путем наведения внутренних полей и электромагнитных токов, значение и распределение которых в теле человека и животных зависят от ряда параметров, таких как размер, форма, анатомическое строение тела, электрические и магнитные свойства тканей (электрическая/магнитная проницаемость и электрическая/магнитная проводимость), ориентация объекта относительно поляризации тела, а также от характеристик ЭМП (частота, интенсивность, модуляция и др.). Поглощение энергии ЭМП в тканях определяется главным образом двумя процессами: колебанием свободных зарядов и колебанием дипольных моментов с частотой воздействующего поля. Первый эффект приводит к возникновению токов проводимости и связанным с электрическим сопротивлением среды потерям энергии (потери ионной проводимости), тогда как второй – к потерям энергии за счет дипольных молекул в вязкой среде (диэлектрические потери).

На низких частотах основной вклад в поглощение энергии электромагнитного излучения (ЭМИ) вносят потери, связанные с ионной проводимостью. Ионная проводимость возрастает с увеличением частоты поля до 10^6 – 10^7 Гц в связи с уменьшением емкостного сопротивления мембран и со все большим участием внутриклеточной среды в общей проводимости, что ведет к увеличению поглощения энергии. При дальнейшем увеличении частоты ионная проводимость среды остается практически постоянной, а поглощение энергии продолжает расти за счет потерь на вращение дипольных молекул среды, главным образом молекул воды и белков.

Поглощение и распределение поглощенной энергии внутри тела существенно зависит также от формы и размеров облучаемого объекта, от соотношения этих размеров с длиной волны излучения. С этих позиций в спектре ЭМИ РЧ выделяют три области: ЭМИ с частотой до 30 МГц, ЭМИ с частотой 30 МГц–10 ГГц и ЭМИ с частотой более 10 ГГц. Для первой области характерно быстрое падение поглощения с уменьшением частоты (приблизительно пропорционально квадрату частоты). Отличительной особенностью второй области является очень быстрое затухание энергии ЭМИ при проникновении внутрь ткани: практически вся энергия поглощается в поверхностных слоях биоструктуры. Для третьей, проме-

жуточной по частоте области, характерно наличие ряда максимумов поглощения. Условия возникновения локальных максимумов поглощения в голове человека имеют место на частотах 750–2 500 МГц, а максимум, обусловленный резонансом с общим размером тела, лежит в диапазоне частот 50–300 МГц.

Организм животных и человека весьма чувствителен к воздействию ЭМИ РЧ. Биологическому действию посвящен ряд работ отечественных и зарубежных авторов. К критическим органам и системам относят центральную нервную систему, глаза, гонады. Некоторые авторы считают критической кровеносную систему. Описаны эффекты со стороны сердечно-сосудистой и нейро-эндокринной системы, иммунитета, обменных процессов. В последние годы появились данные об индуцирующем влиянии ЭМИ на процессы канцерогенеза. Отмечено, что биологическая активность ЭМИ убывает с увеличением длины волны (или снижением частоты) излучения. В свете сказанного понятно, что наиболее активными являются санти-, деци- и метровый диапазоны радиоволн.

Поражения, вызываемые ЭМИ РЧ, могут быть острыми и хроническими. Острые поражения возникают при значительных тепловых воздействиях ЭМИ. Они встречаются крайне редко – при авариях или грубых нарушениях техники безопасности. При этом чаще всего речь идет о пострадавших, работающих в непосредственной близости от излучающих антенн радиолокационных станций. Острые поражения отличаются полисимптомностью нарушений в различных органах и системах, при этом характерны выраженная астенизация, диэнцефальные расстройства, угнетение функции половых желез. Пострадавшие отмечают отчетливое ухудшение самочувствия во время работы РЛС или сразу после ее прекращения, резкую головную боль, головокружение, тошноту, повторные носовые кровотечения, нарушения сна. Эти явления сопровождаются общей слабостью, адинамией, потерей работоспособности, обморочными состояниями, неустойчивостью артериального давления и т. д.; в случаях развития диэнцефальной патологии – приступами тахикардии, профузной потливости, дрожания тела и др. Нарушения сохраняются до 1,5–2 мес. При воздействии высоких уровней ЭМИ (более 80–100 мВт/см²) на глазах возможно развитие катаракты.

Для персонала характерны хронические поражения. Они выявляются, как правило, после нескольких лет работы с источниками ЭМИ микроволнового диапазона при уровнях воздействия, составляющих от десятых до нескольких милливатт на сантиметр в квадрате и превышающих периодически 10 мВт/см².

Экспертами ВОЗ (WHO/VER/ORPA.Document 16.1990) на основании анализа работ западных авторов, изучавших состояние здоровья работа-

ющих при уровнях ЭМИ, не превышающих, как правило 5 мВт/см^2 , сделан вывод об отсутствии отчетливых доказательств неблагоприятного влияния на человека этих воздействий. Эксперты полагают, что патология возникает при более высоких уровнях. Нельзя, однако, не обратить внимания на приведенные в том же документе сведения о большей по сравнению с контрольной частоте изменений в хрусталике глаз у военных, связанных с обслуживанием радаров, у работающих с источниками микроволн в условиях производства, а также у специалистов, обслуживающих радио- и телерадиоаппаратуру 558 Гц–527 МГц.

6.6. Нормирование ЭМИ РЧ

Впервые ПДУ ЭМИ РЧ были установлены в середине 1950-х гг. Однако серьезное внимание научным основам регламентации ПДУ стало уделяться лишь в 1970-е гг. в соответствии с проводившимися исследованиями по вопросам методологии гигиенического нормирования различных факторов производственной среды. К тому времени был накоплен большой феноменологический материал по биологическому действию радиоволн. Выявлены наиболее чувствительные органы, ткани и системы. Достаточно полно описана клиническая картина расстройств и поражений, возникающих под влиянием систематического воздействия высоких уровней ЭМИ. Вместе с тем, теоретические и методические аспекты проблемы оставались в известной степени нерешенными. Выработка единых подходов к регламентации ПДУ стала настоятельной необходимостью.

В качестве критерия вредности при экспериментальном обосновании ПДУ следует использовать порог вредного действия ПДУ с введением коэффициентов гигиенического запаса. Под порогом вредного действия следует понимать такое сочетание нормируемых параметров, при котором в организме возникают изменения, характеризующие наличие одного или совокупности следующих знаков:

- качественной перестройки протекания жизненных процессов;
- любых количественных изменений состояния жизненных процессов, выходящих за пределы колебаний физиологической нормы и обуславливающих снижение способности организма к осуществлению нормального для него объема компенсаторных возможностей по уравниванию неблагоприятного действия других факторов окружающей среды или обычных психофизиологических состояний;
- развития явлений накопления предшествующих эффектов воздействия, имеющих характер кумулятивных и приводящих при продолжении воздействия к развитию сдвигов состояния жизненных процессов, выходящих за пределы количественных изменений.

При переходе от порога вредного действия к ПДУ целесообразно пользоваться коэффициентами гигиенического запаса, дифференцированными с учетом категории облучаемых (профессионалы, непрофессионалы, население) и биологической активности воздействия.

Зарубежные стандарты и международные рекомендации допускают существенно более высокие уровни воздействия по сравнению с установленными в Российской Федерации. Отечественные нормативы, как известно, базируются на выраженных функциональных сдвигах, требующих напряжения компенсаторных систем организма, другими словами, пограничных между физиологическими и патологическими (порог вредного воздействия). К сожалению ПДУ ЭМИ РЧ не всегда основываются на четких критериальных оценках. Особенно это касается ПДУ для населения.

По мнению экспертов ВОЗ, сформулированному на основании детального анализа совокупности данных по биологическому действию и клиническим эффектам ЭМИМ, ПДУ радиочастотных воздействий, должны лежать в диапазоне интенсивностей $100\text{--}1\,000\text{ мкВт/см}^2$ с возможным повышением для некоторых частот и условий воздействия и снижением для населения.

6.7. Защитные средства от ЭМП

Технические средства, позволяющие ограничить интенсивность ЭМП в диапазоне от единицы герц до гигагерц, основаны на очень простых принципах. В области низких частот (или при условии, что размеры устройства или защищаемой зоны существенно меньше длины волн) это принцип индуцирования электрического заряда или тока, в области повышенных частот – свойства затухания электромагнитного поля в проводящей среде. Рассмотрим эти принципы подробнее.

Применительно к задаче снижения напряженности электрического поля низкой (например, промышленной) частоты используется принцип электростатического экранирования. Он состоит в следующем. Над землей подвешивается (закрепляется) некая система проводников, которые электрически соединяются с землей (заземляются). При наличии внешнего электрического поля на проводниках наводится (индуцируется) электрический заряд, знак которого обеспечивает уменьшение напряженности поля под проводниками. Как правило, такие системы или, как их называют, экраны, выполнены в виде ряда параллельных земле проволок или так называемых козырьков.

Степень экранирования зависит от размеров экрана, точнее, от отношения ширины экрана к его высоте. Приведем некоторые характерные цифры. Пусть, например, экран выполнен из семи проволок, расстояние

между которыми равно 0,5 м, а высота подвеса равна 3 м. На высоте 0,5 м напряженность поля составит в середине сетки 0,31, а на краю – 0,42 % напряженности внешнего поля. При уменьшении расстояния между проволоками степень экранирования увеличивается. Примерно такая же степень экранирования, как в предыдущем примере, может быть достигнута, если использовать экран в виде диска радиусом 1,5 м, расположенного на высоте 3 м.

Хорошо известный термин «клетка Фарадея» означает замкнутую проводящую оболочку. Из курса физики известно, что напряженности поля в ней (при условии, что внутри оболочки нет электрических зарядов), равна нулю. Практическим примером использования такого экрана является защитный костюм, используемый при работах в электрических полях с напряженностью больше 25 кВ/м. Костюм выполняется из ткани, в которую вплетены тонкие проволоки. Таким образом, образуется частая сетка, создающая высокую степень экранирования электрического поля. Современные костюмы обеспечивают снижение напряженности внешнего поля более, чем в 100 раз.

Принцип электромагнитной индукции, согласно которому в замкнутом контуре наводится (индуцируется) ток, может использоваться для уменьшения напряженности магнитного поля в ограниченной области. Направление индуцированного тока таково, что напряженность магнитного поля в части пространства снижается. Такие экраны носят название «пассивных». С их помощью возможно уменьшение напряженности в 2–3 раза. Наряду с пассивными используются и «активные» экраны, ток в которых создается специальным источником. В частности, такие экраны используются в курортологии для компенсации магнитных полей во время магнитных бурь.

При экранировании ЭМП используется также известный принцип «скин-эффект». Плоская электромагнитная волна, падающая на поверхность проводника, затухает в нем по экспоненциальному закону.

На низких частотах обычно применяются экраны из материалов с большой магнитной проницаемостью (пермаллой, электротехническая сталь). В области высоких частот эффективны экраны из меди.

Кроме специальных средств, снижающих интенсивность поля в определенном объеме, возможно использование таких простых средств, как удаление от источника поля. Еще одним таким же простым средством является уменьшение времени нахождения в ЭМП.

6.8. Перечень действующих нормативно-методических документов

1. ГОСТ 12.1.045–84. ССТБ. Электростатическое поле. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
2. Санитарно-гигиенические нормы допустимой напряженности электростатического поля № 1757–77.
3. Допустимые уровни напряженности электростатических полей и плотности ионного тока для персонала подстанций и ВЛ постоянного тока ультравысокого напряжения № 6032–91.
4. Предельно допустимые уровни воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и магнитными материалами № 1792–77.
5. ГОСТ 12.002–84. ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.
6. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты № 2971–84.
7. Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц) № 5802–91.
8. Методические указания по определению электромагнитного поля воздушных высоковольтных линий электропередачи и гигиенические требования к их размещению № 4109–86.
9. Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц № 3206–85.
10. ОБУВ переменных магнитных полей частотой 50 Гц при производстве работ под напряжением на ВЛ 220–1150 кВ № 5060–89.
11. Предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия электромагнитных полей (ЭМП) диапазона частот 10–60 кГц № 5802–91.
12. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот 0,3–300 ГГц. Требования безопасности.
13. СН № 2.2.4/2.1.8.055–96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ).
14. СН № 2.2.2.542–96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным и электронно-вычислительным машинам и организация работы.
15. ГН 2.1.8/2.2.019–94. Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи.

16. СН № 001–96. Санитарные нормы допустимых уровней физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях.

Библиографический список использованной литературы

1. Картавых Т.Н., Подковкин В.Г. Биоиндикаторы электромагнитного загрязнения среды // Экология и промышленность России. – 2002. № 10. – С. 21–22.

2. Рябов Ю.Г., Салихов З.С., Шологин О.Н. и др. Концепция потенциальной электромагнитной безопасности // Экология и промышленность России. – 2005. – № 7. – С. 42–45.

3. Белов С.В., Девисилов В.А., Козьяков А.Ф. и др. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Высш. шк., 2002. – 357 с.

4. Медведев В.Г. и др. Инженерная экология. – М.: Гардарики, 2002. – 687 с.

5. Протасов В.Р., Бондарчук А.И., Ольшанский В.М. Введение в электроэкологию. – М.: Наука, 1982. – 336 с.

6. Давыдов Б.И., Тихомчук В.С., Антипов ВВ. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 176 с.

7. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 448 с.

8. Electromagnetic Compatibility of Biological System. Volume 4. Electromagnetic Compatibility of Biological System in Weak 50 Hz Magnetic Fields. Berlin Offenbach: VDE-VERLAG GMBH, 1995.

9. Электромагнитное загрязнение окружающей среды и здоровье населения России / Ю.Г. Григорьев и др. – М.: Российская Ассоциация общественного здоровья. Фонд «Здоровье и окружающая среда», 1997. – 91 с.

10. Колечицкий Е.С. Защита от биологического действия электромагнитных полей промышленной частоты: учеб. пособие. – М.: МЭИ, 1996. – 76 с.

11. Правила устройства электроустановок. 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.

12. Кузнецов А.Н. Биофизика электромагнитных воздействий (основы дозиметрии). – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 255 с.

13. Неионизирующие электромагнитные излучения и поля (экологические и гигиенические аспекты) / Г.А. Суворов, Ю.П. Пальцев, Л.Л. Хунданов и др. – М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 1998. – 102 с.

Раздел 7

ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГОРОДОВ РОССИИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Введение

В условиях современного города одной из острых проблем является снижение воздействия на окружающую среду и человека шума.

Шумовое загрязнение может быть связано с источником как естественного, так и техногенного происхождения. В последние годы отмечается непрерывное повышение шумового фона городов, основным источником которого является транспорт, на который приходится 60–80 % всех шумовых проявлений. Нередко в крупных городах уровень шума в часы пик достигает 90–95 децибел акустических (дБА), при том что допустимый уровень шума 45–50 дБА, а болевой порог 100–140 дБА. Мощными источниками шума в пределах урбанизированных территорий являются железнодорожный и авиационный транспорт, а также метрополитен открытого и полного заложения.

Биологическое действие шумов разнообразно. Оно зависит от уровня шума, его характера, спектрального состава и индивидуальной чувствительности человека. При уровне шума 50 дБА у людей возникает нарушение сна, снижается концентрация внимания, а при уровне 65 дБА проявляются стрессовые реакции. При длительном воздействии интенсивных шумов происходит расстройство нервной и эндокринной системы, сосудистого тонуса, желудочно-кишечного тракта, развивается тугоухость, нарушается функция вестибулярного аппарата.

Основной вклад в формирование шумовых потоков вносит автомобильный транспорт. В ряде стран получены статистические данные о росте общей заболеваемости населения в связи с увеличивающимся городским шумом, особенно в районах, примыкающих к городским автомагистралям.

В крупных городах России (Москве, Санкт-Петербурге и др.) уровень акустического воздействия выше, чем в городах развитых стран, так как в российских условиях не предпринимается достаточных мер по шумозащите.

Меры по снижению шума транспортных потоков в условиях урбанизированной среды можно разделить на следующие группы:

- законодательные и нормативно-технические (принятие различных законов, стандартов, инструкций, правил, норм и др.);
- административно-организационные (создание системы грузовых скоростных магистралей, окружных дорог, улиц-дублеров; вынос шумовых предприятий за городскую черту; организация рационального движения транспорта и сокращение протяженности наиболее шумных магистра-

лей; создание пешеходных зон в центре города и района; организация безостановочного движения транспортных потоков; запрещение движения на отдельных участках; исключение излишнего пробега автомобилей; контроль за техническим состоянием транспортных средств и проведение профилактического ремонта подвижного состава, ремонт автодорог; применение шумопоглощающих дорожных покрытий и пр.);

- градостроительные и строительно-акустические (разнообразные архитектурно-планировочные решения жилой застройки; установка шумозащитных сооружений и звукоизолирующих ограждений; строительство специальных типов жилых домов – шумозащитных, имеющих одностороннюю ориентацию жилых комнат и повышенную звукоизоляцию ограждающих конструкций; создание искусственного рельефа в примыкающей зоне и на территории района (выемок, насыпных холмов, валов, террас; устройство транспортных магистралей в тоннелях; использование насыпей и других экранирующих сооружений в сочетании с зелеными насаждениями; укрупнение межмагистральных территорий с учетом соблюдения нормативных радиусов пешеходной доступности; рациональное зонирование; создание санитарно-защитных зон и др.);

- снижение шума транспортных потоков с использованием технических средств, в том числе в источнике его возникновения (снижение шумности средств передвижения по видам автомобилей, замена дизельных автомобилей электромобилями, новые бесшумные строительные технологии, установка глушителей систем вентиляции и т. д.);

- образовательные (повышение грамотности населения в области экологической безопасности, обязательное экологическое обучение руководителей и специалистов, разработка обучающих пособий по шумовой безопасности, в том числе мультимедийных и др.).

Рассмотрим некоторые из них более подробно.

7.1. Шум транспортных потоков и меры по борьбе с ним

7.1.1. Административно-организационные мероприятия

Значительное снижение уровней транспортного шума может быть достигнуто за счет снижения интенсивности и шумности транспортных потоков. Например, при организации грузовых перевозок определяют категорию грузов (промышленные, строительные, потребительские, топливные, по очистке города) и используют для их транспортировки, например, специальные дороги, минуя общегородские центры.

Менеджмент транспортного потока предусматривает также обеспечение комфорта населения в дневное и ночное время, прогнозирование

уровней транспортного шума в строящихся микрорайонах, уменьшение интенсивности шума на более опасных участках и др.

Система организационно-административных мероприятий предусматривает:

- улучшение содержания дорог, применение менее шумных типов улично-дорожных покрытий;

- обеспечение на магистралях рациональной скорости движения;

- исключение движения автомобильного, особенно грузового, транспорта в центральных районах города и на улицах жилой застройки (устройство пешеходных зон, вывод транзитного транспорта из объездной дороги, установление одностороннего движения, ограничение ночного движения);

- улучшение условий движения на перегонах и пересечениях (пересечениях на разных уровнях и др., выделение полос общественного транспорта, разметка дорог, обеспечение кратных расстояний между пересечениями транспортных потоков для организации регулирования движения «зеленая волна» и т. д.);

- максимальное развитие общественного транспорта и повышение его конкурентоспособности с индивидуальным по скорости и комфорту, развитие велосипедного транспорта (весьма популярного в странах Западной Европы и США) и др.

Снижение шума наземного транспорта путем использования шумопоглощающих дорожных покрытий является одним из весьма перспективных методов. При этом на характеристики шума транспортных потоков существенным образом влияют состав и состояние дорожного покрытия. Так, бетонное покрытие на 2–3 дБА шумнее, чем асфальтовое; в дождь шум потока может возрасти на 5–6, а в снегопад снизиться на 3–5 дБА.

7.1.2. Градостроительные и строительно-акустические мероприятия

Основная доля затрат по шумоподавлению в развитых странах связана с установкой шумозащитных сооружений, наиболее распространенными из которых в городах и на дорогах являются акустические экраны, а основным звукоизолирующим ограждением – двойные (или тройные) акустические защитные окна. Например, в Германии за последнее десятилетие расходы на установку акустических экранов и защитных окон составляют более 90 % всех расходов на защиту от шума.

Звукоизоляция – это самая дешевая из всех видов шумозащита и при этом достигается акустическая эффективность (15–20 дБА), особенно в высоко- и среднечастотном диапазоне. Однако для снижения низкочастотно-

го шума использование только звукозащитных сооружений зачастую недостаточно.

В настоящее время применяются десятки самых разных конструкций акустических экранов, которые могут быть разбиты на пять основных классов:

- широкие акустические экраны;
- акустические экраны-стенки;
- комбинированные акустические экраны;
- гибридные акустические экраны;
- экранные комплексы.

В качестве широких акустических экранов, обеспечивающих снижение шума в жилой застройке, как за счет высоты, так и существенного дополнительного затухания на широком свободном ребре этих экранов, могут рассматриваться высотные жилые дома, выемки, насыпи, а также нежилые здания различного назначения. Весьма эффективным мероприятием является использование тоннелей, построенных открытым способом или щитовой проходкой. Помимо снижения уличного шума, использование подземного пространства для прокладки магистралей улучшает условия передвижения населения, способствует формированию здоровой, удобной и эстетически привлекательной городской среды.

Наибольшее распространение получили акустические экраны – стенки, которые имеют самое разнообразное конструктивное исполнение и изготавливаются из различных материалов. Так, простые стенки можно делать из бетона, дерева и др. Основным недостатком таких конструкций – наличие звукоотражающего эффекта, который усиливается, если подобные сооружения устанавливаются параллельно друг другу. Эффективность акустических экранов такого типа не превышает 5–12 дБА.

Указанных недостатков лишены акустические экраны со звукопоглощающим материалом. Они бывают сборно-разборными, как правило, из металла. Основным элементом таких экранов является акустическая панель, заполненная звукопоглощающим материалом (ЗПМ). Эта панель имеет щелевую перфорацию со стороны источника звука. Наличие ЗПМ увеличивает эффективность таких панелей не менее чем на 3–5 дБА. Необходимая эффективность экранов данного типа обеспечивается варьированием их высоты, длины, расстояния между источником шума и экраном. Конструкция типового звукопоглощающего экрана-стенки показана на рис. 7.1.

Перспективным является использование комбинированных акустических экранов, в которых сочетаются преимущества акустических экранов-стенок и насыпей или выемок. Их эффективность чрезвычайно высока без дополнительных затрат, связанных с увеличением глубины выемки или высоты насыпи.

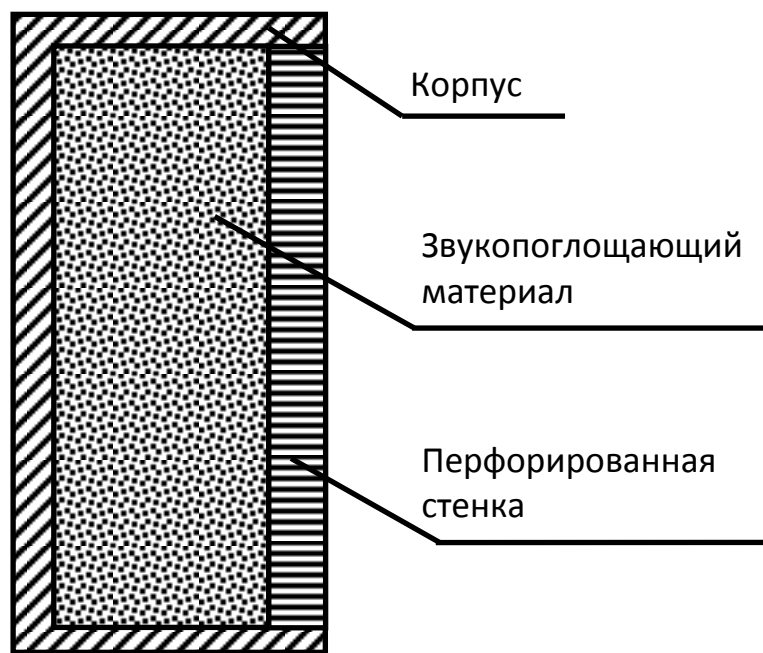


Рис. 7.1. Акустический экран со звукопоглощающим материалом

Там, где необходимо достичь снижения шума по всему частотному диапазону (в больничных корпусах, школьных классах), целесообразно, на наш взгляд, использовать гибридные акустические экраны, сочетающие заглушающие свойства акустических экранов со звукопоглощающим материалом, и активных глушителей шума, излучающих звук в противофазе заглушаемому шуму. Использование звукопоглощающих материалов дает достаточно ощутимый эффект снижения шума в средне- и высокочастотном диапазоне. Однако заглушение низкочастотного шума оказывается недостаточным. Дополнительное использование активных глушителей шума дает возможность значительно снизить низкочастотный шум (шум, который как раз и проникает вовнутрь помещений). Разработана конструкция гибридного акустического экрана, содержащего, наряду со звукопоглощающим материалом, активные излучатели звука, расположенные на определенных расстояниях друг от друга и рассчитанные на снижение низкочастотного шума, обусловленного эффектом дифракции акустического экрана. Снижение шума в данной конструкции достигается не только за счет экранирующего эффекта, но и за счет применения независимых контролеров с использованием многоканального адаптивного сигнала для минимизации суммы среднеквадратичных значений уровней звукового давления в точках, расположенных вдоль дифракционной кромки акустического экрана.

Распространение шума внутрь жилых помещений происходит через ограждающие конструкции, общая звукоизоляция которых определяется наиболее слабыми в акустическом отношении элементами, т. е. окнами и балконными дверями. Поэтому повышение звукоизолирующей способности ограждающих конструкций зданий достигается главным образом за счет повышения звукоизоляции оконных проемов. В режиме вентиляции (с открытой форточкой) звукоизоляция окна не превышает 10 дБА. Для увеличения звукоизоляции окон в режиме проветривания рекомендуется применять специальные конструктивные схемы, например окна с тройным остеклением, в которых воздух в режиме вентиляции проходит через межстекольное пространство. Эффективность такой конструкции составляет 30 дБА. Перемещением средней створки окно переводится в закрытое состояние, и эффективность звукоизоляции окна возрастает до 40–45 дБА. Улучшенной звукоизоляцией обладают также пластиковые окна.

Сравнительно недавно на основе метода активного шумоглушения разработаны специальные системы по снижению проникновения в жилые помещения низкочастотного шума через окна и двери. Такие системы позволяют даже избирательно подавлять шум, т. е. они пропускают щебет птиц, но задерживают низкочастотный шум от транспорта и промышленных предприятий.

Добиться снижения шума транспортных потоков можно также, применяя шумопоглощающие покрытия, разработка которых в настоящее время ведется во многих странах мира.

По мнению авторов, наиболее эффективным является использование многослойных покрытий, обеспечивающих помимо шумопоглощения хорошие показатели по прочности, трещиностойкости и сцеплению с колесами транспортных средств. Различные варианты шумопоглощающих дорожных покрытий показаны на рис. 7.2.

7.1.3. Мероприятия с использованием технических средств

Наиболее эффективными мероприятиями являются установка глушителей шума, капсулирование корпуса автомобильного двигателя, снижение шума впуска автомобилей, шума шин и др. В настоящее время ведутся работы по созданию малошумных грузовых автомобилей и автобусов. Специалисты разрабатывают мероприятия по снижению шума тракторов, строительно-дорожных и подъемно-транспортных машин, систем вентиляции и кондиционирования и т. д.

Из анализа спектра звуковой энергии, излучаемой автомобилями в окружающую среду, можно заключить, что они являются преимуществен-

но источниками низкочастотного шума, обладающего высокой проникающей способностью. Поэтому создание малошумных конструкций автомобилей, особенно в низкочастотной области, можно считать одним из наиболее эффективных и экономически целесообразных способов уменьшения уровня шума в селитебной зоне.

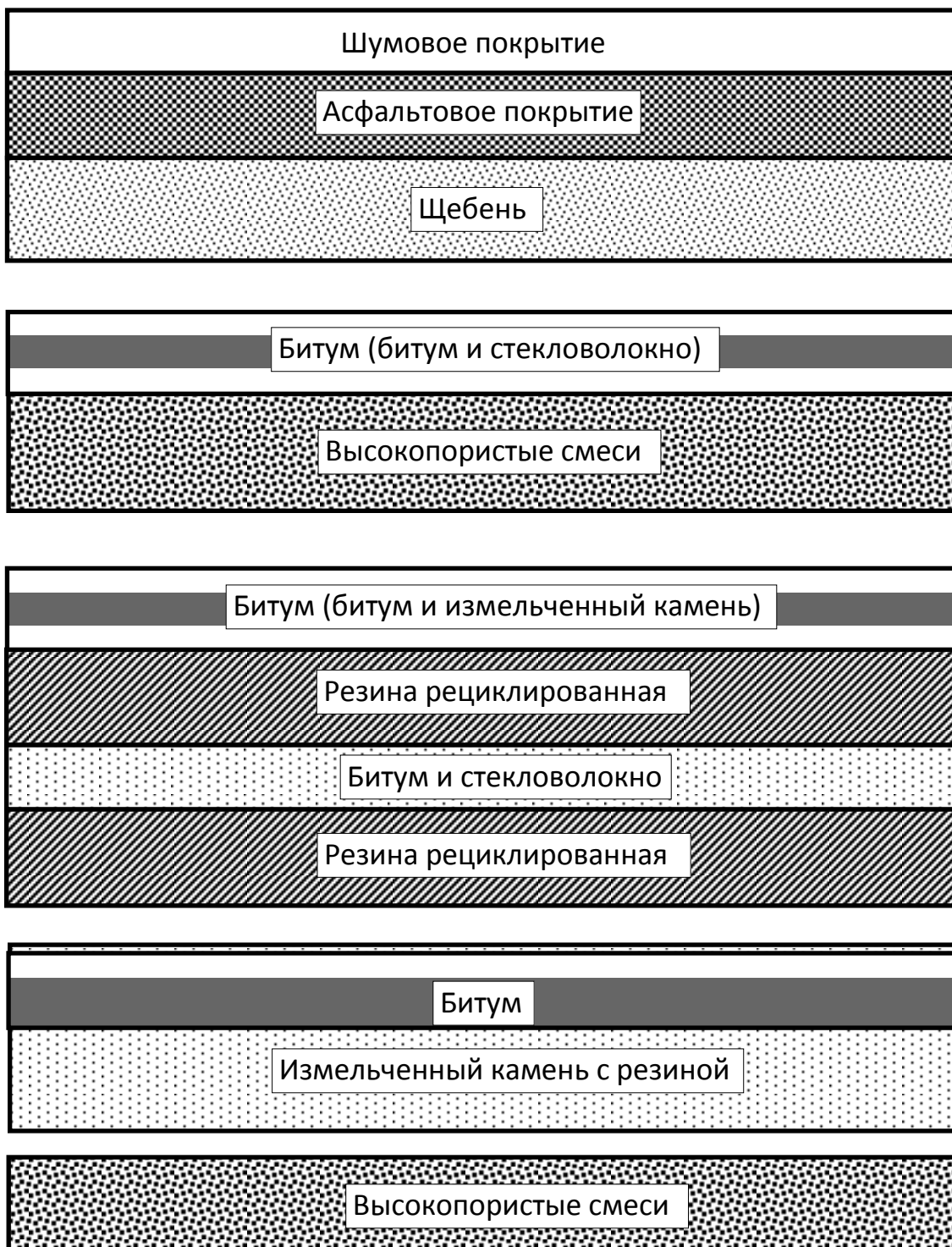


Рис. 7.2. Типы шумопоглощающих дорожных покрытий

Традиционно наиболее эффективны для снижения внешнего шума автомобилей следующие методы:

- установка глушителей шума на впуске и выпуске двигателя;
- улучшение качества изготовления трансмиссии;
- вибродемпфирование коробки передач;
- улучшение качества дорожного покрытия;
- предотвращение износа шин;
- звукоизоляция и звукопоглощение внешних источников шума автомобиля.

Основной источник внешнего шума автомобилей – поршневой двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Определяющей в его формировании является звуковая энергия, обусловленная вибрацией поверхностей корпусных деталей и аэродинамическим возбуждением от систем газообмена ДВС. Причем, если уровни внешнего шума в области средних и высоких частот обусловлены излучением от корпусных деталей, то уровни в низкочастотном диапазоне определяются главным образом излучением аэродинамического характера от системы впуска.

Снижение шума автомобильных двигателей на 5–8 дБА достигается в результате применения материалов с повышенными вибродемпфирующими свойствами, увеличения жесткости картерных деталей и блока цилиндров, использования виброизолирующих прокладок в местах установки поддона, что позволяет снизить шум корпуса на 6–10 дБА.

Уменьшения шума вентиляторов на 5–10 дБ А достигают за счет увеличения числа лопастей, изготовления их из неметаллических материалов, а также снижения частоты вращения.

Капсулирование корпуса двигателя внутреннего сгорания позволяет снизить шум на 5–10 дБА (в зависимости от эффективности других шумозащитных конструкций), особенно глушителя. Обычно капсула изготавливается из металла, а внутри наносят слой звукопоглощающего материала. Наиболее эффективны капсулы из сэндвич-конструкций (металл – пластик – металл) с обязательным звукопоглощением внутри корпуса.

Традиционные конструкции и методы для снижения шума автомобилей оказываются недостаточно эффективными. В настоящее время для снижения низкочастотного шума перспективным является использование устройств активного шумоподавления.

7.2. Производственный шум

Интенсивное шумовое воздействие на организм человека неблагоприятно влияет на протекание нервных процессов, способствует развитию

утомления, изменениям в сердечно-сосудистой системе и появлению шумовой патологии, среди многообразных проявлений которой ведущим клиническим признаком является медленно прогрессирующее снижение слуха по типу кохлеарного неврита.

В производственных условиях источниками шума являются работающие станки и механизмы, ручные механизированные инструменты, электрические машины, компрессоры, кузнечно-прессовое, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование (вентиляционные установки, кондиционеры) и т. д.

Допустимые шумовые характеристики рабочих мест регламентируются санитарными нормами «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки (СН 2.2.4/2.1.8.562–96).

По характеру спектра шумов подразделяются на широкополосные и тональные.

По временным характеристикам шумов подразделяются на постоянные и непостоянные. В свою очередь, непостоянные шумов подразделяются на колеблющиеся во времени, прерывистые и импульсивные.

В качестве характеристик постоянного шума на рабочих местах, а также для определения эффективности мероприятий по ограничению его неблагоприятного влияния, принимаются уровни звукового давления в децибелах (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 1 000; 2 000; 4 000; 8 000 Гц.

В качестве общей характеристики шума на рабочих местах применяется оценка уровня звука в дБ(А), представляющая собой среднюю величину частотных характеристик звукового давления.

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является интегральный параметр – эквивалентный уровень звука в дБ(А).

Основные мероприятия по борьбе с производственным шумом – это технические мероприятия, которые проводятся по трем главным направлениям:

- устранение причин возникновения шума или снижения его в источнике;
- ослабление шума на путях передачи;
- непосредственная защита работающих.

Наиболее эффективным средством снижения шума является замена шумных технологических операций на малошумные или полностью бесшумные, однако этот путь борьбы не всегда возможен, поэтому большое значение имеет снижение его в источнике. Снижение шума в источнике достигается путем совершенствования конструкции или схемы той части оборудования, которая производит шум, использования в конструкции

материалов с пониженными акустическими свойствами, оборудования на источнике шума дополнительного звукоизолирующего устройства или ограждения, расположенного по возможности ближе к источнику.

Одним из наиболее простых технических средств борьбы с шумом на путях передачи является звукоизолирующий кожух, который может закрывать отдельный шумный узел машины.

Значительный эффект снижения шума от оборудования дает применение акустических экранов, отгораживающих шумный механизм от рабочего места или зоны обслуживания машины.

Применение звукопоглощающих облицовок для отделки потолка и стен шумных помещений приводит к изменению спектра шума в сторону более низких частот, что даже при относительно небольшом снижении уровня существенно улучшает условия труда.

Учитывая, что с помощью технических средств в настоящее время не всегда удается решить проблему снижения уровня шума, большое внимание должно уделяться применению средств индивидуальной защиты (антifoны, заглушки и др.). Эффективность средств индивидуальной защиты может быть обеспечена их правильным подбором в зависимости от уровней и спектра шума, а также контролем за условиями их эксплуатации.

7.3. Нормирование шума на рабочих местах. Основные методы и средства защиты работающих от воздействия шума

Шум ухудшает условия труда, оказывает вредное действие на организм человека. При длительном воздействии шума на организм происходят нежелательные явления: снижается острота зрения и слуха, повышается кровяное давление, снижается внимание. Сильный продолжительный шум может быть причиной функциональных изменений сердечно-сосудистой и нервной систем. Требования к уровням шумов устанавливаются стандартом ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности (с изменением № 1)», СН 2.2.4/2.1.8.562–96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки».

Основные понятия, характеризующие шумовые загрязнения, представлены ниже.

Звук – это физический процесс, представляющий собой волновое движение упругой среды. Человек ощущает механические колебания с частотой от 20 до 2 000 Гц.

Шум – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности.

Основными характеристиками звука являются: Частота колебаний (Гц); звуковое давление (Па); интенсивность звука ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Скорость звука – 344 м/с.

Звуковое давление – это переменная составляющая давления воздуха, возникающая вследствие колебаний источника звука, накладываемая на атмосферное давление.

Количественная оценка звукового давления оценивается среднеквадратичным значением:

$$P^{-2} = \frac{1}{T} \int_0^T P^2(t) \cdot dt,$$

где $T = 30\text{--}100$ мс.

При распространении звуковых волн имеет место перенос звуковой энергии, величина которой определяется интенсивностью звука.

Интенсивность звука – звуковая мощность на единицу площади, передаваемая в направлении распространения звуковой волны.

Интенсивность звука связана с звуковым давлением выражением

$$I = VP,$$

где P – среднеквадратичное давление звуковое;

V – среднеквадратичное значение колебательной скорости частиц в звуковой волне.

В свободном звуковом поле интенсивность звука может быть выражена формулой:

$$I = \frac{\rho}{\rho \cdot c},$$

где ρ – плотность среды; c – скорость звука в среде (ρc – акустическое сопротивление среды).

Минимальное звуковое давление и минимальная интенсивность звуков, едва различимых слуховым аппаратом человека, называется пороговым. Чувствительность слухового аппарата человека наибольшая в диапазоне 2 000–5 000 Гц. За эталонный принят звук частотой 1 000 Гц. При этой частоте порог болевого ощущения I_{max} равен $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

Принято измерять и оценивать относительные уровни интенсивности звука и звукового давления по отношению к пороговым значениям, выраженные в логарифмической форме.

Уровень интенсивности: $LI = 10 \lg I/10$.

Уровень звукового давления: $LP = 20 \lg P/P_0$.

Слышимый диапазон составляет 0–140 дБ.

Характеристикой непосредственного источника шума является его звуковая мощность P – общее количество звуковой энергии, излучаемой в окружающее пространство в секунду.

Уровень звуковой мощности источника шума:

$$LP = 10 \lg P/P_0,$$

где P_0 – пороговая величина, равная 10–12 Вт.

Суммарный уровень звукового давления при одновременном действии двух одинаковых источников с уровнями L_1 и L_2 можно определить по формуле:

$$L_{\text{Общ}} = L_1 + L,$$

где L_1 – больший из двух суммарных уравнений, L – поправка для суммарного уравнения шума.

Если есть N одинаковых источников, то $L_{\text{Общ}} = L_1 + 10 \lg L$. Шум, в котором звуковая энергия распределена по всему спектру, называется широкополосным. Если прослушивается звук определенной частоты, то шум называется тональным. Шум, воспринимаемый как отдельные импульсы (удары), называется импульсным.

Звуковую мощность и звуковое давление как величину переменную можно представить в виде суммы синусоидальных колебаний различной частоты.

Зависимость среднеквадратичных значений этих составляющих (или их уровней) от частоты называется частотным спектром шума.

Обычно частотный спектр определяется опытным путем, находя звуковые давления не для каждой отдельной частоты, а для октавных (или третьоктавных) полос частот.

Частотные спектры шума получают с помощью анализаторов шума, представляющих собой набор электрических фильтров, которые пропускают электрический звуковой сигнал в определенной полосе частот (полосе пропускания).

По временным характеристикам шумы подразделяются на постоянные и непостоянные.

Непостоянные бывают:

- колеблющиеся по времени, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени;
- прерывистые, уровень звука которых резко падает до уровня фонового шума;
- импульсные, состоящие из сигналов менее 1 с.

Для оценки шума используют частотный спектр измеренного уровня звукового давления, выраженный в дБ, в октавных полосах частот, который сравнивается с предельным спектром, нормированным в ГОСТ 12.1.003–83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (с изм. № 1)».

Для ориентировочной оценки шумовой обстановки допускается использовать одночисловую характеристику – так называемый уровень звука, измеряемый без частотного анализа по шкале А шумометра, которая приблизительно соответствует числовой характеристике слуха человека. Слуховой аппарат человека более чувствителен к звукам высоких частот, поэтому нормируемые значения звукового давления уменьшаются с увеличением октавной полосы частот. Для постоянного шума нормируемыми параметрами являются допустимые уровни звукового давления и уровни звука на рабочих местах (по ГОСТ 12.1.003–83).

Для непостоянного шума нормируемым параметром является эквивалентный уровень звука L_A единиц в дБ по шкале А.

Эквивалентным уровнем звука называется значение уровня звука постоянного шума, который в пределах регламентируемого интервала времени имеет то же самое среднеквадратичное значение уровня звука, что и рассматриваемый шум.

Уровни непосредственного шума измеряются специальными интегральными шумометрами-дозиметрами.

Если шум тональный или импульсный, то допустимые уровни должны приниматься на 5 дБА меньше значений, указанных в ГОСТ.

Классификация средств и методов защиты от шума приведена в ГОСТ 12.1.029–80 «Средства и методы защиты от шума. Классификация».

Методы защиты от шума основаны на следующем.

1. Снижение шума в источнике.
2. Снижение шума на пути его распространения от источника.
3. Применение СИЗ от шума (СИЗ – средство индивидуальной защиты).

Методы снижения шума на пути распространения основаны на проведении строительно-акустических мероприятий. Устройства для шума на пути его распространения – это кожухи, звукоизолирующие перегородки между помещениями, звукопоглощающие облицовки, глушители шума. Под акустической обработкой помещений понимается облицовка части внутренних поверхностей ограждений звукопоглощающими материалами, а также размещение в помещениях штучных поглотителей.

Снижение шума методом звукопоглощения основано на переходе звуковых колебаний частиц воздуха в теплоту, вследствие потерь на трение в порах звукопоглощающего материала. Чем больше звуковая энергия

поглощается, тем меньше отражает. Поэтому, для снижения шума в помещениях проводят его акустическую обработку, нанося звукопоглощающие материалы на внутренние поверхности, а также размещая в помещении штучные звукопоглотители.

Эффективность звукопоглощающего устройства характеризуется коэффициентом звукопоглощения α , который представляет собой отношение поглощенной звуковой энергии $E_{\text{погл.}}$ к падающей $E_{\text{пад.}}$

$$\alpha = E_{\text{погл.}} / E_{\text{пад.}}$$

Звукопоглощающие устройства бывают пористыми, пористо-волоконистыми, мембранными, слоистыми, объемными.

Звукоизоляция является одним из наиболее эффективных и распространенных методов снижения производственного шума на пути его распространения.

С помощью звукоизолирующих преград можно снизить уровень шума на 30–40 дБ.

Метод основан на отражении звуковой волны, падающей на ограждение. Однако звуковая волна не только отражается от ограждения, но и проникает через него, что вызывает колебание ограждения, которое само становится источником шума. Чем выше поверхностная плотность ограждения, тем труднее привести его в колебательное состояние, следовательно, тем выше его звукоизолирующая способность. Поэтому эффективными звукоизолирующими материалами являются металлы, бетон, дерево, плотные пластмассы и т. п.

В прил. 25 приведены справочные материалы по допустимым уровням звука в различных помещениях и территориях, характеристики звукоизолирующей способности ряда материалов и изделий, а также выдержки из СНиП СП 2.2.4/2.1.8.562–93 «Шум на рабочих местах в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», действующего в настоящее время.

Библиографический список использованной литературы

1. Васильев А.В. Анализ шумовых характеристик селитебной территории г. Тольятти // Экология и промышленность России. – 2005. № 4. – С. 20–23.
2. Васильев А.В. Снижение шума транспортных потоков в условиях современного города // Экология и промышленность России. – 2004. – № 6. – С. 37–41.

3. Белов С.В., Девисилов В.А., Козьяков А.Ф. и др. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Высш. Шк., 2002. – 357 с.

4. Медведев В.Т. и др. Инженерная экология. – М.: Гардарика, 2002. – 687 с.

5. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: Стандарты, 1996. – 8 с.

РАЗДЕЛ 8
ОТХОДЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Введение

В списке экологических проблем России немаловажную роль играют отходы сельскохозяйственного производства. Они представлены довольно широким и разнообразным перечнем:

- отходы от переработки зерновых культур (лузга овсяная, гречневая, рисовая, просяная);
- отходы дробленки и сечки зерновых культур;
- отходы растениеводства (ботва);
- отходы от переработки овощей и фруктов;
- отходы кормов (лузга подсолнечника, жмых, шрот, шквары, эмульсии растительного сырья);
- помет птичий (куриный, утиный, гусиный);
- навоз (свиной, крупного рогатого скота, конский);
- отходы костей и внутренностей животных и птиц;
- отходы яичной скорлупы;
- рыбные отходы;
- отходы производства растительных, животных масел и жиров;
- сточные воды птицеводческих и животноводческих комплексов.

Полный перечень этих отходов, согласно федеральному классификационному каталогу, представлен в прил. 22.

Мировая (и в какой-то степени российская) практика рекомендует следующие направления переработки и обезвреживания сельскохозяйственных отходов.

1. Получение органоминеральных, микробных и биоудобрений.
2. Получение энергии (горячей воды, пара, электроэнергии).
3. Использование в производствах различных промышленных и пищевых продуктов.
4. Термическое обезвреживание биологически опасных отходов животных и птиц.

8.1. Сточные воды животноводческих комплексов

Большой проблемой на современных животноводческих комплексах стала очистка сточных вод. Объем таких вод в РФ по свиноводческим комплексам достигает 300 млн. м³/год.

Для удаления навоза, как правило, используют два основных технологических решения:

- сбор навоза «сухим» способом с помощью щелевых полов и ванн;
- мокрая уборка навоза и помета путем гидрослива.

В первом случае образуется высококонцентрированная фракция, что обуславливает в дальнейшем ее обработку и использование (ХПК – до 65 тыс. г/м³, взвешенные вещества – до 40 тыс. г/м³). Сточные воды из ванн такого состава целесообразно очищать путем предварительного разделения на жидкую фракцию, отправляемую на аэробную биологическую очистку, и концентрированную фракцию, подвергающуюся обработке анаэробными способами.

Во втором случае навозная фракция получается на порядок менее концентрированной (ХПК – до 8 тыс. г/м³, взвешенные вещества – до 3,5 тыс. г/м³).

Очистку жидкой фракции при использовании обеих технологий ввиду высоких концентраций традиционно выполняют с использованием механической двух- или трехступенчатой схем биологической очисток.

Биологическая очистка выполняется аэробными способами либо комбинацией аэробных с анаэробными. Метод флотации также может использоваться как базовое технологическое решение. Доочистка сточных вод – вопрос довольно сложный, требующий рассмотрения возможностей животноводческого комплекса и требований по качеству сброса вод. Поскольку в каждом миллилитре свежих стоков содержится до 10⁸ аэробных и 10⁷ анаэробных бактерий, требуется комплексная дезинфекция очищенных вод перед сбросом их в водоемы или на поля орошения.

К сожалению, существующие российские системы переработки, обезвреживания и утилизации навоза не отвечают требованиям природоохранного законодательства. Так, сооружениями биологической очистки сточных вод оборудованы лишь наиболее крупные животноводческие комплексы. Однако и на этих комплексах очищенные сточные воды не отвечают требуемым показателям для сброса их в водоемы.

Очистка данных стоков вызывает значительные трудности. Проблемы, возникающие при очистке сточных вод, можно разделить на две группы: технические и технологические. Технические проблемы возникают при перекачке стоков, организации перемешивания в резервуарах, аэрации стоков. Технологические проблемы связаны как с качеством очищенной воды, так и с себестоимостью очистки. Себестоимость очистки высококонцентрированных сточных вод животноводческих комплексов при традиционных схемах очистки во многом определяется энергоемкостью процесса и большим количеством образующихся осадков. Так, при применении аэробной двухступенчатой очистки энергоемкость составляет

до 6 кВт/м³ сточных вод, а количество осадка 0,2–0,3 м³/м³. Время процесса может достигать 5 суток. Кроме того, большинство сооружений не обеспечивают необходимого качества очистки сточных вод даже для сброса в городские канализационные коллекторы. Это связано в первую очередь с существенными превышениями допустимых концентраций в очищенных стоках по биогенным элементам азоту и фосфору. Традиционные аэробные технологии не предполагают специальных приемов для удаления этих элементов, а попытки решения этой проблемы на стадии доочистки технологически малоэффективны.

Технические проблемы очистки концентрированных стоков могут быть решены при помощи применения современного высокоэффективного оборудования.

Сложности, возникающие при перекачке и перемешивании, связаны с высокой концентрацией взвешенных веществ, в среднем 20 г/л, и наличием в стоках ингредиентов, засоряющих насосы, – опилок, соломы, песка и т. п. Кроме того, возможно образование кристаллов струвита (аммоний-фосфат магния). Для надежной перекачки сильно загрязненных сточных вод можно предложить несколько вариантов погружных насосов. Надежность этого оборудования гарантируется большим количеством новых решений и огромным опытом в области его создания. Для перекачки сильнозагрязненных стоков разработаны погружные насосы со специальными колесами различного типа: тип F – с режущей кромкой, тип N – самоочищающиеся, не засоряемого типа, тип D – свободновихревые.

Тип колеса и насоса выбирается конкретно для каждого случая перекачки, учитывая характеристики перекачиваемой среды, – концентрации взвешенных веществ, наличие абразивных включений, волокнистых включений, включений, способных засорять насос, вязкость среды и т. п.

Для экономического решения проблемы перемешивания применяют погружные мешалки. Данные аппараты способны обеспечивать полное перемешивание резервуаров любой геометрической формы. Погружные мешалки позволяют создавать потоки любых направлений, организуя структуру потоков, оптимальную для конкретных форм резервуаров. Разработано множество вариантов мешалок, мощность которых может составлять 0,75–25 кВт, размах лопастей 0,021–2,5 м. Для обеспечения оптимального перемешивания необходимо расчетным путем определить количество и типоразмер мешалок, места и глубину их установки в резервуаре, углы установки каждой мешалки в горизонтальной и вертикальной плоскости.

Усреднение расхода и концентраций является необходимой технологической операцией для обеспечения надежности работы последующих

очистных сооружений. Стоки в этих сооружениях еще не очищены, поэтому их перемешивание вызывает наибольшие трудности.

Аэрация – обеспечение кислородом биологических процессов путем подачи воздуха – всегда представляла для высококонцентрированных сточных вод животноводческих комплексов серьезные технические проблемы.

Это связано в первую очередь с характеристиками массопереноса кислорода в данной среде. Вследствие высокого содержания, концентраций органических веществ, а также поверхностно-активных веществ, образующихся при гидролизе и создающих эффект вспенивания на аэротенках, массоперенос кислорода затрудняется. Экспериментально определенная эффективность массопереноса кислорода в сточной воде свинокомплекса составляет всего 40 % по отношению к чистой воде. Кроме того, применение механических поверхностных аэраторов затруднено в условиях вспенивания, а мелкопузырчатые пневматические системы подвержены кальматации в условиях высоких концентраций ила и особенно при образовании струвита. Длительное время для решения этой проблемы использовались эжекторные аэраторы с погружными насосами Jet Aerator (Швеция).

Эти аппараты при высоком КПД насосов способны надежно функционировать в описанных условиях, кроме того, не требуют подачи воздуха от воздуходувок и позволяют регулировать ее в зависимости от потребности в кислороде путем включения (выключения) единиц работающего оборудования. Их окислительная мощность составляет 0,71–66,5 кгО₂/ч, подача воздуха 6,5–355 л/с.

В 1996 г. был разработан уникальный аппарат, названный Air mixer (аэромешалка). Для более экономичного решения проблемы аэрации и перемешивания при очистке стоков свинокомплекса впервые в мире был создан погружной пневмомеханический аэратор. В основе работы этих аппаратов лежит эффект дробления пузырька с последующим, горизонтально ориентированным перемешиванием иловой смеси мощным потоком, создаваемым мешалкой. При этом достигается получение очень мелких пузырьков воздуха и высокий массоперенос кислорода воздуха. Представленные данные показывают, что при глубине 6 и 8 м, особенно в рабочем диапазоне 200–400 м³/ч, характеристики пневмомеханических аэраторов значительно превосходят средние характеристики полимерных аэраторов и лучше наиболее оптимистичных из представленных в литературе данных.

При этом указанные аппараты существенно упрощают монтаж систем аэрации, конструктив воздухораспределительных систем, а также систему управления подачей воздуха. Аэромешалки могут быть извлечены из аэро-

тенков для профилактического обслуживания или ремонта без опорожнения сооружений.

Первое же применение этого аппарата позволило сократить энергозатраты в 2 раза (с 35 до 17,5 кВт на резервуар).

В России аэромешалка впервые была применена при реконструкции аэротенков свинокомплекса «Надеево» Вологодская область (1 200–1 700 м³/сут сточных вод при численности поголовья 54 тыс. свиней). В результате экономия воздуха составила 5 400 м³/час (60 % подаваемого воздуха) при экономии электроэнергии 700 тыс. кВт·ч в год. Разработка пневмомеханических аэраторов (аэромешалок) позволила по-особому взглянуть на конструирование сооружений нитри-денитрификации. Способность аэромешалок обеспечивать перемешивание в отсутствие подачи воздуха позволяет осуществлять нитри-денитрификацию в условиях периодической аэрации без установки дополнительного оборудования и в едином технологическом объеме. Использование одной единицы установленного оборудования позволяет организовать в емкости как процесс аэрации в присутствии подачи воздуха, так и процесс перемешивания в ее отсутствие.

Решение технологических проблем требует применения новых технологий.

Основным методом, с помощью которого удаляется до 70 % загрязнений по ХПК, что определяет качество очистки, является аэробная биологическая очистка. Биологическая очистка сточных вод животноводческих комплексов по традиционной технологии проводится в две (реже в одну) ступени. Удаление азота и фосфора на таких сооружениях, как правило, не предусматривается. Высокая энергоемкость и большое количество избыточного ила является неотъемлемой частью очистки сточных вод.

В основе новой технологии лежит применение нитри-денитрификации (биологического способа удаления азота) и анаэробной обработки стоков.

Применение анаэробных методов очистки для этого спектра загрязнений (60 %) позволяет производить электроэнергию в количестве 3,3 кВт/м³, а также тепловую энергию до 6 кВт/м³, взамен энергозатрат на процессы аэрации – 1,8 кВт/м³ при использовании аэробных методов очистки. Приrost ила при переходе на анаэробную технологию снижается в 2,7 раза (с 1,9 до 0,7 кг/м³).

Современные анаэробные биореакторы отличаются от традиционных метантенков организацией удержания биомассы, в результате чего время пребывания в них уменьшается в 5–10 раз. При этом процесс протекает при температуре 20 °С. Высокопроизводительные анаэробные реакторы типа UASB широко применяют в мировой практике при очистке высококонцентрированных сточных вод в первую очередь в различных отраслях

пищевой промышленности. В России их внедрение сдерживалось долгие годы вследствие отсутствия опыта проектирования и эксплуатации.

Опыт эксплуатации анаэробных реакторов на сточных водах животноводческих комплексов крайне ограничен не только в России, но и в мире. Вследствие этого полученный опыт пуска анаэробного реактора в Надеево позволил выявить ряд дополнительных требований к проектированию схем с использованием данных реакторов.

Технологическая схема процесса представлена на рис. 8.1.



Рис. 8.1. Основные этапы очистки сточных вод свиного комплекса «Надеево»

Проблема совмещения анаэробной очистки сточных вод и нитриденитрификации заключается в том, что оба процесса используют в первую очередь легкоокисляемую органику. Назначение блока анаэробной очистки состоит в том, чтобы удалить порядка 52 % органических веществ без энергозатрат на процессы аэрации, обеспечив технологически подачу в него 60–70 % исходного расхода сточных вод. Это позволит получить биогаз и удалить безреагентным способом порядка 58 % фосфора. Основные эксплуатационные показатели схемы с учетом выбранного оборудования представлены на рис. 8.2.

Для сравнения даны затраты по существующей технологии. При переходе на новую схему в первую очередь снижается расход воздуха в 3 раза и образование избыточного ила в 1,8 раза. За счет дополнительных затрат энергии на рециркуляцию, перемешивание и подъем стока на анаэробный реактор общая экономия электроэнергии не столь значительна – 30 %. Однако за счет образовавшегося метана в процессе когенерационной

выработки электроэнергии на турбогенераторах можно получить практически 100 % затраченной электроэнергии и дополнительно до 18,8 тыс. кВт в сутки тепловой энергии. Кроме того, при экономическом анализе перехода на новую технологию следует учитывать сокращение затрат на вывоз осадка.

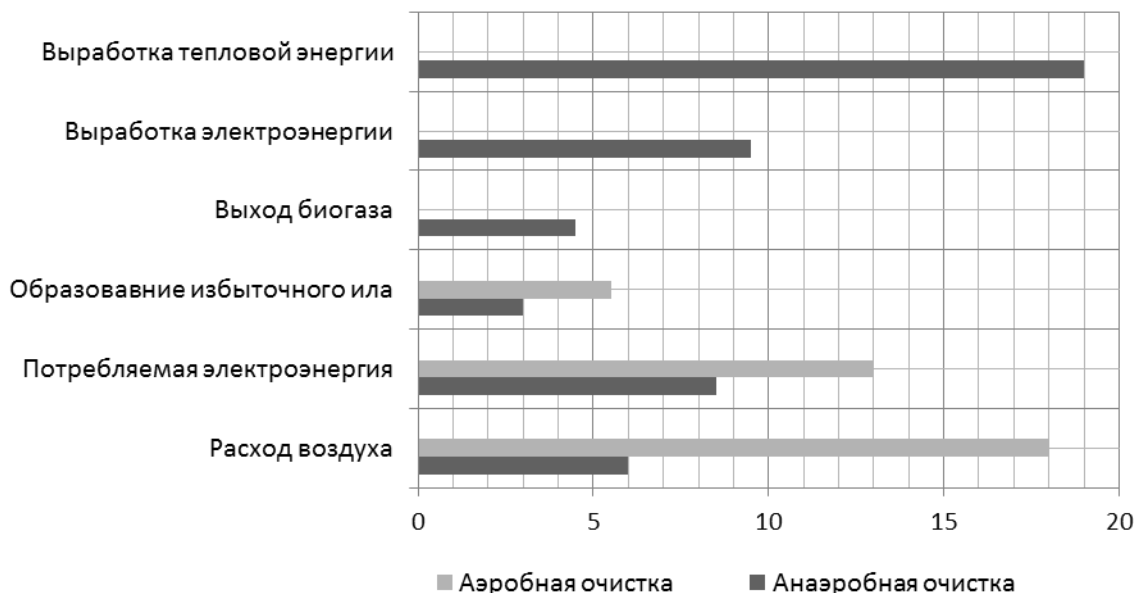


Рис. 8.2. Основные эксплуатационные показатели технологий.
Нижняя шкала – относительные доли потоков

В ряде исследовательских работ по обработке гидросмыва свиноводческих комплексов рекомендуется использование промышленных минеральных отходов, в частности фосфогипса. Это позволяет, наряду с очисткой стоков, получать органоминеральное удобрение с повышенным содержанием фосфора

8.2. Сточные воды птицеводческих комплексов

Очистка сточных вод актуальна и для птицеводческих хозяйств. Современные очистные сооружения птицефабрик включают механическую, биохимическую очистку и обеззараживание стоков ультрафиолетовым облучением. Блок-схема этой технологии представлена на рис. 8.3.

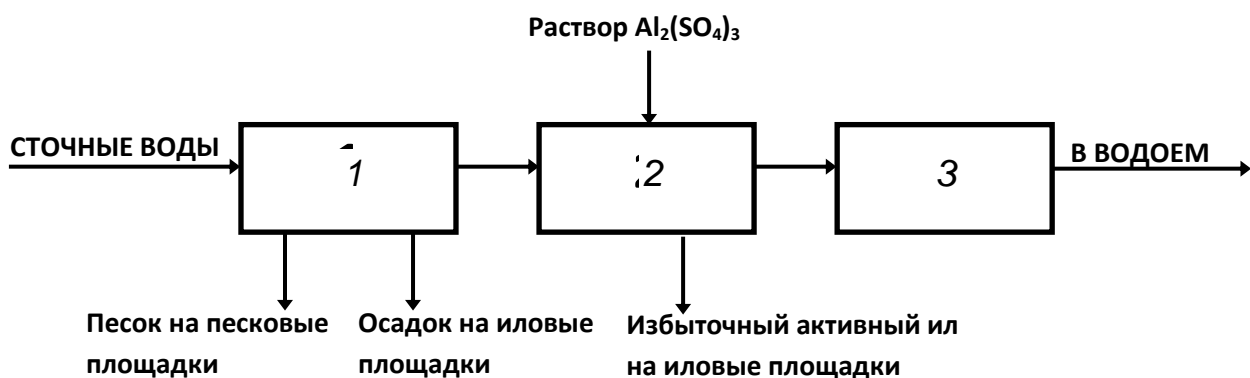


Рис. 8.3. Принципиальная технологическая схема глубокой очистки сточных вод птицеводческого предприятия:

*1 – блок механической очистки; 2 – блок биохимической очистки;
3 – блок обеззараживания (УФ-установка)*

От эффективности работы сооружений для механической очистки зависит эффективность биохимической очистки. Блок механической очистки включает усреднитель, тангенциальную песколовку и осветлители-перегниватели. Усреднитель предназначен для регулирования состава и поступления сточных вод на очистные сооружения. В тангенциальной песколовке происходит эффективное выделение из стоков нерастворимых минеральных примесей (песка, шлака). Осветлители-перегниватели используются для осветления сточных вод и сбраживания задержанного осадка.

Для удаления из сточных вод не только растворенных и диспергированных органических загрязнений, но и фосфатов, в предлагаемой технологической схеме традиционная биологическая очистка дополнена химической очисткой путем ввода в конец аэротенка-вытеснителя (биологическая очистка осуществляется в одну ступень) раствора сульфата алюминия. Необходимая доза $Al_2(SO_4)_3$ рассчитывается по соотношению $Al : P = 2 : 1$ при степени очистки 95 %.

Задержание активного ила, поступающего вместе с очищенной водой из аэротенков, происходит во вторичных отстойниках.

После биохимической очистки сточные воды направляются на обеззараживание (дезинфекцию) – уничтожение содержащихся в них патогенных микроорганизмов в целях устранения опасности заражения водоема при сбросе в него очищенных стоков.

В предлагаемой схеме обеззараживание очищенных стоков осуществляется ультрафиолетовым облучением на установке «Лазурь М-50». При этом обеспечивается почти полное уничтожение патогенных микроорга-

низмов в сточных водах и превращение токсичных органических соединений в нетоксичные химические.

Уловленные минеральные примеси из песколовки поступают на песковые площадки для подсушивания, осадок из осветлителей – перегнивателей и избыточный ил из вторичных отстойников – на обезвоживание на иловые площадки.

Таким образом, представленная технологическая схема очистки сточных вод птицеводческого предприятия позволяет снизить концентрацию загрязняющих веществ до нормативов на сброс стоков в водоемы рыбохозяйственного назначения и обеспечивает их надежное обеззараживание.

В табл. 8.1 приведены опытные данные использования этой технологии на одном из птицеводческих предприятий Пермского края.

Таблица 8.1

Эффективность очистки сточных вод птицеводческого предприятия
Пермского края

Сточные воды	Взвешенные вещества	Нефте-продукты	PO ₄ ⁻³	NH ₄ ⁺	ХПК мгО/л	БПК мгО ₂ /л
	мг/л					
Исходные	352	0,5	3,8	20,5	662	306
После механической очистки	80	0,25	3,8	20,5	411	210
После биохимической очистки	5	0,02	0,22	0,46	26	3,4
По нормативу на сброс в водоем	7,55	0,05	0,24	0,50	30	4,0

8.3. Удобрения из навоза

С давних времен лучшим удобрением в земледелии считается навоз. Однако в конце XX в. появилась новая система содержания животных на фермах, соломенную подстилку заменили гидросмывом, изменились рацион животных и кормовая база. Поэтому сегодня отходы животноводческих ферм и птицефабрик нецелесообразно использовать в исходном состоянии в качестве удобрения полей по следующим причинам:

- в 1 т содержится до 12 млн. семян сорняков;
- доза внесения высокая (40–60 т/га);
- большие трудозатраты, как при внесении в почву, так и при транспортировке;
- при хранении в течение 2–3 мес. теряется более 50 % азота;

- токсичны, поэтому в удобренной почве прорастает только 40 % семян.

Кроме того, нередко в свежем помете или навозе присутствуют патогенные микроорганизмы (сальмонеллы, бактерии кишечной группы и др.). Минеральные удобрения, которые появились сравнительно недавно, также имеют ряд недостатков. Например, возможно накопление нитратов в продукции, в почве они действуют не более года, их стоимость достаточно высока. Аэробная ферментативная переработка помета или навоза с помощью микробных ассоциаций позволяет получать удобрения, насыщенные активными микроорганизмами, среди которых много стимуляторов роста растений и бактерий, подавляющих различные болезни растений (кила капусты, фузариоз томатов, серая гниль, сосудистое увядание растений и др.). Также они оздоравливают почву, повышают ее плодородие, не содержат семян сорняков, удобны в применении, доза внесения не высока (1,6 т/га).

Ученые ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, используя технологии микробной ферментации отходов, разработали несколько видов биоудобрений, которые иногда называют микробными удобрениями. Наиболее эффективными являются «Бамил» (на основе микрофлоры, выращенной на стоках свиноферм) и «Омут» (на основе микрофлоры, выращенной на подстилочном помете). Микробные удобрения соединяют в себе положительные свойства минеральных удобрений (известный химический состав, простая технология использования, доза внесения 1–2 т/га, отсутствие семян сорняков) и органических (действие в течение 2–3 лет, повышение плодородия почвы и ее оздоровление, подавление микрофлоры, вызывающей болезни растений). Они стимулируют рост растений, повышают урожайность на 70–80 % и защищают растения от вредных насекомых. Важно, что эти удобрения существенно повышают качество продукции. Так, содержание крахмала в клубнях картофеля возрастает на 4 %, а аскорбиновой кислоты – на 30 %, белка в зернах пшеницы – на 1,5 %. При этом содержание нитратов не выше чем в продукции, выращенной без удобрений.

К сожалению, до сих пор микробные удобрения еще не получили широкого применения, поскольку выпускаются небольшими опытными партиями на экспериментальных установках.

Механизм полифункционального действия биоудобрений связан с деятельностью микроорганизмов, как внесенных с удобрением, так и находящихся в почве. Традиционные органические удобрения, вносимые в дозах 30–40 т/га, вследствие большой массы поступающего свежего органического вещества, непосредственно влияют на физические свойства почвы и временно переводят ее на другой энергетический уровень. При внесении биоудобрений в относительно небольших дозах (1–6 т/га) на почвенно-

сон. Только в активном состоянии они размножаются, выделяют ферменты и т. п.

Таблица 8.2

Основные характеристики компостов и биоудобрений

Характеристика	Компосты	Биоудобрения
Влажность, %	60–80	10–30
Отношение C/N	16–30	7–12
Рекомендуемая доза, т/га	30–40	1–4
Срок хранения без изменения свойств, годы	1	2–3
Увеличения урожайности, %	20–40	70–80
Продолжительность воздействия на почву, годы	2–3	2–3
Наличие тяжелых металлов	Могут присутствовать	Отсутствуют

При внесении компостов увеличивается общая биомасса микроорганизмов, в основном в пассивной форме, а при использовании биоудобрений растет доля микробиоценоза в активной форме (в 1,5–2 раза по сравнению с контролем, т. е. без удобрений, и в 2,5–3,5 раза по сравнению с почвой, удобренной компостами). Доля активной биомассы в почве с биоудобрениями составляет 67–84 %, с компостами – 20–25 % .

Биоудобрения активно подавляют развитие таких заболеваний растений, как кила капусты, парша картофеля, фузариозные инфекции, корневая гниль, сосудистое увядание, что способствует существенному увеличению урожайности, повышению качества продукции и оздоровлению почвы. Следует подчеркнуть, что при использовании биоудобрений не требуется вносить в почву пестициды и другие агрохимикаты. Установлено, что повреждаемость растений вредными насекомыми снижается в 4–5 раз вследствие интенсивного роста растений и сокращения фаз роста.

Исследования, выполненные в 1997–2002 гг. на базе Опытного завода по механизированной переработке бытовых отходов (Санкт-Петербург), показали, что введение биоудобрений в ферментер с компостируемой массой органической фракции бытовых отходов сокращает время получения готового компоста на 25 %, т. е. на 12 ч, при значительном улучшении качества. Введение биоудобрений в компост после завершения ферментации также положительно влияет на качество, что позволяет использовать его для производства почвогрунтов для ландшафта.

Биоудобрения положительно влияют на биологическую активность почвы (интенсивность почвенного дыхания повышается в 2–4 раза, активность несимбиотической азотфиксации в 2–3 раза), а также увеличивается ее нитрификационная способность.

По эффективности биоудобрения превосходят навоз, если они внесены в адекватных по азоту дозах. Эффективность зависит от состава, доступности для почвенных микроорганизмов и сбалансированности элементов питания.

Влияние биоудобрений на урожайность различных сельскохозяйственных культур показано в табл. 8.3.

Таблица 8.3

Влияние биоудобрений на прибавку урожая (%) различных сельскохозяйственных культур (по сравнению с контролем)

Культура	«Бамил»	«Омут»
Травы злаковые бобовые	71–284	57–143
	204	69
Свекла	77–273	26–95
Сельдерей (зелень)	105–161	146–184
Лук (луковица)	62	76
Редис	15	26
Земляника	34	22
Морковь	–	30–69
Картофель	68–153	69–155
Зерновые	98–188	5–17

Биоудобрения не только повышают урожайность сельскохозяйственных культур, но и улучшают их качество. Содержание нитритов в овощах (картофель, свекла, морковь) не превышает этот показатель в овощах, выращенных без удобрений. В картофеле увеличивается содержание витамина С на 41–45 %, крахмала – на 25–30 %. Содержание сахара в свекле возрастает на 106 %, каротиноидов в моркови – на 26–43 %. В зерне повышается содержание белка на 6–13 %, все зерна плотные, высокого качества.

Биоудобрения использовались и при рекультивации земель, пострадавших от антропогенной нагрузки. Такие работы проводились совместно с учеными из Чешского института растениеводства (г. Прага). В северо-западной Чехии вследствие интенсивной добычи бурого угля с высоким содержанием золы (20–40 %), серы (2–5 %) и других вредных веществ появились районы с антропогенно загрязненными территориями. Использование биоудобрений позволяет не только обеспечивать омертвевшие почвы основными элементами питания растений, но и активизировать почвенную биоту. После внесения «Бамила» увеличились запасы органического углерода на 10–30 %, что благотворно сказалось на гумусовом состоянии и плодородии рекультивируемых субстратов. В результате на рекультивируемых почвах урожайности растений повысилась в 8,8 раз по сравнению с почвами без удобрений.

Микробные удобрения способны эффективно разлагать нефтяные загрязнения в почвенном ценозе. Например, при их использовании на северо-западе России за сезон можно добиться разложения загрязнений на 60–70 % при концентрации нефти в почве 50–200 г/кг, а при введении в биоудобрения специальных штаммов алканотрофов – на 90–94 %. В зонах с холодным климатом (Республика Коми, Усинский район) этот показатель будет несколько ниже – 50–66 % при концентрации нефти в почве 480–990 г/кг (табл. 8.4).

Таблица 8.4

Влияние биоудобрений на деструкцию нефти в почве

Биоудобрение	Почва	Время опыта, сут.	Содержание нефти в почве, г/кг		Степень деструкции, %
			начальное	конечное	
«Бамил-15»	Дерново-подзолистая (Ленинградская область)	50	50,3	3,0	94,0
«Омут-15»	Торфяно-болотная (Республика Коми, Усинский район)	63	978,6	494,4	50,5

Еще большую выгоду от биоудобрений могут получить специалисты, занятые в растениеводстве. При внесении 2 т/га «Бамила» урожай картофеля возрастает с 12 т/га до 26.

При выращивании капусты, прибавка урожая будет 15 т/га при внесении 2 т/га «Бамила».

При внесении 4 т/га «Омута» на поля при выращивании моркови урожай увеличивается на 40 % и будет получено дополнительно продукции 8 т/га.

Таким образом, развитие технологий переработки органических отходов с помощью активных микробных ассоциаций с получением новых видов биоудобрений не только позволит решить экологические проблемы регионов, но и обеспечит фермерские и дачные хозяйства высокоэффективными удобрениями, а население – высококачественной продукцией.

8.4. Использование плазматронов для получения удобрений

Кроме биологического подхода, для переработки помета и навоза существуют чисто технические способы получения из них органоминеральных удобрений.

Один из таких способов основан на применении низкотемпературных электродуговых аппаратов (плазмотронов).

В НПО «Техэнергохимпром» совместно с Институтом теплофизики СО АН, Институтом почвоведения и агротехники СО ВАСХНИЛ была разработана и опробована на опытных полях Новосибирской области плазмохимическая установка для получения азотных и органоминеральных удобрений.

Принципиальные схемы этих установок представлены на рис. 8.5 и 8.6.

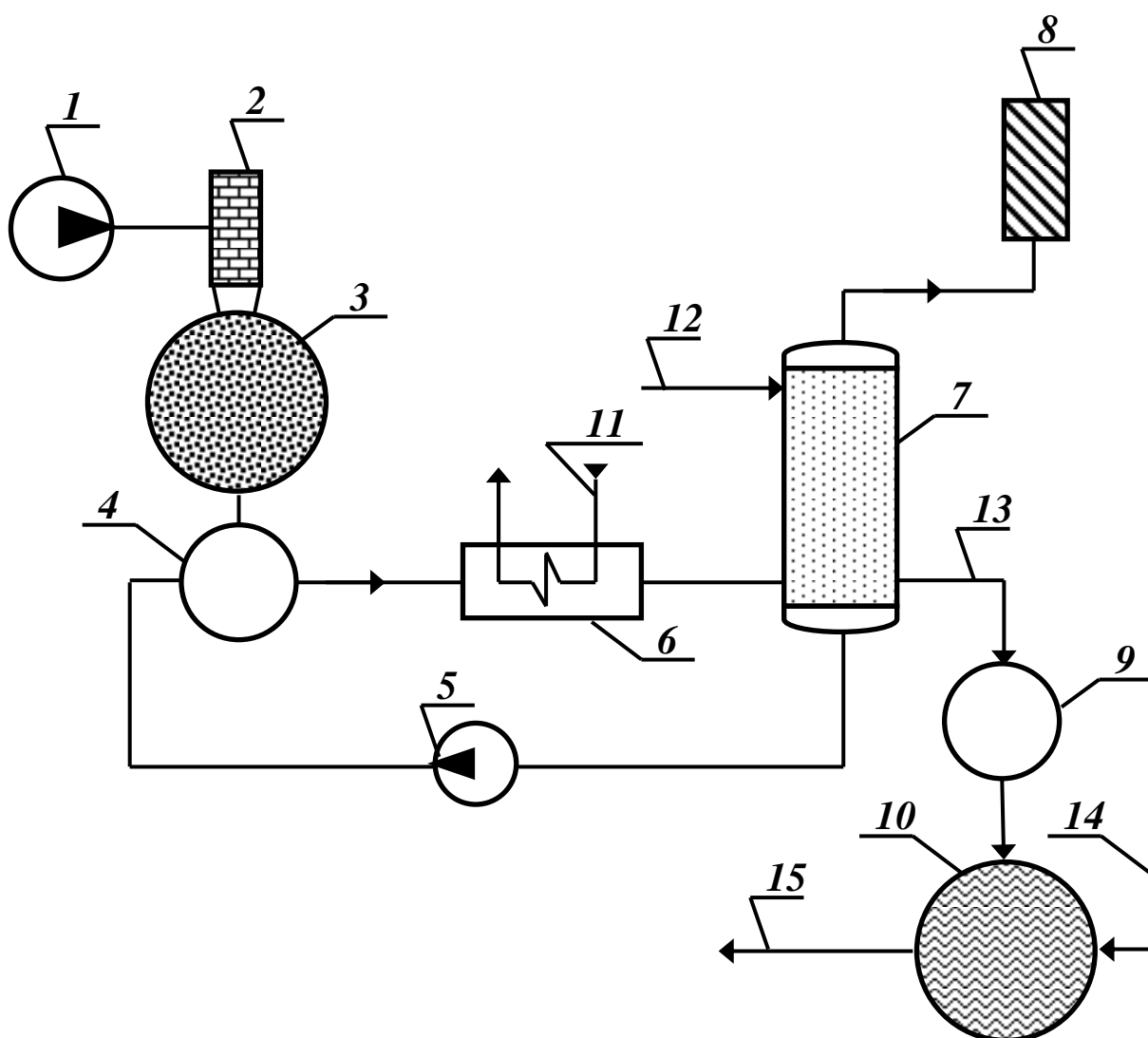


Рис. 8.5. Принципиальная схема установки для получения азотных удобрений:

1 – компрессор; 2 – плазмотрон; 3 – реактор; 4 – камера заковки; 5 – кислотный насос; 6 – теплообменник; 7 – абсорбер; 8 – санитарный фильтр; 9 – сборник

концентрированной кислоты; 10 – сборник разбавленной азотной кислоты; 11 – линия охлаждающей воды; 12 – линия воды; 13 – линия концентрированной азотной кислоты; 14 – линия воды (жидкости) на разбавление; 15 – линия разбавленной азотной кислоты

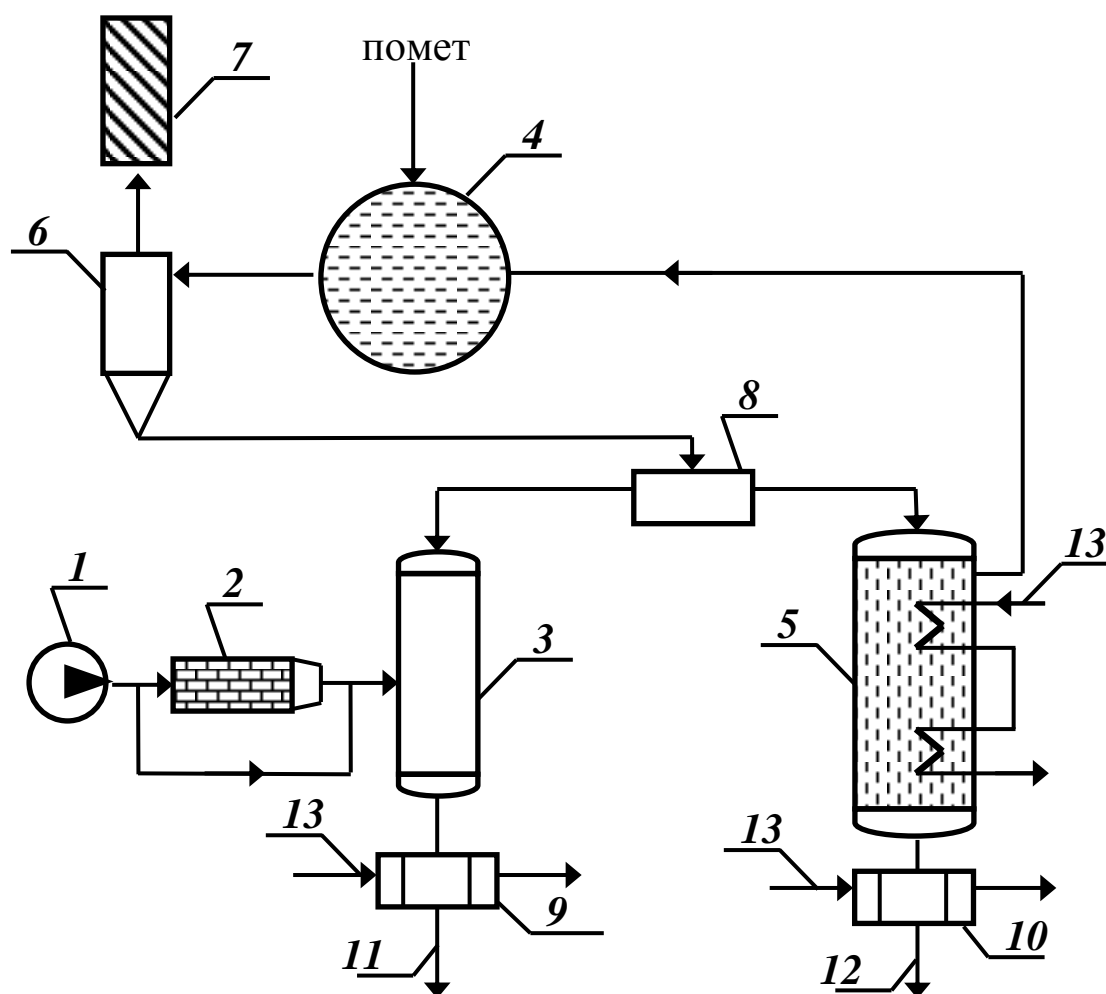


Рис. 8.6. Принципиальная схема установки получения органоминеральных удобрений из помета птиц:

1 – компрессор; 2 – плазмотрон; 3 – сушилка; 4 – реактор холодной переработки; 5 – реактор термохимической переработки; 6 – разделитель; 7 – санитарный фильтр; 8 – разделительное устройство; 9, 10 – теплообменники; 11 – твердое органоминеральное удобрение; 12 – жидкое органоминеральное удобрение; 13 – вода

Установка для получения азотных удобрений работает следующим образом. Сжатый воздух, подаваемый компрессором 1, нагревается в плазмотроне 2 до 2 000–5 000 °С. В плазмохимическом реакторе 3 происходит окисление атмосферного азота кислородом воздуха с образованием диоксида азота. Далее образовавшаяся газо-воздушная смесь с температурой

3 500 °С поступает в камеру закалки 4, где охлаждается циркулирующей кислотой, подаваемой насосом 5 до 100 °С. Выходящая из камеры закалки газожидкостная смесь охлаждается водой в теплообменнике 6, где одновременно протекают начальные стадии процессов образования диоксида азота и нитратного иона азотной кислоты. Оба процесса завершаются в абсорбере 7 с образованием концентрированной азотной кислоты. Оставшийся газ проходит очистку в аппарате 2 и сбрасывается в атмосферу. Продукционная азотная кислота с концентрацией 30–40 % поступает в сборник 9 и далее в сборник-разбавитель 10, в который подается так же осветленный сток из системы очистных сооружений птицефабрики (животноводческого комплекса). За счет контакта с кислотой сток обеззараживается, а разбавленная азотная кислота с концентрацией 4–5 % используется далее как жидкое азотное удобрение. Внесение в почву осуществлялось в дозах от 30 до 90 кг азота на гектар. Эффективность разбавленной азотной кислоты изучалась в сравнении с аммиачной селитрой.

Результаты полевых опытов показали, что по своему влиянию на урожайность зерновых культур разбавленная азотная кислота не уступает аммиачной селитре. Выяснилось также, что плазмохимическая азотная кислота по сравнению с химически чистой азотной кислотой более эффективное удобрение, поскольку содержит комплекс микроэлементов (медь, цинк, железо, марганец), попадающий в нее из-за эрозии электродов плазмотрона. Наличие микроэлементов позволило вовлечь дополнительно в питательную цепочку растений почвенный подвижный фосфор. Под влиянием плазменной азотной кислоты урожайность овса на солонцовых почвах повысилась на 50 % по отношению к не удобренному фону и на 15 % по отношению к аммиачной селитре.

Установка для получения органоминеральных удобрений из помета птицеводческих комплексов (см. рис. 8.6) работает следующим образом.

Сжатый воздух, подаваемый компрессором 1 нагревается в плазмотроне 2 до 1 000–4 000 °С. При этом часть атмосферного азота окисляется до монооксида азота. Полученный плазменный газ разбавляют холодным воздухом до 500 °С и подают в сушилку 3. Птичий помет с влажностью 75 % подают в реактор холодной переработки 4. Туда же поступает охлажденный в сушилке и реакторе термохимической переработки 5 нитрозный газ с температурой 40 °С. Выходящую из реактора 4 смесь разделяют в разделителе 6: газовую фазу через санитарный фильтр 7 сбрасывают в атмосферу, а полученный полупродукт через распределительное устройство 2 направляют на вторую стадию переработки. Твердая фаза направляется в сушилку 3 и далее через теплообменник 9 выводится как готовое сухое удобрение с влажностью 30 %. Жидкая фаза направляется в реактор 5, где происходят дальнейшие реакции окисления азота, связывания аммиака

помета и обеззараживания последнего за счет горячего нитрозного газа. Во всех реакторах и сушилке происходит поглощение пометом окислов азота и, соответственно, насыщение его азотной составляющей. Избыточное тепло отводится с помощью водяных теплообменников и может использоваться для обогрева зданий птицефабрики.

Таким образом, используя атмосферный воздух и электроэнергию, на выходе получается насыщенное азотом жидкое и сухое органоминеральное удобрение, тепловая энергия и обеззараженный помет.

Испытание полученных удобрений на опытных полях СО ВАСХНИЛ дали положительный результат.

В последнее время стала наблюдаться тенденция совместного решения экологических проблем с использованием промышленных технологий и отходов сельского хозяйства.

К ним относятся:

1. Использование лузги подсолнечника для получения нефтесорбентов.
2. Использование отходов обмолота гречихи, проса в качестве наполнителей при производстве изделий из полиэтилена.
3. Использование отходов кукурузы для производства биоразлагаемой тары и пластика.
4. Использование растительного сырья для получения этанола.
5. Обезвреживание биологически опасных отходов птицеводства и животноводства в печах мусоросжигательных заводов.
6. Применение кавитационных реакторов, мельниц для переработки сырья и сельхозотходов в продукцию с новыми качествами.

8.5. Автономное фермерское хозяйство

В 1980-е гг. в период «холодной войны» в США по заданию Пентагона ряд организаций разрабатывал проект «Структура автономного фермерского хозяйства, способного пережить (выжить) большой военный конфликт». В 1990-е гг. этот проект был рассекречен и часть его разработок появилась в России. Информация носила отрывочный характер, но общий контур проекта (его основная линия) стали понятными.

На рис. 8.7 схематично изображена основная структура этого проекта. Задача, которая была поставлена перед разработчиками, формулировалась следующим образом: «Разработать состав и рассчитать балансовые соотношения между объектами заданного фермерского хозяйства, находящегося в полной автономии в период и после большого военного конфликта». Основным условием этой задачи было то, что фермерское хозяйство полностью отрезано от внешнего мира (разрушены дороги, коммуника-

ции, города) и должно выживать, обеспечивая себя продуктами питания, тепловой и электрической энергией, водой в течение нескольких лет.

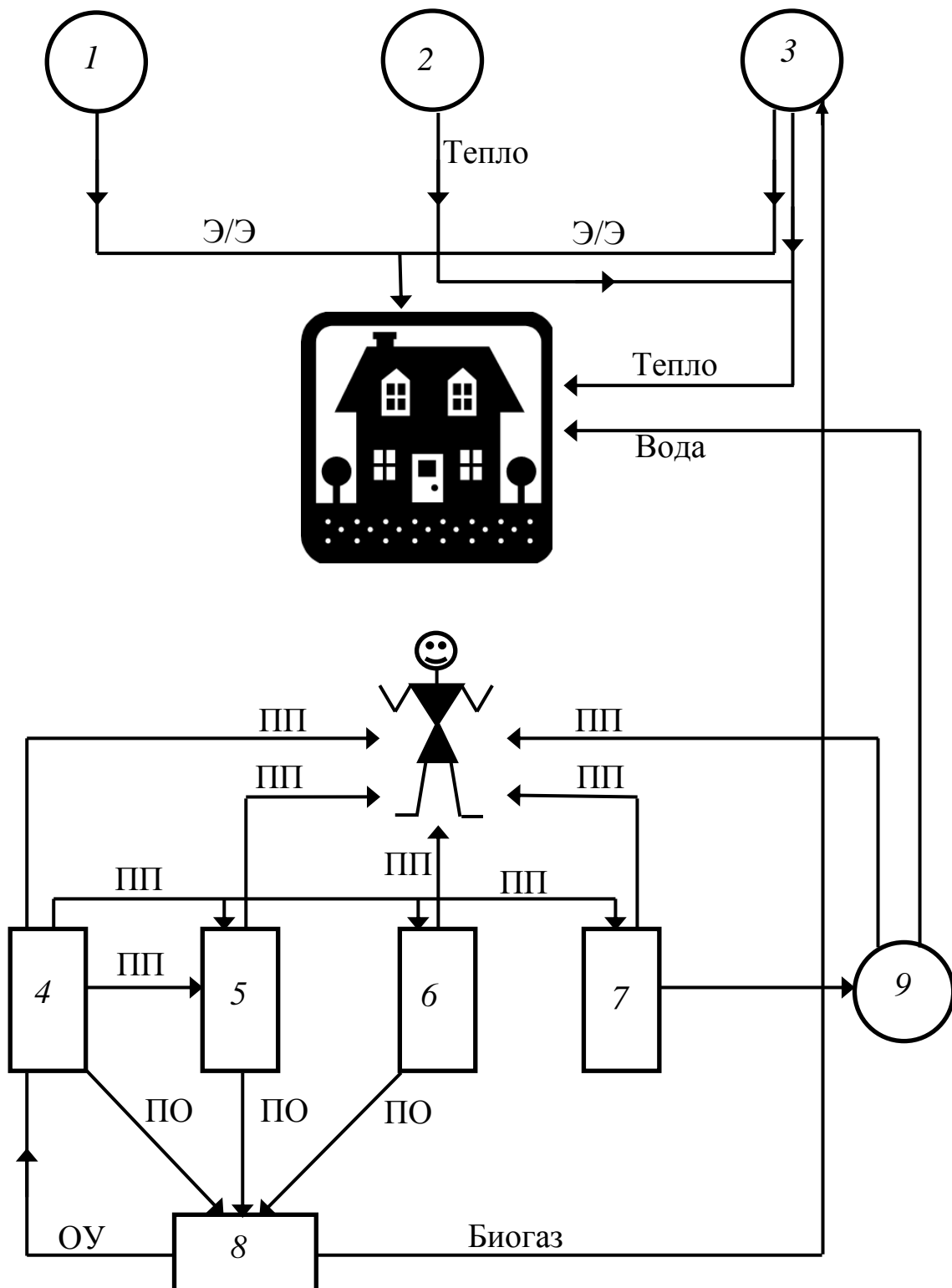


Рис. 8.7. Структура автономного фермерского хозяйства (США):

1 – ветряная энергетическая установка; 2 – солнечная энергетическая установка; 3 – биогазовая энергетическая установка; 4 – комплекс «поле – сад – огород»; 5 – животноводческая ферма; 6 – птицеферма; 7 – утиная ферма; 8 – производство компоста; 9 – пруд; ОУ – органические удобрения; ПП – производственный поток; ПО – поток отходов

При реализации такого проекта должны быть рассчитаны следующие параметры:

1) состав и величина площади под посевы зерновых культур при заданной урожайности для обеспечения полной питательной цепи крупнорогатого скота, свиней, кур, уток, семьи фермера;

2) состав и величина площади под выращивание плодовых и овощных культур;

3) необходимая численность крупного рогатого скота, свиней, кур, уток, рыбы.

4) балансовое соотношение в системе «утиная ферма – пруд» (количество уток, рыбы, водной растительности);

5) количество растительных и животноводческих отходов для оптимального функционирования компостной системы в расчете на производство необходимого объема органических удобрений и биогаза;

6) энергетический баланс по производству электрической и тепловой энергии на ветровой, солнечной и биогазовой установках из условия полного обеспечения жизнедеятельности фермерского хозяйства.

В проекте использовались: все новейшие (для того периода) технические устройства энергетических установок; сельхозмашины, работающие на электротяге и биогазе; компостные системы с использованием технологии вермикомпостирования (от vermes – червь).

Животноводческий комплекс включает в себя небольшое коневодческое отделение.

Опубликованные результаты этого проекта показали возможность создания и жизнеспособность такого фермерского хозяйства. Американскими специалистами был показан один из путей создания малоотходных самодостаточных сельскохозяйственных фермерских хозяйств. Идея проекта – поиск и составление оптимального соотношения различных сельскохозяйственных производств – вполне может использоваться и на российских просторах.

Библиографический список использованной литературы

1. Баженов В.И., Стыхин В.В. Современное технологическое обеспечение очистки сточных вод животноводческих комплексов // Экология и промышленность России. – 2009. – № 1. – С. 24–28.

2. Домашенко Ю.Е., Винникова Т.В. Косулина Т.П. Снижение негативного воздействия свиноводческих хозяйств на природные экосистемы // Экология и промышленность России. – 2009. – № 10. – С. 44–45.

3. Зубарева Г.И., Гуринович А.В., Филипьева А.Н. Глубокая очистка сточных вод птицеводческого предприятия // Экология и промышленность России. – 2009. – № 8. – С. 14–15.

4. Орлова О.В., Афанасьев В.Н., Архипченко И.А. Технология производства эффективных биоудобрений из птичьего помета, с помощью микробных инокулюмов // Экология и промышленность России. – 2009. – № 11. – С. 22–25.

5. Архипченко И.А., Рулкенс В. Микробные удобрения для земледелия и улучшения окружающей среды // Экология и промышленность России. – 2006. – № 3. – С. 4–7.

6. Дудников Ю.С., Жуков М.Ф., Кирюшин В.И., Купринов М.Ю., Малахов В.М. и др. Перспективы малотоннажной плазмохимической технологии производства азотной кислоты в качестве удобрений // Энерготехнологические процессы и аппараты химических производств: сборник научных трудов. – Новосибирск: Институт теплофизики СО АН, 1989. – С. 21–30.

7. Дудников Ю.С., Купринов М.Ю., Малахов В.М. Способ получения органоминеральных удобрений и установка для его осуществления // Патент РФ № 2004529. – М., 1993.

8. Гавриленков А.М., Матюценко И.Н. Проблемы утилизации карбонатсодержащих отходов свеклосахарного производства // Экология и промышленность России. – 2005. – № 5. – С. 18–19.

9. Зачиняев Я.В. Технология утилизации отходов коневодства и коннозаводства // Экология и промышленность России. – 2005. – № 5. – С. 34–35.

10. Долгих О.Г., Овчарова С.Н. Получение нефтесорбентов карбонизацией лузги подсолнечника // Экология и промышленность России. – 2009. – № 11. – С. 4–7.

11. Моисеев В.А., Андриенко В.Г., Зарогатский Л.П. Получение этанола из отходов растительного сырья // Твердые бытовые отходы. – 2008. – № 4. – С. 50–51.

12. Пономаренко А.А., Чельшева И.А., Панова Л.Г. Использование отходов сельского хозяйства при производстве изделий из полиэтилена // Экология и промышленность России. – 2006. – № 8. – С. 4–6.

13. Титов И.Н. Вермикультура: переработка органической фракции отходов // Твердые бытовые отходы. – 2008. – № 8. – С. 18–25.

Раздел 9

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ

СРЕДЫ В РОССИИ

9.1. Экономические механизмы и инструменты финансирования охраны природы

9.1.1. Общие принципы экономики охраны природы и природопользования

Под экономическими инструментами понимаются любые меры, направленные на уменьшение воздействия на окружающую среду, ведущие к перераспределению ресурсов между владельцем источника негативного воздействия и обществом или к непосредственному изменению относительных цен. К таким инструментам относятся

- сборы и налоги на выбросы, сбросы, размещение отходов;
- сборы и налоги за использование первичных и вторичных ресурсов;
- сборы и налоги на продукты (в том числе топливо);
- купля-продажа прав на выбросы;
- субсидии и иные формы финансовой помощи (в том числе полное или частичное финансирование реализации различных программ и отдельных мероприятий);
- другие меры экономического характера (возмещение ущерба, льготные кредиты, финансовые гарантии, административные сборы и т. д.).

Разберемся в данном вопросе более подробно – сначала, на примере международных подходов, а потом познакомимся с особенностями российской практики. Существуют разные мнения о том, кто должен финансировать охрану окружающей среды и откуда на это должны поступать средства. Одной из крайних точек зрения является представление о возможности исключительно рыночного регулирования охраны природы, при котором государство вообще не участвует в этой деятельности.

Эта теория предполагает, что владельцы и руководители предприятий, заботящиеся о здоровье своих работников (разумеется, не по причине излишнего человеколюбия, а в целях максимального использования их труда) и об экономии постоянно дорожающих ресурсов, принимают меры, обеспечивающие минимальное загрязнение природы и малоотходность производства. Однако, как показывает продолжительная мировая практика, при огромном значении собственных действий компаний, этого оказывается недостаточно для поддержания высоких стандартов состояния окружающей среды.

Главной причиной этого является то, что для полноценной охраны окружающей среды необходимо регулирование использования так назы-

ваемых *рыночных экстерналий* – общих ресурсов, не имеющих рыночной стоимости. К таким ресурсам относится чистый воздух, стабильный климат, способность биосферы перерабатывать отходы человеческой жизнедеятельности и т. д. Все люди, сообщества людей, промышленные и сельскохозяйственные предприятия используют эти ресурсы, а рыночной стоимости у них нет. До тех пор, пока эти ресурсы были в избытке, проблем не возникало, но в XX в. (а в наиболее экономически развитых странах – в XIX в.) их стало не хватать, следовательно, возникла необходимость регулировать их использование на государственном (а в самое последнее время – на межгосударственном) уровне.

Другая причина, по которой требуется активное участие государства в процессе сохранения природы, – это удаленное негативное воздействие на окружающую среду. Скажем, предприятие, загрязняющее атмосферный воздух или водный источник, может находиться на значительном расстоянии от той местности, где загрязнение оседает – подчас в другой стране. В результате возникает необходимость политического урегулирования подобных проблем, а это возможно лишь на государственном уровне.

Третья, хотя не для всех очевидная и не всегда выполняемая функция государства состоит в сбалансированном развитии регионов. Так, если исторически в каком-либо регионе сконцентрировано большое количество загрязняющих промышленных предприятий, в результате чего практически не осталось нетронутой природы, то для обеспечения притока туда чистого воздуха и воды неподалеку должен быть регион, в котором развитие промышленности сдерживается. При этом в *промышленно-недоразвитом* регионе тоже живут люди, которым требуются средства к существованию. В результате возникает необходимость *нерыночного* перераспределения ресурсов – как финансовых, так и природных. Примеры подобных отношений имеются, но они пока немногочисленны.

Существует несколько вариантов того, как государство должно собирать средства на осуществление природоохранной деятельности и как оно этими средствами распоряжается. Первый: государство включает затраты на охрану окружающей среды в систему безадресных налогов (подходный, на прибыль, на добавленную стоимость). Преимуществом такого подхода является простота сбора средств – не надо рассчитывать индивидуальные налоги, так как все налогоплательщики находятся в равных условиях. Однако, при этом нарушается принцип справедливости, поскольку все граждане и организации начинают платить одинаково, вне зависимости от их индивидуального воздействия на окружающую среду. Кроме того, подобная система налогообложения не создает стимулов к снижению негативного воздействия на окружающую среду, строительству очистных сооружений, внедрению малоотходных технологий. Наконец,

подобные налоги безадресные, – собранные в бюджет средства, могут тратиться на любые государственные задачи, вовсе не связанные с охраной природы.

Второй вариант: введение специального экологического налога на продукцию, при производстве, использовании или утилизации которой происходит негативное воздействие на окружающую среду. В отличие от безадресного налога, экологические налоги прямо связаны с воздействием на окружающую среду и позволяют установить прямую связь между уровнем этого воздействия и собираемыми средствами для финансирования мероприятий по его компенсации. Основной проблемой экологических налогов является сложность объективного расчета воздействия на окружающую среду, связанного с тем или иным видом продукции.

Поэтому в рыночной экономике чаще применяется третий вариант, когда собираются не экологические налоги, а экологические платежи по принципу «загрязнитель платит». Любое предприятие и физическое лицо, в процессе своей деятельности загрязняющее окружающую среду, должно тратить часть своих доходов на ее восстановление. Платежи за негативное воздействие на окружающую среду могут собираться в виде установленных фиксированных отчислений в зависимости от объема и характера воздействия, или путем аукционной торговли правами на негативное воздействие на окружающую среду, что в ряде случаев применяется в США.

Если платежи можно считать сдерживающими экономическими механизмами, то льготное налогообложение, преимущественный доступ к государственным гарантиям кредитования или прямое льготное кредитование государственными банками являются стимулирующими механизмами. Эти механизмы достаточно широко используются в мире – например, ни Международный Банк реконструкции и развития, ни Европейский Банк реконструкции и развития, являющиеся межгосударственными институтами, не предоставляют кредитов без тщательного изучения воздействия на окружающую среду предлагаемого проекта. В России стимулирующие механизмы практически не применялись, хотя статья 24 Закона «Об охране окружающей природной среды» прямо указывает на необходимость их внедрения.

9.1.2. Организация экологических платежей в России

В условиях общественной собственности на средства производства, теоретически существовавшей в бывшем СССР, применялась лишь система возмещения ущерба в исковом порядке при нарушении природоохранного законодательства. При этом взысканные средства накапливались

(консолидировались) в государственном бюджете, а затраты на охрану природы не зависели от объема собранных по искам средств.

Начиная с 1988 г. стали проводиться первые опыты создания и внедрения экономических механизмов охраны окружающей среды и рационального природопользования. В 1991 г. впервые начала действовать система сбора экологических платежей, в основу которой была положена плата за выбросы и сбросы загрязняющих веществ и размещение отходов. Принятый в конце 1991 г. Закон «Об охране окружающей природной среды» законодательно закрепил экологические платежи, а средства, собранные за негативное воздействие на окружающую среду, стали привлекаться в специализированные государственные внебюджетные экологические фонды.

Для обеспечения выполнения закона в части платы за загрязнение, было принято соответствующее постановление Правительства № 632 от 28.08.1992 г. «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия», которым были введены базовые нормативы платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду и размещение отходов. Оно вступило в действие с 1 января 1993 г. В том же году были приняты документы, регламентирующие сбор и расходование средств от поступающих платежей. Были установлены два вида базовых нормативов платы:

- за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов и другие виды вредного воздействия в пределах допустимых нормативов;
- за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов и другие виды вредного воздействия в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов).

Базовые нормативы платы устанавливаются для каждого загрязняющего вещества или его ингредиента, вида отходов или вредного воздействия с учетом степени их опасности для окружающей среды и здоровья населения.

Принятое на заре рыночных реформ базовое постановление, регулировавшее финансовые отношения, не пересматривалось до 2001 г. (лишь в 1994 г. в него было внесено уточняющее изменение). Постановление предписывало Минэкологии разработать совместно с Госсанэпиднадзором базовые нормативы платы за загрязнение и утвердить их по согласованию с субъектами Федерации, Минэкономики и Минфином. Минэкологии, Минэкономики и Минфин должны были установить предельные размеры платы за загрязнение с учетом особенностей различных отраслей экономики.

Было решено, что органы исполнительной власти субъектов Федерации могли устанавливать дифференцированные размеры платы за загрязнение на основе базовых нормативов, а также снижать размеры платы или даже освобождать от нее объекты социальной и культурной сферы и бюджетные организации. Основным смыслом данного механизма заключался в том, чтобы установить базовые нормативы, предусмотрев возможность применения к ним различных коэффициентов. В целом, созданная этим постановлением система была достаточно гибкой и позволяла применять понижающие коэффициенты как по отношению к целым отраслям (например, к жилищно-коммунальному хозяйству, постоянно получавшему дотации из бюджетов разных уровней), так и по отношению к отдельным, важным для регионов предприятиям.

Поскольку сбор экологических платежей стал делом новым, то пойти на поводу у радикально настроенных экологов и сразу назначить высокие ставки платежей за выбросы было бы психологической ошибкой. Поэтому составители основополагающих финансовых документов заложили очень низкую базовую ставку, которая, вскоре была съедена инфляцией. Каждый год производилась индексация платежей, но она не соответствовала реальным темпам инфляции. Кстати, российские ставки базовых платежей были очень малы не только по сравнению с наиболее развитыми странами, но даже в сравнении с ближайшими соседями. Скажем Украина, следуя за Польшей, сделала базовые величины отчислений достаточно высокими, а в Польше они примерно в 30 раз выше российских.

Утвержденный Постановлением порядок определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия предусматривал два вида платы – за загрязнение в пределах допустимых нормативов и за загрязнение в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов). Фактически же устанавливалось три вида платы, так как отдельно был оговорен порядок расчета платы за загрязнение сверх установленных лимитов. Идеология этих платежей была следующей:

- подразумевалось, что даже если все предприятия, организации и физические лица не будут допускать превышения допустимых нормативов, они все равно должны были оплачивать свое воздействие на окружающую среду;

- плата за каждый вид загрязнения и за каждый загрязняющий элемент устанавливалась дифференцированно;

- территориальные подразделения Минэкологии имели право устанавливать временные индивидуальные лимиты загрязнения для каждого предприятия, превышающие предельно допустимые нормативы с тем,

чтобы стимулировать внедрение очистных сооружений и прогрессивных технологий, а не просто обирать предприятия до их полного банкротства;

- предусматривалась возможность зачета экологических платежей в случае осуществления предприятиями природоохранных мероприятий (например, установки очистных сооружений);

- наказание за загрязнение сверх установленных лимитов было крайне серьезным – мало того, что к установленной для данного предприятия плате применялся пятикратный повышающий коэффициент, но, что для бизнеса было более важно, плата за загрязнение в пределах установленных лимитов засчитывалась в себестоимость продукции, тогда как плата за сверхлимитное загрязнение оплачивалась из прибыли.

Можно представить, какая нагрузка легла на Минэкологии и его правопреемников в части разработки и согласования огромного количества нормативных документов, устанавливающих размеры платы за загрязнение среды всеми возможными элементами. Очень многое было сделано, хотя далеко не все. Так, не были установлены базовые нормативы для загрязнения окружающей среды шумом, вибрацией, электромагнитными излучениями, хотя эти виды воздействия прямо указывались в тексте Постановления. Соответственно, плата за эти виды загрязнения не взималась.

К экологическим платежам можно отнести также штрафы и иски о возмещении ущерба, нанесенного в ходе экологических правонарушений, хотя эти виды взысканий регулируются другими законами – в первую очередь Кодексом об административных правонарушениях, Гражданским и Уголовным кодексами. Главное отличие этих платежей от платы за загрязнение заключается в том, что они налагаются в виде взысканий, а значит, не имеют регулярного характера. Кроме того, если платежи за загрязнение взыскивались в бесспорном порядке, то штрафы и иски требовали специального постановления или решения суда.

В период с 1991 по 2000 г. все экологические платежи поступали в экологические фонды разных уровней.

Дополнительно к перечисленным платежам в 1990-х гг. были введены платежи за использование природных ресурсов – забор воды, добычу полезных ископаемых, использование лесных ресурсов, земли и животного мира, которые иногда относят к экологическим платежам. На наш взгляд, они таковыми не являются, так как относятся к точно измеряемым ресурсам, вовлеченным в коммерческий оборот. Часть платежей за природные ресурсы аккумулировалась в специальных внебюджетных фондах – Фонде воспроизводства минерально-сырьевой базы и Федеральном фонде восстановления и охраны водных объектов. Основная часть средств Фонда воспроизводства минерально-сырьевой базы направлялась на финансирование геологических изысканий. Таким образом государство выделяло

определенную часть платежей за природные ресурсы (в данном случае 10 %) на поиск новых месторождений, которые затем выставлялись на тендеры и аукционы, обеспечивая дальнейший приток платежей. В свою очередь, средства Федерального фонда восстановления и охраны водных объектов направлялась на гидротехнические мероприятия, обеспечивающие возможность предоставлять больше воды для забора, за которую взималась плата.

9.1.3. Федеральное бюджетное финансирование охраны природы

Прежде чем перейти к анализу бюджетного финансирования охраны природы, нам представляется уместным совершить короткий экскурс в область расходной части бюджета. Расходные части всех ежегодно принимавшихся законов о федеральном бюджете имели сходную структуру.

Во-первых, средства распределялись по направлениям, или разделам – например, на образование, здравоохранение, содержание государственных органов власти. Каждый раздел бюджета имел подразделы. В соответствии с Законом «Об охране окружающей природной среды», начиная с 1992 г. в федеральном бюджете присутствует раздел «Охрана окружающей среды, природных ресурсов, гидрометеорология, геодезия и картография», включающий в себя подразделы «Водные ресурсы», «Лесные ресурсы», «Гидрометеорология», «Картография и геодезия» и собственно «Охрана окружающей природной среды». В разные годы подразделы назывались по-разному. Например, «Охрана окружающей природной среды» в начале и середине 1990-х гг. называлась «Заповедники, морские инспекции и инспекции аналитического контроля», а затем «Охрана окружающей природной среды, животного и растительного мира».

Во-вторых, приводилась *раскладка* по ведомствам с указанием, из каких разделов данному ведомству поступают средства. Например, Министерство финансов и Министерство обороны получали средства, в том числе, из раздела «Охрана окружающей среды и природных ресурсов». На основе распределения средств по органам исполнительной власти можно проследить динамику финансирования природоохранного ведомства.

В-третьих, отдельным списком шли федеральные целевые программы, в том числе экологической направленности. Каждая программа имела свой бюджет, но лишь с самого конца 1990-х гг. стало возможно более или менее точно определить, являлись ли средства, выделявшиеся по программам, дополнительными по отношению к расходам, предусмотренным основной частью бюджета, или они в них уже были учтены. Иногда в бюджете подраздела учитывались текущие затраты по той или иной програм-

ме, но не учитывались капитальные вложения, которые, таким образом, являлись дополнительными к суммам, указанным в бюджете подразделов.

В-четвертых, бюджеты включали в себя программы поддержки регионов, часть которых (во всяком случае – по названию) можно отнести к экологическим. Так, в 1997 г. выделялись средства на реализацию постановления Правительства РФ от 2 февраля 1996 г. № 90 «О мерах по улучшению использования производственного и природного потенциала Республики Коми».

Из сказанного выше становится ясно, что точно определить, сколько средств выделялось из федерального бюджета на охрану окружающей среды, невозможно. С одной стороны, часть средств учитывалась дважды или трижды (в соответствующем разделе, в целевых программах и в программах поддержки регионов). С другой – практически нереально определить, какая часть средств из, вроде бы экологических программ поддержки регионов, действительно шла на природоохранные цели.

Наконец, необходимо учитывать, что утвержденный бюджет в российской действительности далеко не всегда означает реальное выделение средств. В 1990-х гг. (особенно в первой их половине) бюджет, как правило, не исполнялся, доходов оказывалось меньше запланированного уровня – соответственно, расходных средств также выделялось значительно меньше.

Приведенные ниже цифровые данные и некоторые выводы их анализа взяты из книги В. Ларина, Р. Мнацакяна, И. Частина, Е. Шварца «Охрана природы России: от Горбачева до Путина» (Москва, 2003 г.). Анализ динамики утвержденного бюджетного финансирования по разделу «Охрана окружающей среды и природных ресурсов, гидрометеорология, картография и геодезия», федерального природоохранного ведомства и федеральных целевых программ (не затрагивая программы поддержки регионов) основывался на том, что эти показатели достаточно объективно отражают ситуацию.

Очевидно, что при огромной инфляции начала и середины 1990-х гг. анализировать бюджетное финансирование в рублях не имеет смысла. В связи с этим использовался такой показатель, как процент расходной части бюджета, направленной на охрану природы, а также эквивалент абсолютного значения в долларовом выражении.

В 1992–1999 гг. доля средств федерального бюджета, направленных на финансирование раздела «Охрана окружающей природной среды и природных ресурсов, гидрометеорология, картография и геодезия», составляла 0,5-0,6%, а после этого – 0,4–0,5 %, т. е. на 15–20 % меньше. При этом утвержденное финансирование, выраженное в долларах США, было наименьшим в 1999–2001 г. – период наибольшего экономического роста. Кстати, обратил на себя внимание такой факт: несмотря на все экономиче-

ские трудности, правительство предложило, а Госдума утвердила наибольший долларовый бюджет природоохранного блока в 1994 г. Как отмечалось выше, данный раздел бюджета включает несколько подразделов, причем более половины финансирования всегда предназначалось подразделу «Лесные ресурсы» (см. табл. 9.1), а вместе с подразделом «Гидрометеорология» их доля в данном разделе бюджета колебалась от 71 % в 1997 г. до 83 % в 1994 г. Надо отметить, что наблюдается отчетливая связь между общим финансированием раздела и этими двумя самыми «богатыми» подразделами (коэффициенты корреляции составляют 0,99 для лесных ресурсов и 0,98 для гидрометеорологии). В то же время, практически отсутствует зависимость между общим финансированием раздела и бюджетами подразделов «Водные ресурсы» и «Охрана окружающей природной среды» (коэффициенты корреляции составляют, соответственно, 0,5 и 0,4), динамика утвержденных бюджетов которых менялась практически синхронно (коэффициент корреляции 0,9).

Таблица 9.1

Утвержденное финансирование из федерального бюджета по подразделам раздела «Охрана окружающей природной среды и природных ресурсов, гидрометеорология, картография и геодезия», в млн. долларов США

Подразделы	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Охрана окружающей природной среды и природных ресурсов, гидрометеорология, картография и геодезия	496,17	290,07	415,92	468,55	302,36	117,81	132,89	163,65	311,29	345,74
Водные ресурсы	12,99	14,97	17,90	19,92	18,08	6,15	6,59	11,52	21,56	33,30
Лесные ресурсы	317,94	163,98	247,81	260,49	196,79	76,11	83,55	92,05	193,83	202,36
Охрана окружающей природной среды	12,22	6,56	10,13	13,12	6,83	4,28	4,65	13,85	18,52	29,92
Гидрометеорология	92,66	60,94	77,62	74,30	48,80	19,60	24,91	29,59	55,82	59,04
Картография и геодезия	59,11	43,54	62,46	55,00	31,85	11,67	13,19	16,64	21,56	21,12

Другими словами, снижение финансирования по разделу вовсе не обязательно означало снижение затрат по природоохранному подразделу. В целом с 1992 по 2003 год можно отметить тенденцию общего снижения

финансирования подразделов «Лесные ресурсы», «Гидрометеорология», «Картография и геодезия» при увеличении финансирования подразделов «Охрана окружающей природной среды» и «Водные ресурсы». В 1995 и 1999 гг. по всем подразделам наблюдались провалы в утвержденном финансировании, выраженном в долларовом эквиваленте (в последнем случае это явно объясняется дефолтом 1998 г., вызвавшим резкое падение курса рубля к доллару). Если рассматривать утвержденное финансирование в процентах от расходной части бюджета, то наиболее резкое сокращение финансирования приходится на 2001 г.

Финансирование подраздела «Охрана окружающей природной среды» в 1994–2000 гг. колебалось в пределах от 4 до 12 млн. долларов США в год, что составляло 0,01–0,02 % расходной части утвержденного федерального бюджета. На практике финансирование природоохранного блока всегда оказывалось больше тех средств, что составляли бюджет подраздела – за счет выделения средств по другим разделам (например, «Государственное управление» или «Образование»). Объемы утвержденного финансирования ведомства колебались значительно сильнее, чем по профильному подразделу, – от 20 до 60 млн. долларов США в год.

Для сравнения, бюджет Агентства по окружающей среде США (Environmental Protection Agency) в 1999 г. составил 19 млрд. долларов, а Госкомэкологии России – 22 млн. долларов (в 864 раза меньше). Достаточно бледно выглядело финансирование природоохранного ведомства и по сравнению с ресурсными структурами.

Отчетливо прослеживается падение финансирования в 1997–1998 годах, как следствие реорганизации министерства в Госкомитет в 1996 г. Министерству выделялось от 0,04 до 0,09 % расходной части бюджета, хотя, по словам самого экс-министра, согласно первоначальным договоренностям в правительстве, на деятельность министерства охраны природы должно было выделяться 0,8 % валового национального продукта (ВНП). Хотя даже этих средств было недостаточно – с учетом накопившихся экологических проблем требовалось не менее 2 % ВНП для стабилизации ситуации и перелома негативных тенденций – реально выделялось еще меньше – 0,4–0,6 %.

Данные о реальном финансировании, приводимые в Государственных докладах о состоянии окружающей среды в Российской Федерации за 1994–2000 гг., отличаются от сумм, указанных в законах о бюджетах. Вероятно, это происходило за счет разных систем учета, о которых говорилось выше. Как правило, приводимые в госдокладах суммы, оказывались на 30–40 % меньше указанных в законах о бюджете. До сих пор мы говорили об утвержденных в бюджетах средствах, но в госдокладах есть све-

дения о том, что и эти довольно скудные деньги выделялись не в полном объеме. Так, в 1996 г. Минфин перевел 91 % от утвержденного бюджета, в 1997 г. – 99 %, в 1998 г. – 87 %. С 1999 г. бюджет строго выполнялся.

В госдокладах приводятся объемы всего природоохранного финансирования с учетом средств, выделявшихся предприятиями. Эти суммы значительно превышали все федеральное финансирование. По данным составителей госдоклада, в 1995 г. эти затраты составили 9,3 млрд. долларов при бюджете министерства 24 млн. долларов в 1997 г.:

- 1,8 млрд. долларов при бюджете Госкомитета, составлявшем около 50 млн. долларов, в 1998 г.;

- 1,2 млрд. долларов при бюджете Госкомитета около 30 млн. долларов, в 1999 г. – около 640 млн. долларов при бюджете комитета 22 миллиона.

Следует отметить, что вся эта система действовала до 17 мая 2000 г., после чего началось разрушение созданной структуры сбора экологических платежей. Предполагалось, что вместо действовавшей системы экологических платежей в Налоговый кодекс будет введено понятие «экологический налог». В 2001 г. его предполагалось конкретизировать и включить во вторую часть кодекса. Сделано этого не было, в результате чего действовавшую в России систему сбора экологических платежей можно считать разрушенной правительством того периода.

9.1.4. Федеральные экологические программы

Важным источником дополнительного финансирования охраны окружающей среды в 1990-е гг. были национальные программы экологической направленности, довольно подробный обзор которых был подготовлен Национальным информационным агентством «Природные ресурсы». Финансировавшиеся федеральные программы выделялись отдельными строками в законах о федеральном бюджете. Часть затрат по этим программам финансировалась сверх утвержденного финансирования по подразделу «Охрана окружающей природной среды». Как правило, через программы получались дополнительные средства на капитальные вложения (строительство и т. п.) и научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), а текущие расходы (в первую очередь, зарплата) финансировались за счет основного бюджета.

Федеральные программы утверждались постановлениями правительства по предложениям министерств и ведомств, а также органов исполнительной власти субъектов Федерации. Однако для реального открытия финансирования этого было недостаточно. Важно было, чтобы программа попала в перечень федеральных программ, финансируемых из федерального бюджета в соответствующем году. Такие перечни готовило Мини-

стерство экономики. Естественно, что не все программы получали финансирование – успех зависел от профессионализма ведомственных и региональных лоббистов. Объем финансирования попавших в перечень программ определяло Министерство финансов, где, как правило, тоже шло сокращение финансирования по сравнению с утвержденным постановлением правительства, но хотя бы какое-то финансирование получали все программы из перечня.

«Известно, что в России существует огромное количество экологических проблем – как региональных, так и общероссийских. Задачей управления экологических программ, мониторинга и анализа состояния окружающей среды было идентифицировать эти проблемы и определять их статус – региональный или общероссийский (федеральный). Программы создавались как по общим проблемам (загрязнение окружающей среды ртутью, свинцом, диоксинами, стойкими органическими соединениями), так и по неблагоприятным, проблемным регионам и городам.

После того как очередная экологическая программа была разработана, мы прилагали усилия для придания ей федерального статуса. Следует отметить, что придание программе федерального статуса практически не приносило для ее реализации дополнительных средств из госбюджета. Согласно существовавшему положению, на реализацию федеральных программ из федерального бюджета не могло быть выделено более 15 % от требуемой суммы. Реально в каждом годовом бюджете предусматривалось гораздо меньше средств – не более 5–6 %, а выделялось примерно 0,5 % (согласно сведениям других экспертов – от 0,2 до 1,5 %).

Несмотря на столь скудное бюджетное финансирование экологических программ, возможности поиска средств для их реализации существенно расширялись после придания им федерального статуса. Одним из основных источников финансирования федеральных экологических программ был федеральный экологический фонд (ФЭФ). Не было ни одной программы, которая из этого источника не получила бы вполне серьезной поддержки.

Другим источником финансирования являлись местные средства, причем на региональные экологические программы из местных источников удавалось получить многократно меньшие суммы, чем на программы, получившие статус федеральных. Придание проблеме *федерального статуса* радикально меняло отношение к ней чиновников, бизнесменов и других людей. Поэтому вполне понятны усилия, предпринимавшиеся сотрудниками Госкомприроды для придания наиболее значимым экологическим проблемам статуса федеральных экологических программ. В результате, несмотря на символичность получаемых из федерального бюджета средств, увеличивались возможности поиска ресурсов в самом регионе,

терпящем экологическое бедствие» (В. Данилов-Данильян, интервью эскиминистра охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 2001 г.).

Ниже приводится краткое описание основных программ в области охраны окружающей среды и финансирование капитальных вложений и НИОКР (по законам о федеральных бюджетах Российской Федерации, www.budgetrf.ru; данные о среднегодовых курсах доллара взяты с Интернет-сайта Центробанка России www.cbr.ru).

1. Федеральная целевая научно-техническая программа на 1996–2000 годы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения»

Приоритетное направление «Экология и рациональное природопользование». *Цели и основные задачи* – получение исходных данных и ограничений экологического и природно-ресурсного характера, необходимых для принятия стратегических решений в задачах государственного развития и рационального природопользования в России; определение допустимых и запрещенных воздействий на биосферу и ее подсистемы как в глобальном, так и в региональном масштабах; обоснование рекомендаций по ограничениям на использование энергетических, минеральных и биологических ресурсов; разработка предложений по механизмам хозяйственной деятельности; учет природных факторов в социальной, правовой и экологической политике, которые позволили бы обеспечить выживание, безопасное проживание и улучшение качества жизни населения России. Данных о финансировании этого направления нет.

Подпрограмма «Глобальные изменения природной среды и климата».

Цель – разработка научно-обоснованных прогнозов глобальных изменений природной среды и климата, их последствий и методов мониторинга, системы мероприятий по уменьшению негативного воздействия глобальных изменений природной среды и климата на экономику и человека, снижения влияния народнохозяйственной деятельности на природную среду и климат.

Особое внимание уделялось исследованию тех аспектов происходящих в окружающей среде изменений, которые специфичны для России, но имеют планетарное значение. Среди них: исследования роли Арктики, вечной мерзлоты, лесных и болотных систем умеренной зоны и тундры в глобальных циклах углерода и метана как основных парниковых газов.

В 1999 г. выделено из федерального бюджета 8,49 млн. руб. (344 тыс. долларов США).

Подпрограмма «Биологическое разнообразие».

Цель – оценка состояния биологического разнообразия на территории России; выявление факторов его динамики; определение биосферных и эко-

системных функций биоразнообразия; разработка научных, методических технологических и нормативно-законодательных основ сохранения, восстановления и рационального использования биологического разнообразия.

Подпрограмма является научной основой выполнения Российской Федерацией обязательств по Международной конвенции о сохранении биологического разнообразия.

2. Комплексная федеральная программа по обеспечению охраны озера Байкал и рационального использования природных ресурсов его бассейна («Байкал»).

Цели и задачи – оптимизация взаимоотношений между человеком и природой, направленных на эффективное воспроизводство природных ресурсов, улучшение состояния окружающей среды и воспроизводство уникальных экологических систем оз. Байкал. Программа направлена на решение важнейших региональных проблем, концентрацию сил и средств, согласование деятельности большого числа предприятий и организаций, расположенных как в бассейне оз. Байкал, так и за его пределами. Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1996 г. – 16,8 млрд. руб. (3 300 тыс. долларов США);
- 1997 г. – 12 млрд. руб. (2 070 тыс. долларов США);
- 1998 г. – 5,53 млн. руб. (570 тыс. долларов США);
- 1999 г. – 6,85 млн. руб. (278 тыс. долларов США);
- 2000 г. – 8,251 млн. руб. (293 тыс. долларов США);
- 2001 г. – 36,751 млн. руб. (1 260 тыс. долларов США).

3. Федеральная целевая программа «Оздоровление экологической обстановки и населения Оренбургской области в 1996–2000 годах».

Цели и задачи – снижение уровня негативного воздействия промышленности и сельского хозяйства на окружающую среду и здоровье населения. Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1998 г. – 4,06 млн. руб. (418 тыс. долларов США);
- 1999 г. – 5, 93 млн. руб. (241 тыс. долларов США);
- 2000 г. – 18,602 млн. руб. (661 тыс. долларов США);
- 2001 г. – 1,402 млн. руб. (48 тыс. долларов США).

4. Федеральная целевая программа «Социально-экологическая реабилитация территории Самарской области и охрана здоровья ее населения» (1997–2010 гг.).

Цель – коренное улучшение состояния окружающей среды, восстановления и предотвращения деградации природных комплексов, охрана здоровья населения и создание условий, обеспечивающих повышение качества и увеличение продолжительности жизни.

Задачи – улучшение состояния и рационализация использования водных ресурсов, улучшение состояния атмосферного воздуха, улучшение

состояния и рационализация использования земельных ресурсов, улучшение состояния и условий жизни населения, улучшение состояния природы Самарской области.

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1998 г. – 6,02 млн. руб. (621 тыс. долларов США);
- 1999 г. – 8,92 млн. руб. (362 тыс. долларов США);
- 2000 г. – 7,049 млн. руб. (251 тыс. долларов США);
- 2001 г. – 7,65 млн. руб. (262 тыс. долларов США).

5. Федеральная целевая программа «Социально-экологическая реабилитация территории и охрана здоровья населения города Чапаевска Самарской области» (1997–2010 гг.).

Цели и задачи – доведение социально-экологической ситуации в г. Чапаевск до нормального уровня; улучшение состояния и использования земель, водных ресурсов; улучшение состояния атмосферного воздуха; улучшение условий проживания и здоровья населения.

Утвержденное финансирование из федерального бюджета: 1997 г. 3 млрд. руб. (519 тыс. долларов США). Кроме того, еще 4,6 млрд. рублей (795 тыс. долларов США) было направлено на программу за счет целевых средств для оказания финансовой поддержки регионам.

- 1998 г. – 3 млн. руб. (310 тыс. долларов США);
- 1999 г. – 1,8 млн. руб. (73 тыс. долларов США);
- 2000 г. – 2,8 млн. руб. (100 тыс. долларов США);
- 2001 г. – 1,8 млн. руб. (62 тыс. долларов США).

6. Федеральная целевая программа «Неотложные меры по улучшению состояния окружающей среды, санитарно-эпидемиологической обстановки и здоровья населения г. Братска Иркутской области» (1994–2000 гг.).

Цель – сокращение объемов вредных выбросов и сбросов промышленными предприятиями, снижение роста заболеваемости населения, связанного с загрязнением окружающей среды.

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1995 г. – 5,3 млрд. руб. (1,2 млн. долларов США);
- 1996 г. – 7,4 млрд. руб. (1,4 млн. долларов США);
- 1997 г. – 7,0 млрд. руб. (1,2 млн. долларов США);
- 1998 г. – 6,1 млн. руб. (630 тыс. долларов США);
- 1999 г. – 0,6 млн. руб. (24 тыс. долларов США);
- 2000 г. – 0,5 млн. руб. (18 тыс. долларов США).

7. Федеральная целевая программа по оздоровлению окружающей среды и населения г. Нижний Тагил Свердловской области на период до 2000 г.

Основные задачи – снижение уровня негативного антропогенного воздействия на окружающую природную среду за счет ограничения мощности ведущих промышленных предприятий, вывод из эксплуатации устаревших производств, перепрофилирование (в том числе в результате конверсии) отдельных предприятий, цехов и участков, осуществление комплекса природоохранных мероприятий на предприятиях, в городском хозяйстве и на территории города, широкое развитие мер по медицинской реабилитации и оздоровлению населения.

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1996 г. – 10,3 млрд. руб. (2 млн. долларов США);
- 1997 г. – 10 млрд. руб. (1,7 млн. долларов США);
- 1998 г. – 9,2 млн. руб. (949 тыс. долларов США);
- 1999 г. – 1,3 млн. руб. (52 тыс. долларов США);
- 2000 г. – 4,3 млн. руб. (153 тыс. долларов США);
- 2001 г. – 10 млн. руб. (343 тыс. долларов США).

8. Федеральная целевая программа «Оздоровление окружающей среды и населения г. Череповца» на 1997–2010 гг.

Цели и задачи – снижение уровня загрязнения окружающей среды и негативного воздействия предприятий металлургической и химической отраслей промышленности на окружающую среду и на здоровье населения.

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1998 г. – 3 млн. руб. (310 тыс. долларов США);
- 1999 г. – 7 млн. руб. (284 тыс. долларов США);
- 2000 г. – 12,0 млн. руб. (427 тыс. долларов США);
- 2001 г. – 11 млн. руб. (377 тыс. долларов США).

9. Федеральная целевая программа «Оздоровление экологической обстановки на реке Волге и ее притоках, восстановление и прекращение деградации природных комплексов Волжского бассейна на период до 2010 года» (Программа «Возрождение Волги»).

Цели и задачи – улучшение экологической обстановки и сохранение природных комплексов Волжского бассейна для обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности населения путем поэтапного перехода к энерго-, ресурсосберегающим и малоотходным технологическим циклам.

В результате реализации мероприятий программы будет достигнуто улучшение экологической обстановки в регионе, прежде всего качества воды, атмосферного воздуха и почв, что позволит улучшить условия жизнеобеспечения населения региона.

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1997 г. – 80 млрд. руб. (13,8 млн. долларов США);
- 1998 г. – 42,59 млн. руб. (4,4 млн. долларов США);

- 1999 г. – 15,12 млн. руб. (613 тыс. долларов США);
- 2000 г. – 79,426 млн. руб. (2,8 млн. долларов США);
- 2001 г. – 99,225 млн. руб. (3,4 млн. долларов США).

10. Программа «Охрана лесов от пожаров» (1993–1997 гг.) и Федеральная целевая программа «Охрана лесов от пожаров» на 1999–2005 гг.

Основные цели – повышение эффективности противопожарной охраны лесного фонда и не входящих в лесной фонд лесов путем осуществления комплекса организационно-технических мер совершенствования экономической и правовой базы, улучшения научно-технического обеспечения охраны лесов.

Ожидаемые результаты – сокращение убытков, причиняемых лесными пожарами лесному хозяйству и экономике страны, сохранение биологического разнообразия лесных экосистем, повышение их экологического и ресурсного потенциала.

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1995 г. – 52,83 млрд. руб. (11,6 млн. долларов США);
- 1996 г. – 88,74 млрд. руб. (17,3 млн. долларов США);
- 1997 г. – 101,88 млрд. руб. (17,6 млн. долларов США);
- 1998 г. – 93 млн. руб. (9,6 млн. долларов США);
- 1999 г. – 80 млн. руб. (3,2 млн. долларов США);
- 2000 г. – 118,5 млн. руб. (4,2 млн. долларов США);
- 2001 г. – 105,5 млн. руб. (3,6 млн. долларов США).

11. Федеральная целевая программа «Сохранение амурского тигра».

Цели и задачи – сохранить на территории России жизнеспособную популяцию амурского тигра, обеспечить ее охрану от браконьеров, сохранить от разрушения среду обитания амурского тигра, поддерживать в природе необходимую численность диких копытных животных, создать сеть специализированных особо охраняемых природных территорий.

Ожидаемые результаты – создание условий для гарантированного сохранения полноценной популяции амурского тигра.

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1999 г. – 1 млн. руб. (41 тыс. долларов США);
- 2000 г. – 1 млн. руб. (34 тыс. долларов США).

Эта программа, несмотря на то, что она была утверждена в 1997 г., в 1998–1999 гг. она не попадала в перечень программ, финансируемых из федерального бюджета, поскольку, по мнению Министерства экономики, была слишком узконаправленной. В свою очередь, Министерство финансов не могло выделить финансирование без внесения программы в перечень. Основную часть средств для реализации программы с самого начала

предполагалась привлекать из внебюджетных, в первую очередь международных источников, а федеральное финансирование предполагалось минимальным. Международным организациям, полностью выполнявшим свою часть финансирования, крайне важно было показать, что Россия также заинтересована в его сохранении и хотя бы символически в нем финансово участвует. После назначения правительства под председательством Е.М. Примакова, его заместителем, курировавшим, в том числе, охрану природы был назначен Г.В. Кулик. Отчаявшись изменить точку зрения Министерства экономики, Всемирный фонд дикой природы (WWF) обратился напрямую к Г.В. Кулику с просьбой провести совещание и положительно решить вопрос о финансировании программы. К всеобщему удивлению (в первую очередь сотрудников Госкомэкологии и Миэкономики), совещание было созвано в двухнедельный срок, и на него был приглашен с докладом директор Всемирного фонда дикой природы (WWF). Несмотря на то, что совещание проходило в декабре, когда проект бюджета уже давно находился на утверждении в Государственной Думе, проблема выделения денег была сразу же решена вице-премьером. Примечательно, что Минэкономики, курировавшееся другим заместителем Е.М. Примакова, так и не внесло программу в перечень, но Минфин, опираясь на протокольное решение совещания у Г.В. Кулика исправно выделяло средства с 1999 г.

12. Федеральная целевая программа «Предотвращение опасных изменений климата и их отрицательных последствий».

Цели и задачи:

- уменьшение ущерба от опасных изменений климата;
- обеспечение выполнения международных обязательств Российской Федерации по рамочной конвенции ООН об изменении климата;
- обеспечение органов исполнительной власти Российской Федерации информацией о текущих и прогнозируемых изменениях климата и их последствиях;
- создание научно-технической и нормативно-правовой баз по предотвращению опасных изменений климата и адаптации развития экономики России к изменениям климата.

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1998 г. – 5,02 млн. руб. (518 тыс. долларов США);
- 1999 г. – 4,24 млн. руб. (172 тыс. долларов США);
- 2000 г. – 4,834 млн. руб. (172 тыс. долларов США);
- 2001 г. – 4,834 млн. руб. (166 тыс. долларов США).

13. Федеральная целевая программа «Государственная поддержка государственных природных заповедников и национальных парков» (на период до 2000 г.).

Цели и задачи – развитие существующей сети государственных природных заповедников и национальных парков, сохранение типичных и уникальных природных ландшафтов, охрана объектов природного и культурного наследия на территориях государственных природных заповедников и национальных парков, усиление социальной защищенности работников государственных природных заповедников и национальных парков.

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1996 г. – 14,1 млрд. руб. (2,6 млн. долларов США);
- 1997 г. – 12,9 млрд. руб. (2,2 млн. долларов США);
- 1998 г. – 18,7 млн. руб.»(1,9 млн. долларов США);
- 1999 г. – 2,8 млн. руб. (114 тыс. долларов США);
- 2000 г. – 3,202 млн. руб.(469 тыс. долларов США).

14. Федеральная целевая программа «Защита окружающей природной среды и населения от диоксинов и диоксиноподобных токсикантов на 1996–1997 гг.».

Цели и задачи:

- сокращение техногенного загрязнения природной среды диоксинами и диоксиноподобными токсикантами и минимизация их вредного воздействия на здоровье населения на территории Российской Федерации;
- разработка правовых, экономических и организационных мероприятий по защите окружающей природной среды и населения Российской Федерации от диоксинов;
- создание в Российской Федерации государственного банка данных по содержанию диоксинов в объектах окружающей среды, продуктах питания, кормах, промышленной продукции и отходах производства;
- проведение локального экологического и гигиенического мониторинга, инвентаризация диоксиновых технологий и производства;
- санитарно-гигиеническая и медико-биологическая оценка состояния окружающей среды и здоровья человека в регионах, загрязненных диоксинами и диоксиноподобными токсикантами;
- разработка и создание системы социально-медицинских мероприятий по диагностике, профилактике и реабилитации здоровья населения;
- разработка гигиенических и экологических нормативов содержания диоксинов и фуранов в различных объектах окружающей природной среды, промышленной продукции, отходах производства и потребления, питьевой воде, продуктах питания и кормах;
- нейтрализация диоксинов и ограничение их распространения в окружающей среде.

15. Федеральная целевая программа «Снижение уровня облучения населения России и производственного персонала от природных радиоактивных источников» на 1994–1996 гг. (Программа «Радон»).

Цель – предотвращение техногенного загрязнения окружающей среды природными радионуклидами и минимизация их вредного воздействия на здоровье населения на территории Российской Федерации

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1995 г. – 1 млрд. руб. (24 тыс. долларов США);

- 1996 г. – 0,15 млрд. руб. (29 тыс. долларов США).

16. Федеральная целевая программа «Создание единой государственной автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (ЕГАСКРО)»

Цели:

- совершенствование государственного контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации;

- оперативное обеспечение органов государственной власти Российской Федерации и ее субъектов, других пользователей и населения достоверной информацией о состоянии радиационной обстановки, фактах, характере и масштабах ее ухудшения, а также прогнозами в этой области;

- информационное обеспечение российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях в части, касающейся радиационной обстановки;

- информационная поддержка действий федеральных органов исполнительной власти по обеспечению радиационной безопасности населения страны, защиты окружающей природной среды и устойчивости функционирования промышленного и аграрного комплексов при возникновении радиационных аварий и связанных с ними чрезвычайных ситуаций.

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1997 г. – 7 млрд. руб. (1,2 млн. долларов США);

- 1998 г. – 7,56 млн. руб. (780 тыс. долларов США);

- 1999 г. – 6,16 млн. руб. (250 тыс. долларов США);

- 2000 г. – 5,742 млн. руб. (204 тыс. долларов США);

- 2001 г. – 4,742 млн. руб. (163 тыс. долларов США).

17. Федеральная целевая программа «Отходы»

Цели и задачи:

- концентрация финансовых, материально-технических и других ресурсов, интеграция производственного и научного потенциала для решения проблемы обращения с отходами;

- создание нормативной и технологической баз для реализации единой государственной политики в сфере обращения с отходами на всех уровнях управления;

- экономия природных ресурсов за счет максимального вовлечения отходов в хозяйственный оборот;

- организация и обеспечение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, направленных на создание перспективных ресурсосберегающих и малоотходных технологий, эффективных средств и методов переработки и обезвреживания отходов;

- создание системы управления обращением с отходами, построенной на основе организационно-управленческих, правовых, нормативных, экономических, информационных и контрольных регуляторов;

- реализация пилотных проектов по переработке и обезвреживанию отдельных видов отходов для последующего их тиражирования в целях решения проблемы накопленных в стране отходов.

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1998 г. – 11,8 млн. руб. (1,2 млн. долларов США);

- 1999 г. – 12,56 млн. руб. (510 тыс. долларов США);

- 2000 г. – 9,188 млн. руб. (327 тыс. долларов США);

- 2001 г. – 11,188 млн. руб. (384 тыс. долларов США).

18. Федеральная целевая программа «Оздоровление экологической обстановки и охраны здоровья населения Тульской области» (1993–1998 гг. и на период до 2005 г.).

Цели и задачи:

- разработка нормативно-правовой основы рационального природопользования и социальной защиты населения от воздействия неблагоприятных экологических факторов;

- организация системного контроля за состоянием здоровья населения и среды его обитания;

- отработка технологии хранения, утилизации и переработки промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов;

- выбор и внедрение прогрессивных технологий по модернизации морально и физически устаревших производств, внедрение высокоэффективных методов обезвреживания сточных вод и выбросов в атмосферу;

- отработка методов диагностики заболеваний, возникающих вследствие воздействия неблагоприятных экологических факторов;

- разработка рациональных методов сохранения и восстановления природных ресурсов;

- обеспечение надлежащих экологических и санитарно-эпидемиологических условий проживания и жизнедеятельности населения, прежде всего, на территориях, подверженных радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС;

- обеспечение экологической безопасности культурно-исторических памятников России: музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Ясная Поляна», музея-заповедника «Поленово» и национально-исторического центра «Куликово поле».

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1996 г. – 2,2 млрд. руб. (423 тыс. долларов США);
- 1997 г. – 3 млрд. руб. (519 тыс. долларов США);
- 1998 г. – 1,8 млн. руб. (186 тыс. долларов США);
- 1999 г. – 0 млн. руб.;
- 2000 г. – 2 млн. руб. (71 тыс. долларов США);
- 2001 г. – 1,5 млн. руб. (51 тыс. долларов США).

19. Федеральная целевая программа «Социальная и радиационная реабилитация населения и территории Уральского региона, пострадавших в результате деятельности производственного объединения "Маяк"» до 2000 г.

Цели и задачи – решение проблем, связанных с обеспечением безопасных условий проживания в зоне влияния потенциально опасных ядерных объектов, со снижением негативных медицинских, социальных и психологических последствий радиационного воздействия на население, проживающее на радиоактивно загрязненных территориях с оказанием ему высоко квалифицированной медицинской помощи, улучшение уровня жизни пострадавших граждан.

Утвержденное финансирование из федерального бюджета:

- 1996 г. – 212,4 млрд. руб. (41,5 млн. долларов США) – программа «Радиационная реабилитация территорий Уральского региона и меры по оказанию помощи пострадавшему населению»;
- 1997 г. – 88,7 млрд. руб. (15,3 млн. долларов США);
- 1998 г. – 9,2 млн. руб. (6,1 млн. долларов США);
- 1999 г. – 40,6 млн. руб. (1,6 млн. долларов США);
- 2000 г. – 40,6 млн. руб. (1,4 млн. долларов США);
- 2001 г. – 69 млн. руб. (2,4 млн. долларов США).

9.1.5. Государственные экологические фонды

В соответствии с законом «Об охране окружающей природной среды» 1991 г. средства, взимавшиеся за загрязнение окружающей среды, распределялись следующим образом:

- 10 % поступали в доход федерального бюджета для финансирования деятельности природоохранных органов;

- 90 % поступали на специальные счета целевых бюджетных экологических фондов. В свою очередь, эти средства распределялись так: 60 % оставались в местных (городских, районных) экологических фондах, 30 % перечислялись в экологические фонды субъектов федерации и 10 % – в Федеральный экологический фонд (ФЭФ).

Для реализации требований закона, правительство довольно быстро приняло постановление об экологических фондах и утвердило Положение о ФЭФ.

Таким образом, возвращаясь к финансированию подраздела «Охрана окружающей природной среды» из федерального бюджета, можно сделать вывод, что средства, собиравшиеся региональными экологическими фондами, были основными национальными источниками природоохранных вложений, превышая федеральное финансирование, по крайней мере, в 10–20 раз. В то же время, средства ФЭФ были важным дополнением к скудному бюджетному финансированию в первую очередь на федеральном уровне (табл. 9.2).

Таблица 9.2

Собираемость основных экологических и природноресурсных платежей
в миллионах долларов США (по среднегодовому курсу
Центробанка России, www.cbr.ru)

Собираемость платежей	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.
Собрано экологическими фондами, всего	234,2	309,8	112,1	155,4	247,8	–	–
Перечислено в Федеральный экологический фонд	11,5	18,4	4,5	8,0	18,2	–	–
Взыскано сумм по наложенным штрафам и искам о возмещении вреда при нарушениях природоохранного законодательства (по данным Госкомстата)	57,1	17,8	14,1	10,1	10,8	10,2	3,0
Собрано платежей за пользование природными ресурсами в федеральный бюджет (в скобках - процент доходной части исполненного бюджета)	–	1 210 (2,2)	156 (1,1)	426 (1,7)	660 (1,6)	1 703 (3,1)	6 834 (9,7)

9.1.6. Финансирование охраны природы из международных источников

Важнейшими из международных программ были проекты Глобального экологического фонда (ГЭФ) и займ Международного Банка рекон-

струкции и развития (МБРР) «Проект по управлению окружающей средой».

В соответствии с Соглашением о займе, подписанным 6 февраля 1995 г. между Российской Федерацией и МБРР, Проект по управлению окружающей средой разрабатывался с целью совершенствования природоохранной политики, укрепления и упорядочения институциональных природоохранных структур, модернизации систем управления на федеральном, но особенно на региональном и локальном уровнях, а также финансирования проектов по восстановлению природных ресурсов и борьбе с загрязнением окружающей среды.

Объем займа составлял 100 млн. долл. США, а срок реализации – 1995–2001 гг. Половина средств займа (55 млн. долл. США) предназначалась на разработку и внедрение эффективных законов, нормативов, правил, процедур и механизмов их реализации в области управления окружающей средой. Эта часть Проекта осуществлялась в виде четырех компонентов так называемой Технической помощи, а затраты на ее финансирование в виде льготного кредита МБРР должны были быть компенсированы в течение 17 лет по согласованной схеме.

В рамках компонентов Технической помощи выполнялось более 200 проектных разработок, основными заказчиками которых являлись по компонентам «Экологическая политика и регулирование» – Госкомэкологии России, Минэкономики России и МПР России, «Экологическая эпидемиология» – Минздрав России, «Управление качеством вод и водными ресурсами» – МПР России и «Управление опасными отходами» – Госкомэкологии России. Поскольку практически все разработки имели региональную составляющую, их заказчиками и пользователями являлись администрации семи областей Российской Федерации: Вологодской, Костромской, Ивановской, Ростовской, Свердловской, Тверской и Ярославской.

По состоянию на 1 апреля 2000 г. заказчикам было передано 112 разработок, из них 83 введено в действие. В их числе:

- областные законы «О плате за пользование водными объектами», «О регулировании водных отношений на территории Свердловской области» и «О питьевом водоснабжении в Свердловской области»;
- закон Вологодской области «Об экологических фондах»;
- планы действий по охране окружающей среды для Верхневолжского региона (Вологодской, Ивановской, Ярославской, Костромской областей) и Свердловской области;
- методические рекомендации по организации «чистого производства», введению международного стандарта ISO 14000, оценки экологического ущерба, причиняемого лесным комплексам Свердловской области;

- пакет нормативных правовых документов и инструктивно-методических материалов, регламентирующих операции по обращению с отходами производства и потребления на уровне субъекта РФ;

- система классификации отходов производства и потребления;

- система поддержки принятия решений в области использования и охраны вод;

- пакет нормативно-распорядительных документов о внедрении методологии оценки риска здоровью населения на территории Свердловской области и определению компенсации ущерба, наносимого окружающей среде здоровью населения в результате экологических и санитарных правонарушений.

Расходы, связанные с реализацией проектов ТП на 1 апреля 2000 г., составили 45,91 млн. долл. США, в том числе по категориям затрат:

а) закупки оборудования составили 6,78 млн. долл. США (включая 4,71 млн. долл. США расходов на проведение работ, связанных с ликвидацией вспышки размножения вредителей на 120 тыс. га хвойных лесов Красноярского края);

б) оплата услуг консультантов – 28,37 млн. долл. США, в том числе иностранных – 13,13 млн. долл. США;

в) операционные расходы составили 4,71 млн. долл. США;

г) аванс на подготовку Проекта 0,7 млн. долл. США.

Реализация только части приоритетных природоохранных мероприятий, предусмотренных региональными планами действий по охране окружающей среды для Вологодской, Ивановской, Костромской, Свердловской и Ярославской областей, привела к сокращению на территории этих областей в 1997–1999 гг. выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ на 2 061 тыс. т, сбросов в водные объекты – на 6,47 тыс. тонн, к увеличению переработки отходов – на 2 347 тыс. т, рекультивировано 135 га земель. Предотвращенный экологический ущерб, рассчитанный по официальной методике, составил 566,6 млн. долл. США.

Другая часть займа в сумме 55 млн. долл. США реализовывалась в виде Российской программы организации инвестиций в оздоровление окружающей среды (РПОИ) и заключалась в предоставлении на возвратной основе субзаймов российским предприятиям-заемщикам для решения наиболее актуальных природоохранных проблем на уровне конкретных предприятий.

Реализация РПОИ с самого начала была связана с трудностями, так как инвестиции должны были осуществляться в проекты с высокой коммерческой прибыльностью, которую предприятиям сложно было обеспечить в докризисный период (до 17 августа 1998 г.), и особенно – после этого кризиса. В связи с этим часть средств РПОИ по согласованию с МБРР

предполагается направить на бюджетозамещающие инвестиции на безвозвратной основе.

С самого начала работ над подготовкой проекта за счет средств займа МБРР предполагалось, что он создаст условия для привлечения значительных средств на безвозвратной основе. Практика реализации такого рода проектов в странах Восточной Европы продемонстрировала, что в отдельных случаях объемы дополнительно привлеченных безвозвратных средств составили до 30 % средств займов. В случае Проекта по управлению окружающей средой в Российской Федерации этот показатель удалось значительно превысить. Доля средств, которая должна была компенсироваться из федерального бюджета Российской Федерации (55 млн. долл. США), составляла менее четверти общего объема средств МБРР и грантов.

По состоянию на 1 апреля 2000 г. из общей суммы займа израсходовано 45,91 млн. долл. США, или 41,7 %. При этом из 51,8 млн. долл. США, предназначенных для реализации компонентов ТП, израсходовано 37,8 млн. долл. США, или 73,0 %; на реализацию РПОИ из предусмотренных 58,2 млн. долл. США израсходовано 8,14 млн. долл. США, или 14,0 %.

Проект Глобального экологического фонда (ГЭФ) **«Сохранение биологического разнообразия Российской Федерации»** выполнялся в 1996–2001 гг. (реально проект закрылся в 2003 г.). Общий объем финансирования со стороны ГЭФ составил 20,5 млн. долларов США. Проект состоял из 3 компонентов: «Национальная стратегия сохранения биологического разнообразия», «Особо охраняемые природные территории» и «Сохранение озера Байкал». Основная часть средств (более 10 млн. долларов США) была направлена на поддержку особо охраняемых природных территорий.

Для дальнейшего развития территориальной охраны живой природы и улучшения управления ими органами государственной власти в регионах России Всемирным фондом дикой природы (WWF) была разработана заявка на новый полноразмерный грант Глобального экологического фонда (ГЭФ) «Создание экологических сетей в наиболее приоритетных экорегионах Российской Федерации». Данное проектное предложение было поддержано в тексте новой стратегии работы Всемирного Банка в России, которая была согласована с Российским правительством. В данный проект включены как относительно малонарушенные экорегионы глобального мирового значения (Северный Кавказ, юг Дальнего Востока и др.), так и староосвоенные регионы (юг центра Европейской России, Южный Урал). Данное уникальное сочетание регионов с разной степенью хозяйственной освоенности и стадий урбанизации позволит в случае реализации проекта не только обеспечить сохранение живой природы этих регионов на длительную перспективу, но и решить весь комплекс вопросов, связанных с включением различных правовых и управленческих механиз-

мов функционирования систем региональных ООПТ в вопросы земельной реформы.

Приведем некоторые примеры практических результатов международного финансирования:

- Смоленский центр экологического обучения подготовил более 560 операторов станций очистки сточных вод из девяти городов Московской и Смоленской областей. После прохождения подготовки эти операторы ввели в практику новые технологии, которые повысили эффективность станций и сократили объем загрязнений на величину до 40 %;

- Центр экологической подготовки в Обнинске вел программы экологического образования для 4 тысяч детей и педагогов в пяти регионах Дальнего Востока;

- Региональная служба лесного хозяйства и администрация Хабаровского края организовали и провели общественные слушания первого в стране регионального лесного кодекса. Этот кодекс был официально одобрен краевой Думой в январе 1999 г. СМИ отметили, что это первые в истории края открытые и демократические слушания столь важного законодательного акта, это первый региональный лесной кодекс в России, основанный на Федеральном кодексе. Эта инициатива в настоящее время тиражируется в двух других регионах Дальнего Востока и Сибири;

- морской заповедник Дальнего Востока России за три месяца заработал 4 500 долларов США, проведя 55 экскурсий для школьников, гостей из Приморского края, иностранных туристов и специалистов. Эти программы, которые сейчас тиражируются, по меньшей мере, в восьми других заповедниках Дальнего Востока, дают доход и способствуют внедрению новой концепции управления применительно к охране экосистем на особо охраняемых территориях;

- выполнение двух исследований по производительности лесопильных заводов вооружило персонал заводов новой технологией улучшения пиломатериалов как в количественном, так и в качественном отношении. На Хорском лесопильном заводе выпуск пиломатериалов был увеличен на 6 %. На Приморском же лесопильном заводе в Сибири выпуск пиломатериалов увеличился на 16 %;

- летом 1998 г. на Дальнем Востоке России несколько месяцев подряд бушевали лесные пожары, которые уничтожили более 2 млн. га лесных угодий – район, примерно равный по площади Швейцарии. Агентство международного развития США оперативно представило 75 тыс. долларов США в качестве экспертной и гуманитарной помощи. Пятьдесят тысяч долларов США были использованы на обеспечение неотложных потребностей региональной Службы лесного хозяйства, включая закупку продуктов питания, горючего, палаток, спальных мешков, пожарной спец-

одежды, запасных частей и электрогенераторов. Остальные 25 тыс. долларов США были использованы для оказания гуманитарной помощи в виде отечественных лекарств и продуктов питания для трех поселков коренных народов, наиболее сильно пострадавших от пожаров, а также для регионального центра по реабилитации пожарных. Через некоторое время Агентство выделило еще 850 тыс. долларов для закупки техники, позволяющей тушить пожары на ранней стадии;

- на Дальнем Востоке России Агентство международного развития США содействовало получению безвозмездной субсидии в размере 20 млн. долларов США на проект по биоразнообразию в рамках Глобальной программы охраны окружающей среды, одобренный в 1996 г. Правительством России (проект «Политика и технологии в области охраны окружающей среды»);

- в Новокузнецке проведены экологический аудит и реконструкция крупного сталеплавильного комбината. В результате аудита и внедрения малозатратных устройств, выбросы частиц пыли в атмосферу города сократились на 540 т/год (42 %). Этот грант совместил низко стоимостные работы с экологическим аудитом;

- в сотрудничестве с заводом медицинского оборудования (г. Нижний Тагил) в Пермской области было поставлено оборудование для очистки воды после процесса никелирования. В результате содержание $NiSO_4$ в сточных водах сократилось на 95 %. Более того, переработка этого никелевого электролита повысила продуктивность на 84 %. Эта деятельность – наглядный пример дешевого экономического подхода для решения проблем охраны окружающей среды.

В 1991–2000 гг. увеличивалось финансирование охраны природы и за счет международных неправительственных организаций (табл. 9.3). Так, природоохранные инвестиции только Всемирного фонда дикой природы (WWF) в 1999 г. составили около 50 % средств, выделенных из федерального бюджета по подразделу «Охрана окружающей природной среды».

Таблица 9.3

Бюджеты основных международных неправительственных организаций в России, в миллионах долларов США

Организация	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
Всемирный фонд дикой природы (WWF)	0,2	1,2	1,8	2,2	3,6	5
Международный союз охраны природы (МСОП)	–	0,04	0,1	0,16	0,68	0,79
Международная организация	0,045		0,1	0,07	0,075	0,12

по сохранению водно-болотных угодий					
-------------------------------------	--	--	--	--	--

Всего в период 1992–2000 гг. зарубежные партнеры выделили в рамках сотрудничества в области охраны окружающей среды на двусторонней и многосторонней основе, согласно оценкам Госкомэкологии России, Агентства США по международному развитию, представительств стран «Семерки» в России и Программы Европейского Союза ТАСИС, 625,6 млн. долл. США. По данным из 78 субъектов Российской Федерации, международные организации выделили им на финансирование экологических проектов за тот же период 456,5 млн. долл. США. Возможно, часть этих средств уже была учтена Госкомэкологии России. Таким образом, суммарная помощь России за 9 лет составила от 625 миллионов до 1,1 миллиарда долларов США. Сравнение этих сумм с утвержденным финансированием из федерального бюджета раздела «Охраны окружающей природной среды» и за счет средств Федерального экологического фонда (менее 200 млн. долларов США) говорит о превышении международного финансирования в 3–5 раз.

Приведенный выше анализ финансирования экологических программ РФ показывает, насколько важно быть интегрированными в международное экологическое сотрудничество.

РАЗДЕЛ 10
ЮРИДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ РОССИИ
В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИИ

Введение

На современном этапе экология как наука трансформируется в область знаний о природных и природно-антропогенных системах, содержащих живые компоненты, о принципах управления такими системами в процессе природопользования, оздоровления среды обитания человека. В качестве раздела социологии выделена социальная экология, изучающая закономерности взаимодействия современного общества с окружающей средой, в свою очередь, в социальную экологию составной частью вместе с урбаноэкологией, экологией народонаселения и другими отраслями входит **правовая экология**.

Под правовой экологией понимается учение о том, как государство выполняет свои экологические функции в сфере взаимодействия общества и природы, используя соответствующие экономические, организационные и правовые механизмы.

В настоящий момент в нашей стране создается новая система экологического права, которая состоит из логически взаимообусловленных частей: *общей и особенной*.

10.1. Общая часть

10.1.1. Предмет и система экологического права

Экологическая функция государства включает в свое содержание деятельность, направленную на следующее:

- распоряжение в интересах общества природными ресурсами, находящимися в собственности государства;
- обеспечение рационального использования природных ресурсов с целью предупреждения их истощения;
- охрану окружающей среды от деградации ее качества;
- охрану экологических прав и законных интересов юридических и физических лиц.

По степени эффективности реализации этой функции можно судить об истинном отношении государства к обеспечению рационального природопользования, к охране окружающей среды, к человеку.

Экологическая функция государства реализуется в разных формах. Под формами понимаются методы или способы ее осуществления. Вы-

полняя экологическую функцию, государство использует правовые и организационные методы.

К правовым методам относится принятие законов и иных нормативных правовых актов по природопользованию и охране окружающей среды, правоприменительная и правоохранительная деятельность.

Под правоприменительной деятельностью понимается деятельность специально уполномоченных государственных органов по реализации экологических норм права. Правоохранительной является деятельность специально уполномоченных органов по охране путем применения юридических мер воздействия в соответствии с законом. Таким образом, названные правовые формы осуществления экологической функции российского государства реализуются преимущественно в рамках специализированных ветвей власти – законодательной, исполнительной и судебной.

К организационным методам осуществления экологической функции государства относятся принятие экономических мер (бюджетное финансирование, выделение кредитов и т. д.), нормирование предельно-допустимого загрязнения окружающей среды, планирование охраны окружающей среды, проведение экологической экспертизы, экологической сертификации, мониторинга, экологического контроля и др. Хотя организационные методы не являются правовыми, важно иметь в виду, что они опосредуются в праве окружающей среды и соответственно осуществляются в правовых рамках.

В теории права предмет правового регулирования считается основой выделения правовых норм в определенную отрасль права. Предмет играет роль системообразующего фактора отрасли права. Так как в качестве объекта правового регулирования в экологической сфере выступает природа (окружающая среда) и ее отдельные элементы (земля, недра, вода) и связанные с ними интересы человека, можно сказать, что предметом являются общественные отношения по поводу природы или окружающей среды.

В качестве предмета экологического права традиционно выделяют две группы общественных отношений:

- 1) по рациональному использованию природных ресурсов;
- 2) по охране окружающей среды.

Причем эти две группы отношений, по оценкам юристов-экологов, образуют исключительный предмет отрасли. Эта позиция отражена в природоресурсном законодательстве.

Таким образом, названные две группы отношений общепризнанны, и прежде всего они образуют предмет права окружающей среды. Но, как реакция на общественную потребность, экологическое право России регулирует некоторые иные отношения, выходящие за рамки традицион-

ных. Это отношения собственности на природные ресурсы и отношения по защите прав граждан и законных интересов человека и гражданина.

Следовательно, учитывая интересы и потребности человека и гражданина в сфере взаимодействия общества и природы, опосредованные в праве, **предмет современного российского права образует отношения:**

- **собственности на природные объекты и ресурсы;**
- **по природопользованию;**
- **по охране окружающей среды от разных форм деградации;**
- **по защите экологических прав и законных интересов физических и юридических лиц.**

С учетом того, что в сфере взаимодействия природы и общества складывается большое количество различных экологических отношений, их можно классифицировать по разным основаниям.

Так, если в основу классификации видов общественных отношений, регулируемых правом охраны окружающей среды, положить природный ресурс, можно выделить такие их виды, как отношения собственности на землю, воду, отношения по использованию этих природных ресурсов и их охране.

Практически важной представляется классификация видов общественных отношений применительно к институтам права окружающей среды, являющимся важнейшими структурными элементами данной отрасли. Исходя из этого, можно выделить общественные отношения по обеспечению соблюдения и защиты экологических прав граждан, собственности на природные ресурсы, организации управления природопользованием и охраной окружающей среды, по экологическому нормированию и стандартизации, экологической экспертизе, ведению кадастра природных ресурсов, экологическому мониторингу и др.

В целом, общественные экологические отношения – это однородная совокупность отношений, обладающих органическим и устойчивым единством. Критерий единства – сфера взаимодействия природы и общества, в которой возникают такие отношения.

Существует два вида объектов экологических правоотношений.

К первому виду относятся объекты, перечисленные в ст. 4 Федерального закона «Об охране окружающей среды». Это естественные экологические системы, озоновый слой атмосферы, земля, ее недра, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, леса и иная растительность, животный мир, микроорганизмы, генетический фонд, природные ландшафты, а также государственные природные заповедники, заказники, национальные природные парки, памятники природы, редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных.

Второй вид объектов экологических правоотношений – это территории, то есть объекты, имеющие пространственный характер, представляющие собой пространственную сферу, в которой осуществляются природопользование и хозяйственная деятельность, оказывающая влияние на состояние окружающей среды. То есть, территория России в установленных границах, в том числе территории субъектов Федерации, территории поселений и муниципальных образований.

Носителями прав и обязанностей, то есть субъектами экологических отношений, законодательство признает РФ, субъекты РФ, органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные компетенцией по регулированию экологических отношений, а также юридических и физических лиц.

Являясь субъектом международного права, РФ подписала ряд международных договоров и соглашений по охране окружающей среды, в связи с чем обязана выполнить свои обязательства в этой сфере. На Россию возложена обязанность использовать свои природные ресурсы, не причиняя вреда окружающей среде зарубежных государств.

Природные объекты могут находиться и в собственности муниципальных образований, то есть являться объектами муниципальной собственности. Поэтому органы местного самоуправления также признаются субъектами экологических отношений. Эти органы наделены определенными полномочиями в сфере регулирования экологических отношений, поэтому они могут субъектами правоотношений в сфере управления охраной окружающей среды.

Органы государственной власти являются субъектами правоотношений в сфере управления охраной окружающей природной среды. В таком качестве они выступают при планировании мер по охране окружающей среды, реализации функций экологического контроля, мониторинга окружающей среды и т. д.

Метод правового регулирования – способ правового воздействия на общественные отношения со стороны государства. Или, другими словами, это устанавливаемый нормами права специфический способ правового воздействия на поведение участников правовых отношений по реализации полномочий собственника природных ресурсов, обеспечению рационального природопользования, охране окружающей среды, защите экологических прав и законных интересов физических и юридических лиц. Для выделения той или другой совокупности правовых норм в качестве отрасли права метод правового регулирования по объективным причинам не является столь значимым, как предмет.

В науке права признается два метода – административно-правовой и гражданско-правовой, хотя в системе российского права выделено примерно 15 отраслей права.

Суть административно-правового метода регулирования заключается в установлении предписания, запрета, в обеспечении государственного принуждения к должному поведению и исполнению правовых предписаний. В этом случае, одной из сторон является уполномоченный орган государства. Соответственно стороны находятся в неравном положении – между участниками административных отношений складываются отношения власти и подчинения.

В праве окружающей среды административно-правовой метод опосредуется в специфических формах:

- нормировании;
- экспертизе;
- сертификации;
- лицензировании;
- др.

Он выражается:

- в установлении допустимых величин выбросов загрязняющих веществ в природную среду, которые должны соблюдаться предприятиями-природопользователями, выдаче этим предприятиям лицензий (разрешений) на такой выброс;
- в дозволении на принятие решения о новом строительстве;
- в запрете ввоза в целях хранения и захоронения радиоактивных отходов из других регионов или государств;
- в применении мер юридической ответственности.

Гражданско-правовой метод регулирования основывается на равенстве сторон правоотношения. В гражданско-правовых отношениях их участники выступают обычно как равноправные субъекты, независимые друг от друга. Посредством заключаемого между ними соглашения они сами определяют свои права и обязанности, которые, однако, должны соответствовать закону, находиться в его рамках.

В современном праве окружающей среды применяются оба метода правового регулирования.

10.1.2. Источники экологического права и экологическое законодательство

Под источниками экологического права понимаются нормативно-правовые акты, содержащие нормы, регулирующие отношения в сфере взаимодействия природы и общества.

Такие нормативно-правовые акты должны отвечать ряду признаков, объективно присущих источнику права:

- ◆ должны являться носителями государственно-властной силы;
- ◆ должны иметь нормативный характер, то есть рассчитаны на многократное применение;
- ◆ должны быть адресованы неопределенному кругу субъектов;
- ◆ должны быть обязательными для исполнения всеми субъектами.

Нормативно-правовые акты органов государственной власти подразделяются по вертикали на правовые акты:

- ◆ федеральных органов государственной власти;
- ◆ субъектов Федерации;
- ◆ местного самоуправления.

По горизонтали эти нормативно-правовые акты подразделяются на законы и иные нормативно-правовые акты (подзаконные акты).

Юридическая сила всех законов и иных нормативно-правовых актов определяется в зависимости от компетенции издавшего их органа государственной власти и роли нормативно-правового акта в системе законодательства.

Нормативно-правовой акт как источник экологического права содержит эколого-правовые нормы, то есть нормы права, целью которых является регулирование отношений в сфере охраны окружающей среды.

Выделяются следующие виды источников экологического права:

- ◆ Конституция РФ;
- ◆ федеративные договоры;
- ◆ международные договоры РФ;
- ◆ законодательные акты, регулирующие отношения в сфере природопользования;
- ◆ указы и распоряжения Президента РФ;
- ◆ постановления и распоряжения Правительства РФ;
- ◆ нормативно-правовые акты федеральных органов исполнительной власти;
- ◆ законы и иные нормативно-правовые акты субъектов Федерации;
- ◆ нормативные правовые акты органов местного самоуправления;
- ◆ судебные решения.

В правовом государстве основным источником экологического права должен быть закон. Это означает, прежде всего, что в законах должны быть адекватно урегулированы экологические права и интересы гражданина и человека, механизм их обеспечения и защиты, должно определяться основное содержание правового регулирования общественных отношений собственности на природные ресурсы, по природопользованию и охране окружающей среды.

Особое место закона в системе источников экологического права обусловлено также тем, что все другие акты, как источники права, носят подзаконный характер. Их правовое содержание предопределяется обязательностью соответствия требованиям закона.

10 января 2002 г. введен в силу новый Федеральный Закон «Об охране окружающей среды».

Данный закон определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

В ст. 3 Закона «Об охране окружающей среды» сформулированы принципы охраны окружающей среды, среди которых особо необходимо выделить принципы приоритета жизни и здоровья человека, обеспечения благоприятных условий для жизни, труда и отдыха населения.

Сформулированные в законе принципы реализуются в содержании всего законодательства об охране окружающей среды. Закон закрепляет право на здоровую и благоприятную окружающую среду и определяет механизм ее реализации (ст. 11, 12, 13 закона).

Ст. 14–18 определяют механизм экономического регулирования в области охраны окружающей среды. В содержание механизма включаются учет и оценка природных ресурсов, финансирование экологических программ и т. д.

Одной из важнейших мер по охране окружающей среды является нормирование, которое проводится с целью установления предельно допустимых норм воздействия на окружающую природную среду, гарантирующих экологическую безопасность населения и сохранение генетического фонда.

Закон «Об охране окружающей среды» содержит общие положения, касающиеся проведения государственной экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду в отношении планируемой хозяйственной деятельности. В нем предусмотрены экологические требования при размещении, проектировании, реконструкции, вводе в эксплуатацию зданий, строений и т. д.

Глава 11 посвящена вопросам государственного экологического контроля. Законом установлены общие положения правового режима особо охраняемых природных территорий и объектов. К ним относятся государственные природные заповедники, заказники, национальные парки, памятники природы, редкие и находящиеся под угрозой исчезновения жи-

вотные и растения, отнесенные к видам, занесенным в Красную книгу РФ, Красные книги субъектов Федерации, курортные и лечебно оздоровительные зоны, зеленые зоны.

Закон также регулирует вопросы экологического воспитания, образования, организации экологического мониторинга, организации научных исследований, разрешения споров в области охраны окружающей среды, а также ответственности за экологические правонарушения, возмещения вреда и вопросы международного сотрудничества.

Рассматриваемый Закон «Об охране окружающей среды» имеет большое значение, так как, во-первых, определяет сферу законодательства об охране окружающей среды и, во-вторых, содержит принципиально важные эколого-правовые нормы, соблюдение которых должно обеспечить охрану окружающей среды.

Кроме того, закон содержит ряд общих положений, которые детализируются в других законах и нормативных правовых актах.

В развитие общих положений данного закона (вернее, его первого варианта 1991 г.) был принят Федеральный закон «Об экологической экспертизе» 23 ноября 1995 г. В нем урегулированы вопросы осуществления экологической экспертизы; определены права граждан и общественных организаций; установлен порядок проведения общественной экспертизы; сформулированы права и обязанности заказчиков документации; урегулирован порядок ее финансирования; урегулированы вопросы ответственности за нарушение законодательства.

Специальное законодательство посвящается вопросам правового регулирования режима охраны особо охраняемых природных территорий. Это прежде всего Федеральный закон от 14 марта 1995 г. «Об особо охраняемых природных территориях». В нем определен правовой режим государственных природных заповедников, национальных парков, государственных природных заказников, памятников природы, дендрологических и ботанических садов, курортов.

Значение как источник экологического права имеет Федеральный закон от 5 июля 1996 г. «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности». Закон регулирует отношения в сфере обеспечения экологической безопасности, возникающие при осуществлении генно-инженерной деятельности.

Основную группу источников экологического права представляют нормативные правовые документы, принимаемые Правительством РФ и иными федеральными органами исполнительной власти. Такие акты относятся к категории *подзаконных актов*, то есть актов исполнительных органов государственной власти, изданных в пределах их компетенции,

в соответствии с законом, указом Президента РФ, либо на их основе и во их исполнение.

Так, например, Законом «Об охране окружающей среды» определено, что порядок исчисления и применения нормативов платы за использование природными ресурсами определяется Правительством РФ. Во исполнение данного закона, правительство принимает постановление «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия».

В пределах своей компетенции правительство также принимает постановления по вопросам, связанным с выполнением Россией международных обязательств. Так, в целях выполнения Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, было принято Постановление правительства РФ от 1 июля 1996 г. «О государственном регулировании и контроле трансграничных перевозок опасных отходов».

Федеральные органы исполнительной власти также издают свои нормативные правовые акты в виде постановлений, приказов, распоряжений, правил, инструкций и положений на основе и во исполнение федеральных законов, указов Президента, постановлений правительства, а также по инициативе федеральных органов исполнительной власти в пределах их компетенции.

Среди нормативно-правовых актов, регулирующих отношения по охране окружающей среды, следует отметить в первую очередь ведомственные нормативные акты, принятые Министерством природных ресурсов и бывшим комитетом по охране окружающей среды РФ.

Примером могут служить утвержденные Минэкологией 26 января 1993 г. «Инструктивно-методические указания по взиманию платежей за загрязнение окружающей среды», а приказом МПР России № 451 от 18 июля 2002 г. утвержден регламент по лицензированию деятельности по обращению с опасными отходами.

Все нормативные правовые акты, принятые МПР России, имеют обязательную силу для всех субъектов в сфере охраны окружающей среды.

Во многих субъектах Федерации приняты законодательные акты, предметом правового регулирования которых является обширный комплекс экологических отношений. В одних субъектах действуют законы об охране окружающей среды, в других – экологические кодексы.

В одних случаях законодательство субъекта идет по пути детализации федерального законодательства, а в других практически дублирует его. Кое-где имеются попытки найти свое собственное решение назревших проблем. Так в Саратовской области «Закон об отходах производства и по-

требления в Самарской области» определяет компетенцию органов государственной власти в сфере обращения с отходами, закрепляет систему управления в сфере обращения с отходами, регулирует вопросы контроля за обращением с ними.

В Нижегородской области действует Закон «Об экологическом страховании в Нижегородской области», а в Томской – «Об экологическом аудите». Необходимо отметить, что федеральных законов по этим направлениям пока нет.

В целом, в законодательстве субъектов РФ встречаются значительные несоответствия некоторых положений федеральному законодательству.

Закон «О местном самоуправлении в РФ» дает право органам местного самоуправления:

- ◆ осуществлять контроль в области охраны и использования вод, растительного и животного мира, атмосферного воздуха;
- ◆ предоставляет право (ст. 60) определять в соответствии с законодательством правила пользования природными ресурсами;
- ◆ запрещать при определенных условиях проведение на подведомственной территории мероприятий, которые могут вызвать неблагоприятные экологические и иные изменения;
- ◆ объявлять природные памятники, правила их охраны;
- ◆ и др.

Нормативные правовые акты органов местного самоуправления (решения, постановления) относятся к источникам экологического права.

Особую роль в применении законодательства об охране окружающей среды играет судебная практика. Суды общей юрисдикции и арбитражные суды выполняют очень важную функцию, применяя законодательство, обеспечивая защиту юридических прав и законных интересов физических и юридических лиц. Правоприменительная практика осуществляется судами в процессе рассмотрения споров, которые возбуждаются по искам заинтересованных лиц. Итогом деятельности судебных органов становятся вырабатываемые общие подходы, принципы, единообразные формы разрешения споров.

Судебная практика разрешения отдельных категорий дел находит выражение в Постановлениях Пленума Верховного суда РФ и Пленума Высшего арбитражного суда РФ.

Эти постановления обязательны для судов общей юрисдикции и арбитражных судов.

Они не являются источниками права, но при достаточном распространении судебная практика становится основанием для ее обобщения законодателем и издания соответствующей правовой нормы, восполняющей пробел в законодательстве.

На развитие законодательства об охране окружающей среды оказывают влияние постановления и определения Конституционного суда РФ.

10.1.3. Право собственности на природные ресурсы

Отношения собственности занимают доминирующее положение в системе общественных отношений, регулируемых правом.

В соответствии с российским законодательством природные ресурсы и предметы социальной среды как объекты собственности могут находиться в гражданском обороте. В то же время существует огромная разница между богатейшими российскими недрами и металлургическим заводом, перерабатывающим добытые ресурсы недр, как объектами права собственности и как имуществом, находящимся в гражданском обороте. Один объект создан природой, без малейшего приложения труда человека, а второй – гением человека.

Поэтому правовой режим природы должен быть особенным, отличным от режима материальных объектов социальной среды.

Право собственности на природные ресурсы как правовой институт представляет собой совокупность правовых норм, регулирующих отношения собственности на природные ресурсы. Отношения права собственности на природные ресурсы образуют предмет ряда отраслей в системе российского права – конституционного, гражданского, права окружающей среды, включая земельное, горное, лесное, водное. Совокупность правовых норм, регулирующих отношения собственности, образуют право собственности в объективном смысле.

Основы права собственности определены Конституцией РФ. В соответствии со ст. 9, земля и другие природные ресурсы могут находиться в частной, муниципальной, государственной и иных формах собственности. Это положение основного закона государства получило развитие в Гражданском кодексе РФ. Согласно ст. 129 ГК РФ, земля и другие природные ресурсы могут отчуждаться и переходить от одного лица к другому в той мере, в какой их оборот допускается законами о земле и других природных ресурсах. Специфические отношения собственности на конкретные природные ресурсы регулируются природоресурсным законодательством.

Под правом собственности на природные ресурсы в субъективном смысле понимается совокупность правомочий собственника по владению, использованию и распоряжению землей, водами, лесными ресурсами и другими объектами собственности.

Субъективное право собственности на природные ресурсы определяет сущность и содержание юридического отношения собственности. Оно закрепляет за его обладателем экономическую власть над условиями произ-

водства, ведущегося на базе использования собственником принадлежащего ему имущества. Это право предопределяет использование находящихся в собственности природных ресурсов свободно, по своему усмотрению. Соответствующее правило закреплено в ст. 36 Конституции РФ. Но это правило, как и право собственности, не является абсолютным. Право собственности ограничивается общественно значимыми интересами. В той же ст. 36 Конституции РФ собственник природных ресурсов свободен в осуществлении принадлежащих ему полномочий, если это не наносит ущерба окружающей среде и не нарушает прав и законных интересов других лиц.

Вопрос об объектах права собственности на природные ресурсы нужно рассматривать в двух аспектах:

- какие именно природные ресурсы в соответствии с законодательством являются объектами права собственности;
- какие природные ресурсы в соответствии с законодательством являются объектами частной, государственной, муниципальной и иных форм собственности.

В природоресурсном законодательстве право собственности установлено на землю, недра, животный мир, водные объекты, леса. К объектам права собственности относятся также особо охраняемые природные территории. С учетом неразвитости законодательства об охране и использовании растительного мира вне лесов, в законодательстве не решен вопрос права собственности на данный природный объект. Однако, исходя из того, что растительный мир органически связан с землей, есть основания его также рассматривать как объект права собственности. Действующее законодательство достаточно полно определяет субъектов права собственности на природные ресурсы. К субъектам права собственности на природные ресурсы относятся физические, юридические лица РФ, субъекты РФ и муниципальные образования.

Применительно к субъекту государственной собственности на природные ресурсы важен вопрос о том, кто от имени государства осуществляет полномочия собственника.

В ст. 114 Конституции РФ записано, что управление государственной собственностью осуществляется Правительством РФ. С учетом того, что собственник обладает триадой полномочий (владение, пользование и распоряжение), под управлением в данном случае понимается распоряжение природными ресурсами.

Природоресурсное законодательство часто наделяет правомочием распоряжения соответствующими природными ресурсами специально уполномоченные государственные органы. Таким образом, от имени государства права собственности на природные ресурсы осуществляют Прави-

тельство РФ, правительство субъектов РФ, специально уполномоченные государственные органы.

Правовое регулирование частной собственности развито в основном применительно к земле. Право частной собственности на землю регулируется многими законодательными и иными нормативными актами. Основным является Земельный кодекс РФ от 25 октября 2001 г. Цели, для которых земельные участки могут быть переданы в частную собственность, а также право граждан на их продажу регулируются Законом РФ «О праве граждан РФ на получение в частную собственность и на продажу земельных участков для ведения личного подсобного и дачного хозяйства, садоводства и индивидуального жилищного строительства».

Значительная часть регулирования отношений частной собственности на землю принадлежит Указам Президента РФ, восполнившим пробелы в регламентации этих отношений. Так указами от 2 марта 1992 г. «О порядке установления нормы бесплатной передачи земельных участков в собственность граждан» урегулированы вопросы отношения платы за земельные участки.

Указ от 28 апреля 1993 г. «О дополнительных мерах по наделению граждан земельными участками» установил порядок оформления прав на вновь предоставленные земельные участки, а также порядок перерегистрации прав на земельные участки, ранее предоставленные гражданам в пользование.

Государственная собственность на природные ресурсы является доминирующей в структуре закрепленных в законодательстве форм собственности. Подобный подход представляется оправданным.

Право государственной собственности установлено на землю, воды, недра, леса, объекты животного мира, другие объекты. При этом возникает главный вопрос – о разграничении права собственности между субъектами – РФ и субъектами РФ. Ст. 72 Конституции РФ устанавливает совместное ведение вопросов владения, пользования и распоряжения землей, недрами, водными и другими природными ресурсами. То есть РФ и ее субъекты должны по взаимной договоренности разграничивать права собственности на природные ресурсы. При анализе правовых форм по данному вопросу важно учитывать положения федеративных договоров, которые сохраняют свое действие наряду с действием Конституции РФ.

Таким образом, одни вопросы разграничения объектов собственности решены на законодательном уровне, другие – Указом Президента РФ от 16 декабря 1993 г. «О федеральных природных ресурсах». Данным указом установлены некоторые критерии отнесения природных ресурсов к федеральной собственности.

К федеральным природным ресурсам могут относиться:

- земельные участки и другие природные объекты, предоставляемые для обеспечения нужд обороны и безопасности страны, охраны государственных границ, а также осуществления других функций, отнесенных к ведению федеральных органов государственной власти;

- земельные участки, занятые федеральными энергетическими, транспортными и космическими системами, объектами ядерной энергетики, связи, метеорологической службы, историко-культурного и природного наследия, а также другими объектами, находящимися в федеральной собственности;

- земельные участки, водные и иные природные объекты федеральных государственных природных заповедников, национальных природных парков, государственных природных заказников, курортных и лечебно-оздоровительных зон, других особо охраняемых природных территорий федерального значения;

- виды растений и животных, занесенные в Красную книгу Российской Федерации;

- виды животных, ценные в хозяйственном отношении и отнесенные к особо охраняемым, естественная миграция которых проходит по территории двух и более субъектов Российской Федерации, а также животные, отнесенные к видам, подпадающим под действие международных договоров;

- месторождения полезных ископаемых, имеющие общегосударственное значение;

- водные объекты, расположенные на территории двух и более субъектов Российской Федерации, а также пограничные и трансграничные водные объекты;

- иные природные ресурсы по взаимной договоренности федеральных органов государственной власти Российской Федерации и органов государственной власти республик в составе Российской Федерации, краев, областей, автономной области, автономных округов, городов Москвы и Санкт-Петербурга.

Исключительно к федеральной собственности отнесены природные ресурсы территориальных вод, континентального шельфа и экономической зоны РФ. Отнесение природных ресурсов этих территорий к федеральным соответствует ст. 71 Конституции РФ.

Вопросы разграничения объектов федеральной, региональной и местной собственности применительно к особо охраняемым природным территориям решены Федеральным законом РФ «Об особо охраняемых природных территориях», в котором установлено, что *особо охраняемые природные территории могут иметь федеральное, региональное или местное значение.*

Особо охраняемые природные территории федерального значения являются федеральной собственностью и находятся в ведении федеральных органов государственной власти.

Особо охраняемые природные территории регионального значения являются собственностью субъектов Российской Федерации и находятся в ведении органов государственной власти субъектов Российской Федерации.

Особо охраняемые природные территории местного значения являются собственностью муниципальных образований и находятся в ведении органов местного самоуправления.

Достаточно полно решены вопросы отнесения водных объектов к объектам федеральной собственности, собственности субъекта РФ и муниципальных образований в Водном кодексе РФ. В собственности субъектов Российской Федерации, согласно ст. 37 Водного кодекса РФ, могут находиться водные объекты, акватории и бассейны которых полностью расположены в пределах территории соответствующего субъекта Российской Федерации и не отнесенные к федеральной собственности.

Управление собственностью субъектов Российской Федерации осуществляют органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Часть полномочий по управлению указанной собственностью на водные объекты органы исполнительной власти субъекта Российской Федерации, в соответствии с Конституцией Российской Федерации и кодексом, могут передать соответствующим федеральным органам исполнительной власти.

Право муниципальной собственности на природные ресурсы устанавливается в общем виде ст. 9 Конституции РФ и рядом законов.

Федеральный закон от 28 августа 1995 г. «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» (ст. 29) устанавливает, что в состав муниципальной собственности входят муниципальные земли и другие природные ресурсы, находящиеся в муниципальной собственности.

Основания возникновения и прекращения права собственности на природные ресурсы определяются законодательством и в значительной мере зависят от формы права собственности.

Право частной собственности на природные ресурсы может возникнуть на основе передачи в соответствии с действующим законодательством о природных ресурсах, находящимся в государственной или муниципальной собственности, частным лицам.

Природные ресурсы, находящиеся в частной собственности, могут быть обращены в государственную собственность в случаях:

- обращения взыскания на имущество по обязательствам;
- изъятия для государственных нужд путем выкупа;

- конфискации по решению суда;
- национализации;
- др.

Природные ресурсы, находящиеся в муниципальной собственности, могут быть обращены в частную или государственную собственность в случае их передачи частному лицу или государству в соответствии с законом.

Общие основания прекращения права собственности определены в гл. 15 ГК РФ. Способы защиты прав собственности на природные ресурсы определяются законодательством. Ст. 35 Конституции РФ устанавливает, что право частной собственности охраняется законом.

Наиболее широкий выбор способов защиты гражданских прав предусмотрен ст. 12 ГК РФ. Разновидностью гражданских прав являются права собственности на природные ресурсы. Защита таких прав осуществляется путем:

- признания права;
- восстановления положения, существовавшего до нарушения права, и пресечения действий, нарушающих право или создающих угрозу его нарушения;
- признания оспоримой сделки недействительной и применения последствий ее недействительности, применения последствий недействительности ничтожной сделки;
- признания недействительным акта государственного органа или органа местного самоуправления;
- самозащиты права;
- присуждения к исполнению обязанности в натуре;
- возмещения убытков;
- взыскания неустойки;
- компенсации морального вреда;
- прекращения или изменения правоотношения;
- неприменения судом акта государственного органа или органа местного самоуправления, противоречащего закону;
- иными способами, предусмотренными законом.

10.1.4. Право природопользования

Оценивая значение природопользования в рамках права окружающей среды, необходимо иметь в виду, что оно не только служит средством удовлетворения разнообразных потребностей человека и поддержания жизни, но и одновременно является и наиболее значительным фактором вредного воздействия на природу.

Использование человеком природных ресурсов для своих нужд в значительной мере регламентируется правом.

Система норм, регулирующих отношения по использованию природных богатств, называется правом природопользования.

Такие нормы содержатся в основном в ресурсном законодательстве – земельном, водном, горном, лесном и т. д. Некоторые положения, касающиеся природопользования, предусмотрены также в Законе «Об охране окружающей среды», «Об экологической экспертизе» и других нормативных правовых актах.

Существует ряд классификаций видов природопользования, наиболее общей из которых является классификация, где критерием выступает *объект природы*.

Право природопользования подразделяется на следующие виды:

- ◆ право землепользования;
- ◆ право недропользования;
- ◆ право водопользования;
- ◆ право пользования атмосферным воздухом;
- ◆ право лесопользования;
- ◆ право пользования растительным миром вне лесов;
- ◆ право пользования животным миром.

Правовая классификация видов природопользования проводится *по целевому назначению*, то есть с учетом специфики природного ресурса и удовлетворяемых им общественных потребностей.

Важное юридическое значение имеет классификация природопользования на общее и специальное. Ее критерием является основание возникновения прав природопользования.

Общее природопользование является общедоступным, то есть не требует в каждом конкретном случае особого разрешения со стороны компетентных государственных органов, а также юридических или физических лиц, за которыми природные объекты закреплены в пользование.

Общее природопользование возникает из реализации естественного права каждого на благоприятную окружающую среду.

В земельном кодексе прямо не предусмотрено общее землепользование. Однако в составе земель городов (ст. 70 Земельного кодекса) предусмотрен такой вид земель, как земли общего пользования, которые состоят из земель:

- ◆ используемых в качестве путей сообщения;
- ◆ служащих для удовлетворения культурно-бытовых потребностей населения (парки, пляжи, водоемы);
- ◆ полигонов для захоронения отходов производства и потребления;
- ◆ других земель.

Каждый, соответственно, осуществляет свое право общего пользования названными землями.

Достаточно полно и четко право общего пользования водами и лесами выражено в Лесном и Водном кодексах РФ.

Ст. 86 Лесного кодекса дает право гражданам бесплатно находиться на территории лесного фонда и лесов, не входящих в лесной фонд, собирать для собственных нужд дикоросы (ягоды, грибы, орехи), лекарственные растения, участвовать в культурно-оздоровительных мероприятиях, охотиться, если иное не предусмотрено законодательством. Так, запрещается сбор грибов, дикорастущих растений, занесенных в Красную книгу РФ.

В то же время пребывание граждан в лесу может ограничиваться в порядке, определенном законодательством субъекта РФ, в том числе в интересах ведения лесоплодного или лесосеменного хозяйства.

Общее водопользование традиционно предусматривается российским водным законодательством. В соответствии со ст. 86 Водного кодекса РФ, общее водопользование представляет собой использование водных объектов без применения сооружений, технических средств и устройств. Оно может осуществляться гражданами и юридическими лицами без получения лицензии на водопользование. Общее водопользование реализуется в целях забора воды для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, купания, плавания на маломерных судах, водопоя скота.

Однако общее водопользование предполагает обязательное соблюдение правил охраны жизни.

Федеральный закон «Об охране животного мира» прямо не предусматривает права общего пользования животным миром. Более того, ст. 33 закона устанавливает, что объекты животного мира могут предоставляться юридическим лицам в долгосрочное пользование на основании долгосрочной лицензии и гражданам в краткосрочное пользование на основании именной разовой лицензии. Однако Положением о лицензировании деятельности спортивного и любительского лова регулируется лицензионный порядок лова лишь ценных видов рыб, водных животных и растений. Спортивный и любительский лов видов, не отнесенных к ценным, не в целях извлечения прибыли осуществляется свободно.

Таким образом, регулируя право общего природопользования, законодательство ограничивает его пределами, связанными с удовлетворением при этом собственных нужд.

Специальное пользование землей, недрами, водами, лесами, животным миром и атмосферным воздухом связано с удовлетворением экономических интересов общества, юридических и физических лиц. Оно сопряжено с более значительными, чем при общем природопользовании, воздействиями на природу. Поэтому специальное природопользование

имеет ряд юридически значимых особенностей. Оно осуществляется в соответствии с разрешительной системой и характеризуется тем, что требует выделения определенных частей природных объектов в обособленное пользование юридических и физических лиц.

Специальное природопользование реализуется в формах:

- ◆ комплексного природопользования;
- ◆ специального пользования водами, недрами, объектами животного мира, другими природными ресурсами.

Хотя в земельном законодательстве отсутствует понятие *специального землепользования*, однако, за исключением установленных законодательством случаев права общего пользования землями, землепользование является специальным. Земли предоставляются в пользование либо на основании акта, выдаваемого специально уполномоченным государственным органом, либо договора.

Специальное водопользование представляет собой использование водных объектов с применением сооружений, технических средств и устройств. Оно осуществляется гражданами и юридическими лицами только при наличии лицензии на водопользование. Виды специального водопользования определяются в особом перечне специально уполномоченных государственных органов управления использованием и охраной водного фонда.

Разновидностью специального водопользования является *особое водопользование*, регулируемое ст. 87 Водного кодекса РФ. Для обеспечения нужд обороны, федеральных энергетических систем, федерального транспорта водные объекты, находящиеся в федеральной собственности, по решению Правительства РФ могут предоставляться в особое водопользование.

Особой разновидностью права специального водопользования, недрами и атмосферой является представление соответствующих прав на удаление жидких, газообразных и твердых отходов производства и потребления.

Таким образом, право специального природопользования возникает на основании разрешений, лицензий, договоров, оформляемых в рамках определенных в законодательстве процедур (предоставление земельного участка, горного отвода, выдачи лесорубочного билета, лицензии на размещение отходов).

Право природопользования характеризует особые принципы. Это:

- ◆ производность права пользования природными ресурсами от права собственности на них;
- ◆ рациональное природопользование;
- ◆ экосистемный подход к регулированию природопользования;
- ◆ целевой характер пользования природными ресурсами;

- ◆ устойчивость права пользования природными ресурсами;
- ◆ платность специального природопользования.

Сегодня рациональное природопользование зачастую называют экологически обоснованным природопользованием, при котором одновременно учитываются экономические, экологические, социальные и иные интересы человека. Принцип рационального природопользования обеспечивается как с помощью правовых норм, так и с помощью иных средств, например, экологически чистых технологий.

Решению задач рационального природопользования служат как общие, так и специальные нормы, содержащиеся преимущественно в ресурсном законодательстве.

Так, например, в целях наиболее рационального использования лесных ресурсов Лесной кодекс предусматривает три группы лесов, кроме этого, могут быть установлены категории защитности.

Правовыми критериями рационального использования соответствующего природного ресурса служит соблюдение требований по обеспечению его неистощимости и экологически обоснованной эксплуатации при одновременном обеспечении устойчивого развития. Например, возобновимые природные ресурсы, леса и рыбные запасы, не будут истощены, если коэффициент использования не превышает возможности их восстановления и естественного прироста.

Принцип платности природопользования заключается в обязанности субъекта специального природопользования оплатить пользование соответствующим видом природного ресурса. Введением платы достигается решение как общих государственных задач, так и задач, связанных с поддержанием благоприятного состояния эксплуатируемого природного ресурса или его восстановлением. Согласно ст. 16 Закона «Об охране окружающей среды», платность природопользования включает плату за природные ресурсы и за загрязнение окружающей среды и за другие виды воздействия на природу.

Так в соответствии с Водным кодексом РФ (ст. 123), система платежей, связанных с использованием водных объектов включает:

- ◆ плату за пользование водными объектами;
- ◆ плату, направляемую на охрану водных объектов.

Лесной кодекс РФ (ст. 103) устанавливает систему платежей за пользование лесным фондом:

- ◆ лесные подати;
- ◆ арендную плату.

Согласно ст. 39 закона «О недрах», система платежей включает:

- ◆ платежи за право пользования недрами;
- ◆ сбор на выдачу лицензий;

- ◆ отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой базы;
- ◆ акцизный сбор;
- ◆ платежи за пользование акваторией и участками морского дна.

Принцип устойчивости права природопользования заключается в основном в том, что природные объекты предоставляются в основном либо в бессрочное пользование, либо на длительное время, а право пользования ими может быть прекращено только по основаниям, указанным в законе. Это создает пользователю необходимые условия для осуществления его деятельности, гарантию его интересов, связанных с природопользованием.

Принцип целевого использования природных ресурсов. Цель, для которой предоставляется ресурс, всегда обязательно фиксируется в разрешительном документе: в решении о предоставлении участка в пользование или в лицензии на право пользования недрами.

Поэтому использование объекта не в соответствии с целевым назначением рассматривается законодательством как правонарушение и служит основанием для принятия решения о приостановлении или аннулирования выданного разрешения (лицензии).

10.1.5. Управление в сфере охраны окружающей природной среды

Управление в сфере охраны окружающей среды представляет собой подзаконную исполнительно-распорядительную деятельность государственных органов исполнительной власти и органов местного самоуправления, основной целью которых является организация обеспечения сохранения окружающей среды, ее восстановления и обеспечения экологической безопасности.

В основе осуществления управления в рассматриваемой сфере лежит **право территориального верховенства государства**. Государство, исходя из интересов общества в охране окружающей среды, организует систему управления в этой области. Органы исполнительной власти и органы местного самоуправления наделяются в законодательном порядке соответствующими полномочиями, определяется система взаимоотношений, координации деятельности этих органов, а также их ответственность. Полномочия указанных органов по регулированию вопросов охраны окружающей среды касаются любых субъектов, деятельность которых оказывает влияние на природу, независимо от форм собственности. Принцип разделения властей, закрепленный в ст. 10 Конституции РФ, определяет характер деятельности исполнительных органов государственной власти по организации охраны окружающей природной среды. Суть этого принципа заключается в разграничении сфер деятельности и полномочий

государственных органов, осуществляющих законодательную, исполнительную и судебную власть.

Организация управления в сфере охраны окружающей среды носит комплексный характер. Комплексный подход в решении вопросов охраны природы обусловлен объективным законом единства природы, всеобщей взаимосвязи происходящих в природе процессов и явлений. Вместе с тем, система управления охраной окружающей среды строится с учетом природно-экономических свойств объектов природы.

Социальные, экономические, экологические и научно-технические требования, которые предъявляются к организации охраны окружающей среды, определяют содержание функций управления:

- ведение государственных кадастров в сфере природопользования и охраны окружающей среды;
- государственный учет в сфере охраны окружающей среды;
- государственный экологический мониторинг;
- планирование природоохранной деятельности;
- государственная экологическая экспертиза;
- экологический контроль.
- сертификация в сфере охраны окружающей среды.

Управление в области охраны окружающей среды может быть двух видов: *общее и специальное*.

Общее управление носит территориальный характер. Его осуществляют Правительство РФ, органы исполнительной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления в пределах своей компетенции.

Специальное управление осуществляют специально уполномоченные органы исполнительной власти, для которых осуществление соответствующих функций управления является главной задачей. К ним относятся МПР России и другие органы, осуществляющие функции в области охраны окружающей среды.

Система органов, осуществляющих общее управление в сфере охраны окружающей среды, состоит из государственных органов исполнительной власти РФ и государственных органов исполнительной власти субъектов Федерации. На местном уровне такую деятельность осуществляют органы местного самоуправления.

Исполнительным органом государственной власти общей компетенции является Правительство РФ, которое согласно ст. 114 Конституции РФ, обеспечивает проведение единой государственной политики в области экологии. Более подробно компетенция Правительства РФ в области охраны окружающей среды определена в ст. 5 Федерального закона «Об охране окружающей среды».

Общее управление в сфере охраны окружающей среды на уровне субъектов Федерации осуществляют соответствующие исполнительные органы государственной власти субъектов Федерации общей компетенции.

Полномочия органов государственной власти субъектов Российской Федерации в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, установлены в ст. 6 Федерального закона «Об охране окружающей среды».

На местном уровне исполнительно-распорядительную деятельность общего характера в сфере охраны окружающей среды осуществляют органы местного самоуправления.

Ст. 7. Федерального закона «Об охране окружающей среды» устанавливает, что полномочия органов местного самоуправления в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, определяются в соответствии с федеральными законами.

К числу исполнительных органов государственной власти, осуществляющих специальное управление, относятся:

- Министерство природных ресурсов РФ;
- Министерство здравоохранения РФ;
- Министерство РФ по атомной энергетике;
- Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;
- Государственный комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу;
- Государственный комитет по рыболовству;
- Федеральная служба земельного кадастра России;
- Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- Федеральная служба геодезии и картографии;
- Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности.

МПР России занимает центральное место в системе исполнительных органов государственной власти специальной компетенции в сфере охраны окружающей среды. Указом Президента Российской Федерации от 17 мая 2000 г. № 867 «О структуре федеральных органов исполнительной власти» МПР России переданы функции упраздненных Государственного комитета по охране окружающей среды и Федеральной службы лесного хозяйства России. МПР России действует на основании Положения, утвержденного постановлением Правительства РФ от 25 сентября 2000 г. № 726.

Министерство природных ресурсов Российской Федерации является федеральным органом исполнительной власти, проводящим государственную политику и осуществляющим управление в сфере изучения, использования, воспроизводства, охраны природных ресурсов и окружаю-

щей природной среды, обеспечения экологической безопасности, а также координирующим в случаях, установленных законодательством Российской Федерации, деятельность в этой сфере иных федеральных органов исполнительной власти. Министерство природных ресурсов Российской Федерации является:

- федеральным органом управления государственным фондом недр и лесным хозяйством;
- специально уполномоченным государственным органом управления использованием и охраной водного фонда;
- специально уполномоченным государственным органом в области использования, охраны, защиты лесного фонда и воспроизводства лесов, охраны окружающей природной среды, государственной экологической экспертизы, охраны, контроля и регулирования использования объектов животного мира и среды их обитания, охраны атмосферного воздуха, а также в пределах своей компетенции – в области обращения с отходами (за исключением радиоактивных) и осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель;
- федеральным органом исполнительной власти, специально уполномоченным на осуществление государственного регулирования в области охраны озера Байкал.

Министерство природных ресурсов Российской Федерации осуществляет возложенные на него полномочия как непосредственно, так и через свои территориальные органы. В ведении Министерства природных ресурсов Российской Федерации находятся предприятия, особо охраняемые природные территории, специализированные инспекции, научно-исследовательские учреждения и иные организации.

Основными задачами Министерства природных ресурсов Российской Федерации являются:

1) разработка и проведение государственной политики, осуществление государственного управления в сфере изучения, воспроизводства, использования и охраны природных ресурсов (недр, водных объектов, лесов, объектов животного и растительного мира), ведения лесного хозяйства, охраны окружающей природной среды и обеспечения экологической безопасности;

2) разработка и реализация мер, направленных на удовлетворение потребностей экономики Российской Федерации в минерально-сырьевых, водных, лесных и иных природных ресурсах, на обеспечение охраны, оздоровления и улучшения качества окружающей природной среды, рационального использования природных ресурсов, сохранения средообразующих, защитных, водо-охраных, рекреационных и иных полезных при-

родных свойств лесов, биологического разнообразия, природных комплексов и объектов, имеющих особое природоохранное, научное, культурное и рекреационное значение;

3) координация деятельности других федеральных органов исполнительной власти по вопросам изучения, воспроизводства, использования и охраны природных ресурсов, ведения лесного хозяйства, охраны окружающей природной среды и обеспечения экологической безопасности, сохранения биологического разнообразия, организации охраны и использования особо охраняемых природных территорий, обращения с отходами (за исключением радиоактивных);

4) комплексная оценка и прогнозирование состояния окружающей природной среды и использования природных ресурсов, обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций и населения соответствующей информацией;

5) организация и координация выполнения обязательств, вытекающих из членства Российской Федерации в международных организациях и участия в международных договорах, по вопросам, отнесенным к компетенции Министерства, содействие привлечению инвестиций для освоения и рационального использования природных ресурсов, ведения лесного и водного хозяйства, охраны окружающей природной среды.

10.1.6. Нормирование качества окружающей природной среды

Объективно в процессе общественного развития человек не может не воздействовать на состояние окружающей среды. Общество разрабатывает минеральные ресурсы, использует воду, осуществляет выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду. Проблема заключается в том, что необходимо, чтобы были определены научно обоснованные пределы таких воздействий, исходя из долгосрочных общественных интересов в сохранении количественных и качественных характеристик природы. Достижению указанной цели и должны служить экологическое нормирование и стандартизация.

Под нормированием в области природопользования и охраны окружающей среды понимается установление уполномоченными государственными органами экологических нормативов в соответствии с требованиями законодательства.

Нормирование в природоохранной практике используется в качестве инструмента охраны окружающей среды. Будучи урегулированной, в природоохранном законодательстве, такая мера становится правовой.

Система экологических нормативов и стандартов предопределяется практическими потребностями в использовании различных видов нормативов применительно к видам экологически значимой деятельности или продукции как инструментов для решения задач охраны окружающей среды. В систему экологических нормативов входят:

- ◆ нормативы качества окружающей среды;
- ◆ нормативы предельно вредного допустимого воздействия на состояние окружающей среды;
- ◆ нормативы использования природных ресурсов;
- ◆ экологические стандарты;
- ◆ нормативы санитарных и защитных зон.

Нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. Глава V Федерального закона «Об охране окружающей среды» определяет основы и порядок нормирования в области охраны окружающей среды.

Правовая природа нормирования в сфере охраны окружающей среды очень специфична. Нормирование представляет собой нормативно-правовое закрепление результатов научных исследований последствий антропогенного воздействия хозяйственной или иной деятельности на природу. Однако следует понимать, что результаты научных исследований не носят обязательный характер. Они становятся таковыми после их утверждения соответствующими государственными органами. Эти нормативы обладают юридической силой, их соблюдение обязательно для соответствующих субъектов природоохранительных отношений, превышение нормативов свидетельствует о нарушении природоохранительного законодательства.

В основе нормирования лежат три показателя:

- 1) медицинский – пороговый уровень угрозы здоровью человека, его генетической программе;
- 2) технологический – способность экономики обеспечить поддержание установленных пределов воздействия на человека и среду его жизни;
- 3) научно-технический – возможность научно-технических средств контролировать соблюдение пределов воздействия по всем его параметрам.

По действующему экологическому законодательству нормативы качества окружающей среды устанавливаются в форме **нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ**, а также вредных микроорганизмов, и **нормативов предельно допустимых уровней (ПДУ) вредных физических воздействий** на нее.

Нормативы предельно допустимого вредного воздействия на состояние окружающей среды определяют предельные размеры вредных воздействий на природу, устанавливаемые для отдельных источников. Регулирование выброса (сброса) загрязняющих веществ в природную среду является одним из правовых средств ее охраны. При установлении нормативов

предельно допустимого вредного воздействия на состояние окружающей среды принципиальным является вопрос их соотношения с нормативами качества окружающей среды (ПДК и ПДУ).

Требования нормирования вредного воздействия на состояние окружающей среды распространяется на все источники такого воздействия. Если на предприятии имеется несколько источников (труб), то для каждого из них устанавливаются нормативы выбросов или сбросов. В отличие от стационарных источников, для которых определяются индивидуальные нормативы с учетом специфики их воздействия на окружающую среду, для транспортных и иных передвижных средств и установок предусматриваются нормативы для модели. Общие требования к разработке нормативов вредного воздействия на окружающую среду, содержащиеся в Законе «Об охране окружающей среды», детализируются и развиваются природоресурсными законодательствами. Как и проекты нормативов предельно допустимого использования природных ресурсов, проекты нормативов предельно допустимых вредных воздействий на состояние окружающей среды разрабатываются самими природопользователями.

С учетом социальных и экологических последствий радиационного загрязнения окружающей среды особое значение имеет оптимальное регулирование нормирования предельно допустимого уровня радиационного воздействия.

Система дозовых пределов радиационного воздействия и принципы их применения на современном этапе детально регулируются Нормами радиационной безопасности (НРБ), утвержденными Главным государственным врачом РФ. Нормирование радиационной безопасности осуществляется применительно к определенным категориям облучаемых лиц:

- ◆ персонала;
- ◆ ограниченной части населения;
- ◆ населения области, города.

При этом для каждой категории облучаемых лиц устанавливаются два класса нормативов:

- ◆ основные дозовые пределы;
- ◆ допустимые уровни, соответствующие основным дозовым пределам.

Нормирование в области обеспечения радиационной безопасности в форме гигиенического облучения регламентируется также в ст. 9 Федерального закона «О радиационной безопасности населения».

10.1.7. Экологическая экспертиза

Оценка воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду (далее – оценка воздействия на окружающую среду) – это процесс, способствующий принятию экологически ориентиро-

ванного управленческого решения о реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности посредством определения возможных неблагоприятных воздействий, оценки экологических последствий, учета общественного мнения, разработки мер по уменьшению и предотвращению воздействий.

Оценка воздействия на окружающую среду проводится для того, чтобы предотвратить или смягчить воздействие хозяйственной или иной деятельности на окружающую среду и связанные с ней социальные, экономические и иные последствия. Оценка проводится для такой деятельности, вся документация которой, обосновывающая ее необходимость, подлежит государственной экологической экспертизе в соответствии с Федеральным законом «Об экологической экспертизе».

Основные требования к проведению процедуры оценки изложены в приказе МПР России от 16 мая 2000 г. № 372, которым утверждено Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации.

Инструкция по обоснованию хозяйственной и иной деятельности, утвержденная приказом МПР России от 29 декабря 1995 г. № 539, предусматривает специальные требования к экологическому обоснованию хозяйственной деятельности в предпроектной и проектной документации. **Цель подобного экологического обоснования** – оценка воздействия планируемой деятельности на окружающую природную среду и мероприятий по предотвращению негативного влияния конкретных объектов хозяйственной деятельности на экосистемы либо снижению его до уровня, регламентированного документами по охране окружающей среды, сохранению природных ресурсов и созданию благоприятных условий жизни людей путем всестороннего, комплексного рассмотрения всех преимуществ и потерь, связанных с реализацией намечаемой деятельности.

Экологическая экспертиза, особенно государственная, представляет собой правовую меру обеспечения выполнения экологических требований при принятии экологически значимых решений. Экологическая экспертиза представляет собой оценку допустимости регламентации объекта путем комплексного исследования предполагаемого его воздействия на окружающую среду и последствий такового для сохранения соответствующей экосистемы. Экологическая экспертиза выполняет роль предупредительного экологического контроля, а также инструмента поддержания экологического правопорядка в правотворчестве, в хозяйственной, управленческой и иной деятельности. Ее проведение обеспечивает соблюдение и охрану права каждого на благоприятную окружающую среду, служит источником разнообразной экологически значимой информации, средством доказывания при разрешении споров.

Федеральный закон «Об экологической экспертизе», принятый 23 ноября 1995 г., дает следующее определение понятию «экологическая экспертиза».

Экологическая экспертиза – установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы.

Принципы экологической экспертизы.

Экологическая экспертиза основывается на принципах:

♦ презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности. Суть его заключается в том, что любая деятельность, прежде всего, хозяйственная, влечет за собой воздействие на окружающую среду. Результат такого воздействия обычно имеет негативный характер;

♦ обязательности проведения государственной экологической экспертизы до принятия решений о реализации объекта экологической экспертизы;

♦ комплексности оценки воздействия на окружающую природную среду хозяйственной и иной деятельности и его последствий. То есть в результате проведения экологической экспертизы должен быть проведен анализ возможных вредных воздействий не только на какой-то один объект природы. Поскольку все природные компоненты находятся в состоянии естественной природной взаимосвязи, то необходима полная оценка потенциальных вредных воздействий на все компоненты окружающей среды;

♦ обязательности учета требований экологической безопасности при проведении экологической экспертизы. В проектной документации должны содержаться такие условия эксплуатации объекта, которые в максимально возможной степени исключали бы вероятность возникновения аварий и катастроф, влекущих за собой причинение вреда жизни и здоровью человека, окружающей среде;

♦ достоверности и полноты информации, представляемой на экологическую экспертизу;

♦ независимости экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий в области экологической экспертизы. Эксперт, привлекаемый по договору специалист, ничем не связан при осуществлении своих полномочий. Он вправе выражать свое мнение свободно;

♦ научной обоснованности, объективности и законности заключений экологической экспертизы. Во-первых заключение экологической экспер-

тизы должно соответствовать современному уровню развития научных знаний в том или ином направлении. Во-вторых, в заключении экспертной комиссии должно быть отражено реально существующее положение, лишенное какого-то предвзятого представления. В-третьих, эксперт обязан соотносить свои профессиональные выводы о возможности или невозможности реализации проекта, сообразуя их. С нормами действующего законодательства;

- ◆ гласности, участия общественных организаций (объединений), учета общественного мнения. Представители общественных организаций имеют право принимать участие в проведении экологической экспертизы;

- ◆ ответственности участников экологической экспертизы и заинтересованных лиц за организацию, проведение, качество экологической экспертизы. То есть процедура проведения экологической экспертизы должна быть проведена в строгом соответствии тем требованиям, которые предусмотрены действующим законодательством.

Существует два вида экологической экспертизы: государственная и общественная.

Государственная экологическая экспертиза организуется и проводится специально уполномоченными государственными органами в области экологической экспертизы – МПР России – в порядке, установленном Федеральным законом «Об экологической экспертизе».

Государственная экологическая экспертиза проводится на федеральном уровне и на уровне субъекта Федерации.

Общественная экологическая экспертиза организуется и проводится по инициативе граждан и общественных организаций, а также органов местного самоуправления общественными организациями, основными направлениями, деятельности которых в соответствии с их уставами являются охрана окружающей среды, и в том числе проведение экологической экспертизы. Общественные организации, участвующие в экспертизе, должны быть зарегистрированы в порядке, установленном законодательством.

Ст. 11 Федерального закона «Об экологической экспертизе» устанавливает объекты государственной экологической экспертизы федерального уровня. Ст. 12 Федерального закона «Об экологической экспертизе» регламентирует объекты государственной экологической экспертизы уровня субъектов Российской Федерации.

Государственная экологическая экспертиза, в том числе повторная, проводится при условии соответствия формы и содержания, представляемых заказчиком материалов требованиям настоящего Федерального закона.

Ее проведение организуется МПР России или его территориальными органами, которые для этих целей образуют экспертные комиссии по каж-

дому конкретному объекту государственной экологической экспертизы как из внештатных экспертов, так и штатных сотрудников этого министерства и его территориальных органов.

Государственная экологическая экспертиза проводится при условии ее предварительной оплаты заказчиком документации, подлежащей государственной экологической экспертизе, в полном объеме и в порядке, устанавливаемыми специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы.

Срок проведения государственной экологической экспертизы определяется сложностью объекта государственной экологической экспертизы, устанавливаемой в соответствии с нормативными документами федерального специально уполномоченного государственного органа в области экологической экспертизы, но не должен превышать 6 месяцев.

Результатом проведения государственной экологической экспертизы является заключение государственной экологической экспертизы, отвечающее требованиям ст. 18 Федерального закона «Об экологической экспертизе».

Утверждение заключения, подготовленного экспертной комиссией государственной экологической экспертизы, является актом, подтверждающим соответствие порядка проведения государственной экологической экспертизы требованиям настоящего Федерального закона и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также требованиям законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации.

Положительное заключение государственной экологической экспертизы является одним из обязательных условий финансирования и реализации объекта государственной экологической экспертизы. Положительное заключение государственной экологической экспертизы имеет юридическую силу в течение срока, определенного специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы, проводящим конкретную государственную экологическую экспертизу.

Ст. 19 Федерального закона «Об экологической экспертизе» установлены права граждан и общественных организаций (объединений) в области экологической экспертизы.

Граждане и общественные организации (объединения) в области экологической экспертизы имеют право:

- ♦ выдвигать предложения о проведении в соответствии с настоящим Федеральным законом общественной экологической экспертизы хозяйственной и иной деятельности, реализация которой затрагивает экологические интересы населения, проживающего на данной территории;

◆ направлять в письменной форме специально уполномоченным государственным органам в области экологической экспертизы аргументированные предложения по экологическим аспектам намечаемой хозяйственной и иной деятельности;

◆ получать от специально уполномоченных государственных органов в области экологической экспертизы, организующих проведение государственной экологической экспертизы конкретных объектов экологической экспертизы, информацию о результатах ее проведения;

◆ осуществлять иные действия в области экологической экспертизы, не противоречащие законодательству Российской Федерации.

Общественная экологическая экспертиза организуется и проводится по инициативе граждан и общественных организаций (объединений), а также по инициативе органов местного самоуправления общественными организациями (объединениями), основным направлением деятельности которых в соответствии с их уставами является охрана окружающей природной среды, в том числе организация и проведение экологической экспертизы и которые зарегистрированы в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Общественная экологическая экспертиза может проводиться в отношении объектов, указанных в ст. 11 и 12 настоящего Федерального закона, за исключением объектов экологической экспертизы, сведения о которых составляют государственную, коммерческую и (или) иную охраняемую законом тайну.

Заключение общественной экологической экспертизы направляется специально уполномоченным государственным органам в области экологической экспертизы, осуществляющим государственную экологическую экспертизу, заказчику документации, подлежащей общественной экологической экспертизе, органам, принимающим решение о реализации объектов экологической экспертизы, органам местного самоуправления и может передаваться другим заинтересованным лицам.

Заключение общественной экологической экспертизы приобретает юридическую силу после утверждения его специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы.

Заключения общественной экологической экспертизы могут публиковаться в средствах массовой информации, передаваться органам местного самоуправления, органам государственной экологической экспертизы, заказчикам документации, подлежащей общественной экологической экспертизе, и другим заинтересованным лицам.

10.1.8. Экологический контроль

Экологический контроль – важнейшая правовая мера обеспечения рационального природопользования и охраны окружающей среды от вредных воздействий, функция государственного управления. Именно посредством экологического контроля обеспечивается принуждение соответствующих субъектов права окружающей среды к исполнению экологических требований.

Российское административное право выделяет два вида контрольной деятельности – контроль и надзор.

Под экологическим контролем понимается деятельность уполномоченных органов по проверке соблюдения и исполнения экологического законодательства. Административный надзор представляет собой специфическую разновидность государственного контроля, суть которого состоит в наблюдении за исполнением действующих в сфере управления природоохранных правил.

Экологический контроль, как правовая мера, выполняет ряд функций – предупредительную, информационную и карательную.

Роль предупредительной функции заключается в том, что субъекты экологического контроля, зная о возможной проверке соблюдения ими правовых экологических требований, заинтересованы в выполнении законодательства и предупреждении нарушений.

Информационная функция связана с тем, что в процессе контроля соответствующие органы и лица собирают разнообразную информацию о природоохранительной деятельности подконтрольных субъектов.

Карательная функция проявляется в применении к нарушителям правовых экологических требований, предусмотренных законодательством санкций по результатам соответствующих проверок.

В природоохранительной практике России выделяются следующие виды экологического контроля:

- государственный;
- ведомственный, производственный;
- общественный.

Критериями такой классификации являются субъект, от имени которого проводится контроль, и сфера действия контроля.

Задачей государственного экологического контроля является обеспечение выполнения правовых требований по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды от загрязнения всеми государственными органами, предприятиями, организациями и гражданами, которым такие требования адресованы.

Существенной особенностью государственного экологического контроля является то, что он проводится от имени государства.

Государственный экологический контроль проводится в форме предупредительного и текущего.

Задачей предупредительного контроля является недопущение хозяйственной, управленческой и иной деятельности, которая в будущем может оказать вредное воздействие на природу. Такой контроль обычно осуществляется на стадии планирования, ввода объекта в эксплуатацию.

Текущий государственный экологический контроль осуществляется специально уполномоченными органами на стадии эксплуатации предприятий и иных экологически значимых объектов, в процессе природопользования.

Правовые основы организации и осуществления государственного экологического контроля установлены Конституцией РФ, экологическим законодательством, а также рядом специальных подзаконных актов.

Глава XI Федерального закона «Об охране окружающей среды» определяет задачи государственного экологического контроля, органы его осуществляющие, а также полномочия должностных лиц этих органов.

Существенной предпосылкой эффективности государственного экологического контроля служит адекватное регулирование, и соблюдение процедуры принятия государственными инспекторами по охране природы мер по предупреждению, выявлению и устранению экологических правонарушений и привлечения виновных к ответственности.

Необходимо отметить, что в соответствии с действующим законодательством государственные инспектора по охране природы имеют достаточные полномочия для выполнения возложенных на них задач в области осуществления государственного экологического контроля.

Ст. 67 Федерального закона «Об охране окружающей среды» определяет задачи производственного контроля в области охраны окружающей среды (производственный экологический контроль).

Производственный контроль в области охраны окружающей среды (производственный экологический контроль) осуществляется в целях обеспечения выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов, а также в целях соблюдения требований в области охраны окружающей среды, установленных законодательством в области охраны окружающей среды.

Содержание производственного контроля зависит, прежде всего, от специфики предприятия. Экологический контроль проводит руководитель предприятия, руководители функциональных служб (главного инженера, энергетика, механика) и производственных подразделений. Более полезным считается производственный контроль, осуществляемый экологиче-

ской службой данного предприятия. Главной задачей производственного экологического контроля является проверка:

- выполнения планов и мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды;
- соблюдение нормативов предельно допустимых воздействий на природу, установленных предприятию;
- выполнения иных требований законодательства об охране окружающей среды.

Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» устанавливает более строгие требования к проведению производственного контроля за обеспечением радиационной безопасности. Согласно ст. 11 этого закона, порядок проведения производственного контроля определяется для каждой организации с учетом особенностей и условий выполняемых работ и согласовывается с органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление, государственный надзор и контроль в области обеспечения радиационной безопасности.

Эффективность производственного контроля во многом зависит от взаимодействия с органами государственного экологического контроля. Пока такое взаимодействие развито очень слабо. Руководители предприятий и экологические службы считают своей задачей защиту интересов предприятия любым путем, в том числе и путем сокрытия фактов нарушения экологического законодательства, предоставления государственным органам неверных сведений. Важное место в развитии такого сотрудничества отводится и государственным органам экологического контроля, которые должны реализовывать не только административные меры, но и методы убеждения, воспитания.

Ст. 68 Федерального закона «Об охране окружающей среды» устанавливает права муниципального контроля в области охраны окружающей среды (муниципальный экологический контроль) и общественного контроля в области охраны окружающей среды (общественный экологический контроль).

Очень важно то, что граждане и общественные экологические организации получили возможность участвовать в рамках права в обеспечении выполнения и контроле за выполнением экологических требований в предпринимательской и управленческих сферах на стадиях подготовки и принятия хозяйственных и управленческих экологически значимых решений. Речь идет о реализации ими контрольных функций в рамках ряда процедур, урегулированных действующим законодательством.

В соответствии с Земельным кодексом, граждане, общественные организации имеют право участвовать в рассмотрении вопросов, связанных с изъятием и предоставлением земельных участков для строительства

промышленных предприятий и иных несельскохозяйственных нужд, затрагивающих интересы населения. Прежде чем принять решение об отводе земельного участка под такие объекты, уполномоченные государственные органы «выясняют мнение граждан через референдумы, собрания, сходы граждан, иные формы непосредственной демократии» (ст. 28 ЗК). К сожалению, процедура проведения таких мероприятий не регулируется и не определена юридическая сила общественного мнения.

Общественные контрольные функции по проверке выполнения экологических требований реализуются также в рамках общественных слушаний по результатам оценки воздействия планируемой деятельности на окружающую среду.

Это же можно сказать в отношении общественного контроля за принятием экологически значимых решений в рамках общественной экологической экспертизы. При этом существует два очень принципиальных обстоятельства.

Важной формой осуществления общественного экологического контроля за деятельностью предприятий и государственных органов является затребование от них информации о природоохранной деятельности и состоянии окружающей среды, право на которую предусмотрено законом. На основе полученной информации граждане вправе обжаловать решения, действия и бездействия, нарушающие их экологические права и законные интересы, в суде.

Повышению эффективности экологического контроля в России способствовало бы развитие сотрудничества и взаимодействия органов контроля, особенно государственного и общественного, с органами прокуратуры.

10.1.9. Юридическая ответственность за экологические правонарушения

Экологическое правонарушение представляет собой негативное социальное явление. Его результатом является посягательство на установленный в стране экологический правопорядок, основными целями которого являются сохранение природных богатств и естественной среды обитания человека.

Субъектами экологических правонарушений могут быть как российские, так и иностранные граждане и юридические лица, а также лица без гражданства.

Объектом экологического правонарушения являются общественные отношения по поводу окружающей среды в целом и ее отдельных компонентов, регулируемые и охраняемые нормами права.

Основанием ответственности является наличие в законе указания о применении соответствующих мер ответственности за противоправное поведение. Субъект несет ответственность только в том случае, если его поведение (действие или бездействие) закон признает противоправным.

Таким образом, *экологическим правонарушением* признается вредное виновное общественное действие или бездействие, нарушающее нормы законодательства об охране окружающей среды и причиняющее вред окружающей среде и здоровью населения. Глава XIV Федерального закона «Об охране окружающей среды» устанавливает формы ответственности за нарушение природоохранного законодательства.

Ст. 75 данного закона гласит: *за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды устанавливается имущественная, дисциплинарная, административная и уголовная ответственность в соответствии с законодательством.*

Дисциплинарная ответственность регламентируется КЗоТ РФ, которая выражается в наложении администрацией предприятия на виновного работника дисциплинарного взыскания за невыполнение им его обязанностей по службе или договору, связанных с охраной окружающей среды.

Субъективной стороной дисциплинарного экологического проступка является, как правило, неосторожность. В соответствии со ст. 135 КЗоТ РФ, к нарушителям могут быть применены следующие дисциплинарные взыскания:

- замечание;
- выговор;
- строгий выговор;
- увольнение;
- перевод на ниже оплачиваемую работу на определенный срок или понижение в должности.

В качестве разновидности дисциплинарного взыскания может применяться депремирование должностных лиц и иных работников. Порядок наложения и снятия дисциплинарного взыскания урегулирован в трудовом законодательстве. Наложение дисциплинарного взыскания не исключает возможности применения более строгих видов ответственности при наличии правовых оснований.

Административное взыскание есть мера ответственности за административное правонарушение и применяется с целью оказать воспитательное воздействие на нарушителя и других лиц и тем самым предупредить совершение новых проступков, а также преступлений.

Административной ответственности подлежит лицо, достигшее к моменту совершения административного правонарушения 16-летнего возраста.

Должностные лица подлежат административной ответственности за административные правонарушения, связанные с несоблюдением установленных правил в определенной сфере, в данном случае в области охраны окружающей среды, обеспечение выполнения которых входит в их должностные обязанности.

Административная ответственность устанавливается Кодексом РФ «Об административных правонарушениях», который введен в действие с 1 июля 2002 г.

Глава 8 Кодекса РФ «Об административных правонарушениях» устанавливает административные правонарушения в области охраны окружающей среды и рационального природопользования.

Например, ст. 8.21 Кодекса РФ «Об административных правонарушениях» определяет ответственность за нарушение правил охраны атмосферного воздуха.

1. Выброс вредных веществ в атмосферный воздух или вредное физическое воздействие на него без специального разрешения влечет наложение административного штрафа:

- на граждан в размере от двадцати до двадцати пяти минимальных размеров оплаты труда;
- на должностных лиц – от сорока до пятидесяти минимальных размеров оплаты труда;
- на юридических лиц – от четырехсот до пятисот минимальных размеров оплаты труда.

При наложении штрафа учитываются характер совершенного правонарушения, личность нарушителя, степень его вины, имущественное положение и обстоятельства, смягчающие или отягчающие ответственность. Административное взыскание может быть наложено не позднее двух месяцев со дня совершения правонарушения, а при длительном правонарушении – не позднее двух месяцев со дня его обнаружения. Привлечение виновного к административной ответственности не исключает возможности возложения на него обязанности возмещения причиненного ущерба.

В Уголовном кодексе РФ имеется специальная глава 26, которая называется «Экологические преступления».

Так ст. 246 УК РФ предусматривает уголовную ответственность за нарушение правил охраны окружающей среды при производстве работ. Этот состав преступления имеет общий характер. Нарушение правил охраны окружающей среды при проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию объектов, если это повлекло массовую гибель животных, причинение вреда здоровью человека, наказывается лишением свободы на срок до 5 лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 3 лет или без такового.

Нарушение правил обращения с экологически опасными веществами и отходами, согласно ст. 247 УК РФ, рассматривается как уголовное преступление. Производство запрещенных видов опасных отходов, транспортировка, хранение, захоронение, использование и иное обращение радиоактивных, бактериологических, химических веществ и отходов с нарушением установленных правил, если эти деяния создали угрозу причинения существенного вреда здоровью человека или окружающей среде, наказываются штрафом в размере 200–500 минимальных размеров оплаты труда или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от 2 до 5 месяцев либо ограничение свободы на срок до 2 лет.

В Уголовном кодексе РФ уделено внимание обеспечению соблюдения правил безопасности при обращении с микробиологическими либо другими биологическими агентами или токсинами. Нарушение этих правил, согласно ст. 248 УК РФ, влечет уголовную ответственность. Нарушение этих правил, если это повлекло причинение вреда здоровью человека, распространение эпидемий или эпизоотии либо иные тяжкие последствия, наказывается лишением свободы на срок до трех лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

Если это же деяние повлекло по неосторожности смерть человека, наказывается лишением свободы на срок от двух до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет. При рассмотрении уголовных дел, возникших в связи с нарушением экологического законодательства, необходимо отграничивать экологические преступления от экологических проступков, то есть виновных противоправных деяний, причиняющих вред окружающей природной среде и здоровью человека, за которые установлена административная ответственность.

В случае возникновения трудностей в разграничении уголовно-наказуемого деяния и административного проступка особое внимание следует уделять выяснению всех обстоятельств, характеризующих состав экологического правонарушения, последствий противоправного деяния, размера нанесенного вреда и причиненного ущерба. В частности, разграничение уголовно-наказуемой добычи водных животных и растений (ст. 256 УК РФ) и аналогичного административного проступка необходимо проводить по признакам наличия крупного ущерба, применения самоходного транспортного плавающего средства или взрывчатых и химических веществ, электротока либо иных способов массового истребления, а также по обстоятельствам места совершения деяния (места нереста или миграционные пути к ним, территории заповедника, заказника, зоны экологического бедствия или зоны чрезвычайной экологической ситуации).

Так, разграничение незаконной охоты, наказуемой в уголовном порядке (ст. 258 УК РФ), и административного проступка – нарушения правил охоты, следует производить по квалифицирующим признакам состава преступления:

- причинение крупного ущерба;
- применение механического транспортного средства или воздушного судна, взрывчатых веществ, газов и иных способов массового уничтожения птиц и зверей;
- если деяние совершено в отношении птиц и зверей, охота на которых полностью запрещена;
- на территории заповедника, заказника;
- в зоне экологического бедствия или в зоне чрезвычайной экологической ситуации.

Гражданско-правовая ответственность в сфере взаимодействия общества и природы заключается главным образом, в возложении на правонарушителя обязанности возместить потерпевшей стороне имущественный и моральный вред, причиненный в результате нарушения правовых экологических требований. Согласно ст. 15 Гражданского кодекса РФ, лицо, право которого нарушено, может требовать полного возмещения причиненных ему убытков, если законом или договором не предусмотрено возмещение убытков в меньшем размере. Под убытками понимаются расходы, которые лицо, чье право нарушено, произвело или должно будет произвести для восстановления нарушенного права, а также неполученные доходы, которые бы это лицо получило при обычных условиях гражданского оборота, если бы его право не было нарушено.

Особенностью гражданско-правовой ответственности является то, что она может налагаться на правонарушителя наряду с применением мер дисциплинарного, административного и уголовного воздействия, то есть совокупно.

Специфической целью данного вида ответственности является компенсация причиненного экологическим правонарушением вреда.

10.1.10. Понятие и виды экологического вреда

Вред, причиняемый нарушением правовых экологических требований, называется в доктрине права окружающей среды экологическим, или экогенным вредом.

Под экологическим вредом понимается любое ухудшение состояния окружающей среды, произошедшее вследствие нарушения правовых экологических требований, и связанное с ним любое умаление охраняемого

законом материального или нематериального блага, включая жизнь и здоровье человека, имущество физических и юридических лиц.

Составными частями экологического вреда являются: ущерб, упущенная выгода и моральный вред.

Экологический ущерб, прежде всего, проявляется в форме загрязнения окружающей среды, порчи, уничтожения, повреждения, разрушения экологических систем. Вследствие названных форм деградации природы может быть причинен ущерб здоровью и имуществу граждан и юридических лиц.

Экологический ущерб очень часто связан с упущением выгоды, то есть неполучением природопользователем доходов, которые он мог получить при обычных условиях. Например, фермер мог получить более высокий урожай сельскохозяйственных культур, если бы не была загрязнена окружающая среда.

Новым для российского законодательства элементом экологического вреда является моральный вред. В соответствии с Постановлением Пленума Верховного Суда РФ от 20 декабря 1994 г., «Некоторые вопросы применения законодательства о компенсации морального вреда», моральный вред может заключаться в нравственных переживаниях в связи с невозможностью продолжать активную общественную жизнь, с потерей работы, а также с физической болью, связанной с повреждением здоровья или в связи с заболеванием, перенесенным в результате нравственных страданий. Так как природа удовлетворяет эстетические потребности человека, уничтожение, к примеру, зеленых насаждений в городах может рассматриваться как фактор причинения морального вреда и соответственно должно служить основанием для его возмещения. Соответствующие иски могут предъявляться в контексте нарушения права на благоприятную окружающую среду.

Законодательством предусматривается судебный и внесудебный порядок возмещения экологического вреда. Соответствующая обязанность может быть исполнена по решению суда. Внесудебный порядок возмещения реализуется рядом способов, включая добровольное возмещение, посредством страхования риска причинения экологического вреда и в административном порядке. Добровольный способ возмещения экологического вреда мало встречаемый в России, хотя судебный порядок может создать для причинителя вреда очень мощную антирекламу, которая может в дальнейшем повлиять на его дальнейшее развитие.

Административный порядок возмещения нанесенного экологического вреда применяется при авариях и стихийных бедствиях, имеющих экологические последствия, путем принятия мер социально-экономической защиты пострадавшего населения.

Принципы возмещения вреда устанавливаются ст. 1064 ГК РФ.

Говоря о возмещении вреда природной среде, имеют в виду, что стороной любого обязательства, в том числе и возникающего из причинения вреда, является субъект права, а не его объект. А природная среда, в данном случае потерпевшая сторона, как мы знаем, является объектом права. Следовательно, возмещение вреда природной среде осуществляется в зависимости от реальной ситуации обладателю права собственности на природные ресурсы или природопользователю.

Дела о возмещении вреда, причиненного окружающей среде, рассматриваются по искам прокурора, органов МПР РФ, других государственных органов управления использованием и охраной природных ресурсов, граждан и юридических лиц, во владении и пользовании которых находятся природные ресурсы.

Возмещение причиненного природной среде вреда в денежном выражении определяется рядом способов, предусмотренных законодательством об охране окружающей среды.

Рассматривая дела, связанные с нарушениями экологического законодательства, судам приходится в каждом конкретном случае выяснять размер нанесенного ущерба. При определении объема возмещения экологического вреда и расчета сумм ущерба, причиненного экологическим правонарушением и подлежащего возмещению, необходимо руководствоваться как централизованно утвержденными методиками подсчета и установленными таксами, так и региональными нормами, конкретизирующими положения федерального законодательства.

При решении судами вопроса о том, является ли ущерб, причиненный незаконной добычей водных животных и растений, или незаконной охотой, крупным, нужно учитывать:

- количество добытого, поврежденного или уничтоженного;
- распространенность животных;
- их отнесение к специальным категориям, например к редким и исчезающим видам;
- экологическую ценность;
- значимость для конкретного места обитания, охотничьего хозяйства, а также иные обстоятельства содеянного.

В случае причинения крупного ущерба незаконной добычей водных животных и растений либо незаконной охотой необходимо установить причинную связь между действиями виновного и их последствиями.

При этом необходимо в каждом конкретном случае, квалифицируя содеянное, исходить не только из стоимости добытого и количественных критериев, но и учитывать причиненный экологический вред, т. е. вред, в целом нанесенный животному и растительному миру.

К такому вреду следует, в частности, относить ущерб, причиненный отстрелом зубра, лося, оленя при незаконной охоте, уничтожением мест нереста, гибелью большого количества мальков при незаконном занятии водным добывающим промыслом, отловом или уничтожением животных и растений, занесенных в Красную книгу РФ.

Для правильной оценки причиненного экологического вреда суд может привлечь соответствующих специалистов.

Следует также иметь в виду, что суммы, вырученные от реализации незаконно добытой продукции, зачету в счет возмещения ущерба не подлежат.

Суммы ущерба, взыскиваемые по решению суда или арбитражного суда, возмещаются потерпевшей стороне для принятия мер по восстановлению потерь окружающей среде.

Решение о подготовке и направлении претензии или искового заявления принимается на основании Протокола о нарушении природоохранительного законодательства, доказательств, собранных в процессе расследования, и произведенного расчета ущерба и убытков. К исковому заявлению или претензии прилагаются протокол о нарушении требований экологического законодательства РФ, фотодокументы, картосхемы, акты об отборе и анализе проб, заключения и масса загрязняющих веществ и другая количественная оценка гибели и заражения биоты, повреждения растительного покрова и т. д. При рассмотрении дела суд может назначить экспертизу для определения подлинного размера ущерба. Однако отсутствие методик или таксы подсчета ущерба не должно служить основанием для отказа в рассмотрении иска в суде или арбитражном суде.

Например, хозяйственная деятельность может нанести вред животному миру, среде его обитания. В этом случае, порядок возмещения вреда регулируется законом «О животном мире» (ст. 55–56). Юридические лица и граждане, причинившие вред объектам животного мира и среде их обитания, возмещают нанесенный ущерб добровольно или по решению суда в соответствии с таксами и методиками исчисления ущерба. Таксы для исчисления размера ущерба, причиненного юридическими и физическими лицами незаконным добыванием или уничтожением объектов животного мира, отнесенных к объектам охоты, утверждены приказом Минсельхозпрода России от 25 мая 1999 г.

В случае невозможности предотвратить ущерб, нанесенный в результате жизнедеятельности объектам животного мира, сельскому, водному и лесному хозяйству, убытки возмещаются из фондов экологического страхования, если таковые имеются. Ущерб должен быть взыскан с пользователей животным миром, если они не приняли мер по уменьшению ущерба на закрепленных за ними территориях.

На практике нередки случаи причинения вреда окружающей среде источниками повышенной опасности. Статья 1079 ГК РФ регулирует вопросы, связанные с ответственностью за вред, причиненный деятельностью, создающей повышенную опасность для окружающих. Так, юридические лица и граждане, деятельность которых связана с повышенной опасностью для окружающих (использование атомной энергии, взрывчатых веществ, сильнодействующих ядов и т. д.), обязаны возместить вред, причиненный источником повышенной опасности.

Владелец источника повышенной опасности не отвечает за источник, если докажет, что источник выбыл из его обладания в результате противоправных действий других лиц.

Право на возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу человека экологическими правонарушениями, – конституционное право (ст. 42 Конституции РФ).

О возмещении вреда здоровью людей, причиненного неблагоприятным воздействием окружающей среды, как и вреда самой природе, можно говорить условно. Такой вред не может быть возмещен. Он может быть лишь компенсирован.

Механизм защиты такого права регулируется рядом законодательных актов:

- Гражданский кодекс РФ;
- Основы законодательства РФ об охране здоровья граждан;
- Закон РФ «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»;
- Федеральный закон «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера»;
- др.

Обычной для России практикой возмещения вреда здоровью граждан в результате загрязнения окружающей среды (как частный случай повреждения здоровья вообще) является получение пособия по временной нетрудоспособности. Соответствующее решение принимается на основании специальной экспертизы, которая проводится лечащими врачами (ст. 49 Основ законодательства об охране здоровья граждан), которые выдают листок нетрудоспособности гражданам сроком до 30 дней. При наличии признаков инвалидности, то есть нарушения здоровья со стойким нарушением функций организма, соответствующее решение принимается по результатам медико-социальной экспертизы.

Предоставление гражданам, пострадавшим от неблагоприятного воздействия окружающей среды, мер социально-экономической защиты получило нормативное оформление после аварии на Чернобыльской АЭС. Законом РФ «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию

радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» компенсации и льготы предусмотрены для разных категорий пострадавших лиц, включая участников ликвидации последствий аварии и граждан, эвакуированных из зоны отчуждения. Если гражданин, пострадавший от неблагоприятного воздействия окружающей среды, претендует на полное возмещение вреда здоровью или имуществу, он должен в установленном в законодательстве порядке заявить свои претензии в суде. С иском в суд может обратиться сам потерпевший, члены его семьи, прокурор, общественная организация, представляющая интересы потерпевшего. При этом потерпевший должен обосновать свои требования и представить доказательства причинения вреда здоровью или имуществу, наличия причинной связи между причиненным вредом и загрязнением окружающей среды и деятельностью загрязнителей-предприятий. Все должно быть подкреплено документально: справками о состоянии здоровья, актом государственного органа экологического контроля о факте загрязнения окружающей среды в определенное время в определенном месте, справками с места работы и места жительства, подтверждающими, что потерпевший находился в данное время в данном месте и подвергался вредному воздействию окружающей среды.

Практически доказывание причинно-следственной связи в рассматриваемой сфере - дело чрезвычайно сложное. Суд при рассмотрении дела заслушивает доводы сторон, проверяет законность, правильность, обоснованность расчетов, а также всех других юридических и фактических обстоятельств дела и на этой основе принимает решение. Субъектами ответственности за причинение вреда здоровью и имуществу граждан экологическими правонарушениями могут быть как юридические лица и граждане-предприниматели, так и государственные органы и их должностные лица.

ГК РФ устанавливает, что вред, причиненный гражданину в результате незаконных действий государственных органов либо должностных лиц этих органов, подлежит возмещению. Он возмещается за счет средств соответственно казны РФ или субъекта РФ.

10.2. Особенная часть

10.2.1. Правовая охрана окружающей природной среды в промышленности и энергетике

Экологические требования, содержащиеся в законодательстве об охране окружающей среды, носят комплексный характер, то есть сформулированы применительно ко всему процессу создания хозяйственных или иных объектов: их размещению, проектированию, строительству и рекон-

струкции, вводу в эксплуатацию, а не к отдельным его этапам. Так, глава 7 Федерального закона «Об охране окружающей среды» устанавливает требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.

В ст. 34 ФЗ «Об охране окружающей среды» сказано, что «размещение, проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация, консервация и ликвидация зданий, строений, сооружений и иных объектов, оказывающих прямое или косвенное негативное воздействие на окружающую среду, осуществляются в соответствии с требованиями в области охраны окружающей среды. При этом должны предусматриваться мероприятия по охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности».

Нарушение требований в области охраны окружающей среды влечет за собой приостановление размещения, проектирования, строительства, реконструкции, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, консервации и ликвидации зданий, строений, сооружений и иных объектов по предписаниям органов исполнительной власти, осуществляющих государственное управление в области охраны окружающей среды.

Прекращение в полном объеме размещения, проектирования, строительства, реконструкции, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, консервации и ликвидации зданий, строений, сооружений и иных объектов при нарушении требований в области охраны окружающей среды осуществляется на основании решения суда и (или) арбитражного суда.

Выбор мест размещения зданий, строений, сооружений и иных объектов осуществляется с соблюдением требований законодательства при наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы.

В случаях, если размещение зданий, строений, сооружений и иных объектов затрагивает законные интересы граждан, решение принимается с учетом результатов референдумов, проводимых на соответствующих территориях.

Соблюдение экологических требований приобретает особое значение при предоставлении и изъятии земельных участков для строительства предприятий и хозяйственных объектов. Согласно ст. 28 и 29 Земельного кодекса РФ, предоставление и изъятие земельных участков включает несколько стадий.

Предприятие или учреждение, заинтересованные в строительстве объекта, сначала обращаются в орган местного самоуправления, обладающий правом изъятия и предоставления земельных участков, о предварительном

согласовании места размещения этого объекта и с обоснованием примерных размеров земельного участка, а также сроков пользования землей.

Затем орган местного самоуправления обеспечивает выбор земельного участка в натуре (или по его поручению местный комитет по земельным ресурсам). Результаты проведенной работы оформляются актом выбора земельного участка для размещения объекта, а в необходимых случаях и его охранной зоны. К акту должны прилагаться картографические материалы, расчеты убытков собственников земли, землевладельцев, материалы других согласований и экспертиз, проведенных с учетом развития территории. Органы местного самоуправления информируют население о возможном предоставлении земель для размещения объектов, деятельность которых затрагивает его интересы, и выясняют мнение граждан через местные референдумы, сходы и т. д. Необходимо отметить, что местные общественные организации и граждане имеют право участвовать в рассмотрении вопросов, связанных с изъятием и предоставлением земельных участков, затрагивающих интересы населения.

На следующем этапе материалы предварительного согласования места размещения объекта утверждаются решением органа местного самоуправления. Данное решение является основанием для проведения проектно-изыскательских работ и последующего принятия решения об изъятии и предоставлении земельного участка. Копия решения местного органа самоуправления выдается предприятию, заинтересованному в этом согласовании, в течение 7 дней. В случае несогласия с указанным решением собственник земли может обжаловать решение в 10-дневной срок в суде.

После утверждения проекта и включения объекта в план строительства предприятие обращается в орган местного самоуправления с ходатайством об изъятии предварительно согласованного земельного участка и предоставлении его для строительства объекта. При уточнении места расположения объекта или увеличении площади участка предприятие проводит дополнительные согласования с собственником земли.

Проекты, по которым отсутствуют положительные заключения государственной экологической экспертизы, утверждению не подлежат, и работы по их реализации финансировать запрещается.

Строительство и реконструкция зданий, строений, сооружений и иных объектов должны осуществляться по утвержденным проектам, имеющим положительные заключения государственной экологической экспертизы, с соблюдением требований в области охраны окружающей среды, а также санитарных и строительных требований, норм и правил.

При осуществлении строительства и реконструкции зданий, строений, сооружений и иных объектов принимаются меры по охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рекультивации земель, благо-

устройству территорий в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Ст. 38 Федерального закона «Об охране окружающей среды» устанавливает требования, предъявляемые при вводе объектов в эксплуатацию.

Ввод в эксплуатацию зданий, строений, сооружений и иных объектов осуществляется при условии выполнения в полном объеме требований в области охраны окружающей среды, предусмотренных проектами, и в соответствии с актами комиссий по приемке в эксплуатацию зданий, строений, сооружений и иных объектов, в состав которых включаются представители федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих государственное управление в области охраны окружающей среды.

Запрещается ввод в эксплуатацию зданий, строений, сооружений и иных объектов, не оснащенных техническими средствами и технологиями обезвреживания и безопасного размещения отходов производства и потребления, обезвреживания выбросов и сбросов загрязняющих веществ, обеспечивающими выполнение установленных требований в области охраны окружающей среды. Запрещается также ввод в эксплуатацию объектов, не оснащенных средствами контроля за загрязнением окружающей среды, без завершения предусмотренных проектами работ по охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рекультивации земель, благоустройству территорий в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Ст. 40 Федерального закона «Об охране окружающей среды» устанавливает особые требования в области охраны окружающей среды при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию и эксплуатации **объектов энергетики**.

Требования в области охраны окружающей среды, предъявляемые при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и выводе из эксплуатации зданий, строений, сооружений и иных объектов, в полной мере распространяются на военные и оборонные объекты, вооружение и военную технику, за исключением чрезвычайных ситуаций, препятствующих соблюдению требований в области охраны окружающей среды.

Перечень чрезвычайных ситуаций, препятствующих соблюдению требований в области охраны окружающей среды при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и выводе из эксплуатации военных и оборонных объектов, вооружения и военной техники, определяется законодательством Российской Федерации.

При осуществлении мелиорации земель, размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию и эксплуатации

мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений должны приниматься меры по обеспечению водохозяйственного баланса и экономному использованию вод, охране земель, почв, лесов и иной растительности, животных и других организмов, а также предупреждению другого негативного воздействия на окружающую среду при осуществлении мелиоративных мероприятий. Мелиорация земель не должна приводить к ухудшению состояния окружающей среды, нарушать устойчивое функционирование естественных экологических систем.

При размещении, проектировании, строительстве, реконструкции городских и сельских поселений должны соблюдаться требования в области охраны окружающей среды, обеспечивающие благоприятное состояние окружающей среды для жизнедеятельности человека, а также для обитания растений, животных и других организмов, устойчивого функционирования естественных экологических систем.

Здания, строения, сооружения и иные объекты должны размещаться с учетом требований в области охраны окружающей среды, санитарно-гигиенических норм и градостроительных требований.

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

Строительство и эксплуатация объектов нефтегазодобывающих производств, объектов переработки, транспортировки, хранения и реализации нефти, газа и продуктов их переработки допускаются при наличии проектов восстановления загрязненных земель в зонах временного и (или) постоянного отвода земель, положительных заключений государственной экологической экспертизы и иных установленных законодательством государственных экспертиз, финансовых гарантий реализации таких проектов.

Строительство и эксплуатация объектов нефтегазодобывающих производств, объектов переработки, транспортировки и хранения нефти и газа, расположенных в акваториях водных объектов, на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, допускаются при наличии положительных заключений государственной экологической экспертизы и иных установленных законодательством государственных экспертиз после восстановления загрязненных земель.

Ст. 51 Федерального закона «Об охране окружающей среды» определяет требования в области охраны окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления.

1. Отходы производства и потребления, в том числе радиоактивные отходы, подлежат сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению, условия и способы которых должны быть безопасными для окружающей среды и регулироваться законодательством Российской Федерации.

2. Запрещаются:

- сброс отходов производства и потребления, в том числе радиоактивных отходов, в поверхностные и подземные водные объекты, на водосборные площади, в недра и на почву;

- размещение опасных отходов и радиоактивных отходов на территориях, прилегающих к городским и сельским поселениям, в лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зонах, на путях миграции животных, вблизи нерестилищ и в иных местах, в которых может быть создана опасность для окружающей среды, естественных экологических систем и здоровья человека;

- захоронение опасных отходов и радиоактивных отходов на водосборных площадях подземных водных объектов, используемых в качестве источников водоснабжения, в бальнеологических целях, для извлечения ценных минеральных ресурсов;

- ввоз опасных отходов и радиоактивных отходов в Российскую Федерацию в целях их захоронения и обезвреживания.

3. Отношения в области обращения с отходами производства и потребления, а также опасными отходами и радиоактивными отходами регулируются соответствующим законодательством Российской Федерации.

Постановлением Правительства РФ № 340 от 23 мая 2002 г. утверждено положение, определяющее порядок лицензирования деятельности по обращению с опасными отходами.

Лицензирование деятельности по обращению с опасными отходами осуществляется Министерством природных ресурсов Российской Федерации и его территориальными органами.

Лицензионными условиями осуществления деятельности по обращению с опасными отходами являются:

а) выполнение лицензиатом международных договоров, законодательства Российской Федерации, государственных стандартов в области обращения с опасными отходами, правил, нормативов и требований, регламентирующих безопасное обращение с такими отходами;

б) наличие у лиц, допущенных к деятельности по обращению с опасными отходами, профессиональной подготовки, подтвержденной свидетельствами (сертификатами) на право работы с опасными отходами;

в) наличие у лицензиата принадлежащих ему на законном основании производственных помещений, объектов размещения отходов, соответствующего техническим нормам и требованиям оборудования, транспортных средств, необходимых для осуществления лицензируемой деятельности;

г) наличие у лицензиата средств контроля и измерений, подтверждающих соблюдение нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении лицензируемой деятельности.

10.2.2. Правовой режим экологически неблагоприятных территорий

Что понимается под экологически опасной ситуацией? Прежде всего, она характеризуется таким состоянием окружающей среды, которое не является благоприятным. Но, в соответствии с концепцией правовой охраны окружающей среды, в России неблагоприятной с юридической точки зрения окружающая среда уже считается при превышении установленных нормативов ее качества. Для признания ситуации экологически опасной должно быть отмечено такое отрицательное воздействие на нее, которое сопровождается некими значительными экологическими, экономическими или социальными последствиями. Факторы, создающие экологически опасные ситуации, по происхождению можно разделить на антропогенные, то есть связанные с деятельностью человека, и природные, стихийные, не зависящие от деятельности человека. Оба фактора значимы с точки зрения права окружающей среды и поэтому нуждаются в детальном рассмотрении.

При анализе антропогенного фактора создания неблагоприятных ситуаций важно учитывать, являются они следствием регулярной и обычной деятельности человека, но экологически необоснованной, то есть выполняемой с нарушением законов развития природы, или техногенной аварией. Так, кризисное положение на Урале, Кузбассе, в других регионах непосредственно связано с тем, что человек в течение ряда лет эксплуатировал промышленные предприятия, энергетические объекты, испытывал атомное оружие, игнорируя экологические требования. Иное дело – катастрофические последствия аварии на Чернобыльской АЭС или авариях на нефтепроводах или танкерах, перевозящих нефть в океане. Большую роль в формировании этого антропогенного фактора играет состояние оборудо-

дования, технологий, наличие правового механизма предупреждения аварий и действиях при аварии.

Применительно к экологически неблагоприятным ситуациям, возникающим в процессе хозяйственной деятельности человека, общество заинтересовано в том, чтобы своевременно оценивать социальную, экологическую и иную опасность такой деятельности, устранить или предотвратить ее, принять необходимые меры к тому, чтобы защитить население, обеспечить охрану окружающей среды и хозяйственных объектов.

В отношении стихийных бедствий задача состоит, прежде всего, в том, чтобы предугадать эти события, а также своевременно подготовиться к тому, чтобы избежать человеческих жертв и материального ущерба или минимизировать его.

Право и призвано сыграть важнейшую роль в предупреждении аварий и катастроф на хозяйственных объектах, в ликвидации и минимизации их последствий, в регулировании управления в этой сфере.

Таким образом, в праве определены требования безопасности при размещении предприятий и иных объектов, их проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию.

Наиболее значимым актом в данной сфере является Федеральный закон от 21 июля 1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Этот закон определяет юридически значимые критерии опасных производственных объектов. К ним относятся предприятия, участки и цеха, если на них:

- 1) получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества;
- 2) используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С;
- 3) используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры;
- 4) получают расплавы черных и цветных металлов и сплавы на основе этих расплавов;
- 5) ведутся горные работы, работы по обогащению полезных ископаемых, а также работы в подземных условиях.

В отличие от техногенных чрезвычайных ситуаций, стихийные бедствия человек не способен предотвратить. Но он заинтересован и способен в известной мере предсказать их и принять меры к тому, чтобы минимизировать их отрицательные последствия для себя и окружающей среды.

Наиболее эффективной предупредительной мерой является учет естественных факторов при проектировании и развитии городов, определении мест размещения опасных объектов.

Нужно отметить, что правовое регулирование в этом направлении развито крайне мало. Закон РФ от 14 июля 1992 г. «Об основах градостроительства в РФ» устанавливает основы правового регулирования градостроительства в целях обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности человека и общества, развития производственной и социальной инфраструктур, но он не содержит даже намека на решение этих проблем с учетом опасных естественных факторов.

Лишь некоторые общие требования о предупреждении и ликвидации последствий вредного воздействия вод (наводнения, подтопления и затопления, разрушение берегов, плотин, дамб и т. д.) предусмотрены ст. 117 Водного кодекса РФ. Обязанность принимать меры для предупреждения и ликвидации последствий вредного воздействия возложена на федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Федерации и водопользователей.

Наиболее значимым актом можно считать Положение о федеральной системе сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений, утвержденное постановлением Правительства от 25 декабря 1993 г. Это система как подсистема российской системы предупреждения и действий в ЧС создана для координации деятельности органов государственного управления по обеспечению защиты населения, объектов и территорий от воздействия землетрясений.

Обладая данными о сейсмологии того или иного хозяйственно освоенного района, государство может заблаговременно принять меры по подготовке к возможным землетрясениям. С учетом природных явлений, от которых может пострадать город, должны приниматься местные правовые акты по снижению последствий такого рода явлений. На это направлено, в частности, распоряжение премьера правительства Москвы от 4 ноября 1995 г. «О создании оперативной группы по координации действий городских организаций во время снегопадов, гололеда и других экстремальных погодных явлений».

В ряде законов предусматривается выделение специальных зон как разновидностей экологически неблагополучных территорий и определены критерии их выделения. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера» (ст. 5) в качестве инструмента решения своих задач предусматривает создание зон чрезвычайных ситуаций. Они являются разновидностью экологически неблагополучных территорий, так как по смыслу закона чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за

собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде.

Постановлением Правительства РФ от 13 сентября 1996 г. утверждено Положение о классификации ЧС природного и техногенного характера, в соответствии, с которым ЧС подразделяются на локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные.

Отношения по созданию экологически неблагоприятных территорий регулируются также Законом РФ «О внесении изменений и дополнений в закон РСФСР «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС».

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» предусматривает два вида экологически неблагоприятных территорий - зоны экологического бедствия и зон чрезвычайных ситуаций. Ст. 57 Федерального закона «Об охране окружающей среды» определяет порядок установления зон экологического бедствия, зон чрезвычайных ситуаций.

1. Порядок объявления и установления режима зон экологического бедствия устанавливается законодательством о зонах экологического бедствия.

2. Защита окружающей среды в зонах чрезвычайных ситуаций устанавливается федеральным законом о защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации.

Если проанализировать вышесказанное, то можно сказать, что с правовой точки зрения *под экологически неблагоприятной территорией понимается участок территории, состояние окружающей среды которого соответствует установленным в законодательстве критериям, необходимым для выделения специальных зон с целью восстановления благоприятного состояния окружающей среды.*

Тогда, под правовым режимом экологически неблагоприятной территории понимается совокупность правил об объявлении, обеспечении функционирования таких территорий и снятия их особого статуса.

МПР России подготовило Временный порядок объявления территории зоной чрезвычайной экологической ситуации, утвержденный приказом от 6 февраля 1995 г., в соответствии с которым инициаторами могут быть федеральные органы исполнительной власти, органы власти субъекта РФ, органы местного самоуправления. Для постановки вопроса об объявлении территории чрезвычайной экологической ситуации инициатор подготавливает материалы о состоянии окружающей среды и организует разработку программы экологической реабилитации территории. Затем инициатор обращается в Правительство РФ с обоснованием необходимо-

сти объявления территории в таком качестве. По поручению Правительства РФ МПР России проводит государственную экологическую экспертизу материалов о состоянии окружающей природной среды. По ее результатам МПР России готовит и вносит в Правительство РФ проект Указа Президента «Об объявлении территории зоной чрезвычайной экологической ситуации».

Субъекты РФ, основываясь на ст. 72 Конституции РФ и исходя из своих экологических интересов, могут и должны проявлять активность в объявлении зон чрезвычайной экологической ситуации на территории своего региона, прежде всего исходя из того, что финансирование мероприятий направленных на восстановление благоприятного состояния природы, будет осуществляться из средств бюджета региона.

Применительно к правовому режиму экологически неблагополучных территорий принципиальным является вопрос о способах и средствах восстановления благоприятного состояния окружающей среды.

Ст. 12 Закона РФ «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» устанавливает порядок экологического оздоровления территории Российской Федерации, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие чернобыльской катастрофы.

Центральный вопрос, связанный с объявлением экологически неблагополучных зон, – финансирование восстановления благоприятного состояния окружающей среды. Финансирование осуществляется:

- за счет средств министерств и ведомств, предприятий, непосредственных виновников деградации природной среды, аварий, катастроф;
- за счет целевых средств федерального бюджета и бюджетов субъектов Федерации. Нужно отметить, что на территории России до сих пор на федеральном уровне не было принято ни одного решения об объявлении экологически неблагополучной территории. Это можно объяснить размытостью критериев отнесения территорий к зонам экологического бедствия или чрезвычайной экологической ситуации.

Хотя субъектами РФ разрабатывались соответствующие проекты (Братск, Кузбасс), но МПР России, по результатам проведенных государственных экологических экспертиз, не подготовило ни одного предложения в Правительство РФ.

Вместо официального признания и объявления экологически неблагополучных территорий Правительство РФ пошло по пути принятия специальных постановлений, предусматривающих меры по улучшению социально-экологической обстановки в отдельных регионах. Так, 3 ноября 1993 г. принято Постановление Правительства «О первоочередных мерах по улучшению социально-экологической ситуации в г. Братске Иркутской обла-

сти», а 25 апреля 1995 г. – «О первоочередных мероприятиях по оздоровлению экологической обстановки в г. Череповце Вологодской области» и т. д.

10.2.3. Правовой режим особо охраняемых природных территорий и объектов

В Федеральном законе «Об особо охраняемых природных территориях» впервые в стране на государственном уровне изложена стройная система организации особо охраняемых природных территорий. Не только приведен перечень категорий и видов особо охраняемых природных территорий, но и каждой из них посвящен специальный раздел, где в развернутой форме изложены основные задачи, порядок их образования, режим особой охраны.

В законе дается определение, что «особо охраняемые природные территории – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен особый режим охраны».

Особо охраняемые природные территории отнесены к объектам общенационального достояния. С учетом особенностей режима и их статуса в законе «Об особо охраняемых природных территориях» выделены семь видов категорий особо охраняемых природных территорий:

- ◆ государственные природные заповедники, в том числе и биосферные;
- ◆ национальные парки;
- ◆ природные парки;
- ◆ государственные природные заказники;
- ◆ памятники природы;
- ◆ дендрологические парки и ботанические сады;
- ◆ лечебно-оздоровительные местности и курорты.

Кроме перечисленных категорий федеральным законом предусмотрено, что Правительство Российской Федерации, соответствующие органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления могут устанавливать и иные категории особо охраняемых природных территорий. Это территории, на которых находятся зеленые зоны, городские леса, городские парки, памятники садово-паркового искусства, охраняемые береговые линии, охраняемые речные системы, охраняемые природные ландшафты, биостанции, микрозаповедники и др.

Национальные парки, как и государственные природные заповедники, единственные среди категорий особо охраняемых природных терри-

торий, которые не могут находиться в другой собственности, кроме федеральной. Организация государственных природных заповедников и национальных парков – компетенция исключительно Правительства Российской Федерации.

Национальные парки России отличаются от государственных природных заповедников тем, что включаемые в их состав природные комплексы и объекты, имеющие особую экологическую, историческую и эстетическую ценность, предназначены не только для использования в природоохранных, просветительских и научных целях, но и для регулируемого туризма и отдыха. В связи с этим, в отличие от заповедников, где вся территория имеет заповедный режим, на территориях национальных парков устанавливается дифференцированный режим особой охраны и использования природных ресурсов.

В формирующуюся в России систему особо охраняемых природных территорий национальные парки были включены в 1983 г., когда был образован первый национальный парк – «Сочинский». По классификации МСОП национальные парки относят ко второй категории по степени природоохранного режима.

По состоянию на 31.12.1999 г. в Российской Федерации создано 35 национальных парка общей площадью 6 956,0 тыс.га, что составляет 0,4 % площади Российской Федерации. В ведении и непосредственном управлении МПР России находятся 34 национальных парка. Национальный парк «Лосиный остров» – в ведении правительств г. Москвы и Московской области.

Государственные природные заказники могут быть как федерального, так и регионального значения. Эта категория особо охраняемых природных территорий существует не одно десятилетие и играет особую роль в сохранении и восстановлении природных комплексов или их компонентов и поддержании экологического баланса.

Государственные природные заказники в обязательном порядке учитываются при разработке планов и перспектив экономического и социального развития, территориальных комплексных схем, схем землеустройства и районной планировки, а также лесоустроительной документации.

Образование государственных природных заказников является основанием для корректировки текущих и перспективных планов и проектов лесохозяйственной и иной деятельности в границах этих особо охраняемых природных территорий.

По состоянию на 31.12.1999 г. насчитывается 67 государственных природных заказников федерального значения общей площадью 12 440,0 тыс. га, из них 57 заказников площадью 6 521,456 тыс. га находятся в ведении и управлении Департамента по охране и рациональному

использованию охотничьих ресурсов Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации; 11 заказников федерального значения общей площадью 5 986,0 тыс. га находятся в ведении и управлении МПР России. Около 4 000 заказников регионального значения (общая площадь более 65 000 тыс. га) находится в ведении и управлении Департамента по охране и рациональному использованию охотничьих ресурсов Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, МПР России, Госкомрыболовства России.

10.2.4. Международное сотрудничество в области охраны окружающей природной среды

Даже высокая эффективность природоохранной деятельности на национальном уровне не означает полного решения проблемы обеспечения охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов в пределах планеты. Вне пределов национальной юрисдикции имеются природные ресурсы (Мирового океана, Антарктики, ближнего космоса и т. д.), которые подвергаются интенсивному использованию мировым сообществом.

Сообщество, заинтересованное в сохранении благоприятного состояния природы этих районов, осуществляет международное сотрудничество в области охраны и рационального использования природных ресурсов.

Основную заботу мирового сообщества на современном этапе представляют глобальные экологические проблемы. Эти проблемы – результат деятельности человека, не согласованной с законами природы. Их решение связано с выработкой международной экологической политики и надежных организационно-правовых средств на международном уровне как в отношении природопользования на национальном уровне, так и в отношении общемировых природных ресурсов.

Международное право окружающей среды представляет совокупность международно-правовых норм, регулирующих отношения между его субъектами по обеспечению рационального использования природных ресурсов Земли и охране глобальной окружающей среды от вредных воздействий в интересах настоящего и будущих поколений.

Предметом международного права окружающей среды являются международные экологические отношения, то есть отношения в сфере взаимодействия человека с природой.

В контексте реализации международного права окружающей среды деятельность мирового сообщества в области регулирования природопользования и охраны окружающей среды осуществляется посредством:

- нормотворчества;

- взаимных консультаций;
- мониторинга природной среды и обмена экологически значимой информацией;
- контроля за состоянием природы;
- применения мер международной ответственности за нарушение норм и принципов международного права.

Одним из первых международных соглашений было соглашение «Об охране морских котиков» 1897 г., а первым крупным многосторонним мероприятием считается конференция по международной охране природы, которая состоялась в ноябре 1913 г. в Швейцарии.

Субъектами международных экологических правоотношений являются государства, международные правительственные и общественные организации, а также, в предусмотренных международными правовыми нормами случаях, юридические и физические лица, оказывающие воздействие на состояние окружающей среды в международных пространствах.

Объект международно-правового регулирования охраны окружающей среды и природопользования – вся природа планеты Земля и околоземное космическое пространство. Одновременно такой охране подлежат отдельные объекты природной среды, включая Мировой океан и его ресурсы. В системе объектов регулирования охраны и использования таких объектов можно выделить несколько категорий:

- международные природные объекты и ресурсы, находящиеся за пределами национальной юрисдикции (открытое море, Антарктика, морское дно за пределами континентального шельфа, космическое пространство);
- природные объекты и ресурсы, разделяемые двумя и более государствами. К таким объектам можно отнести пограничные реки (Дунай, Селенга, Рейн) и озера (в том числе и Каспийское море), пограничные природные комплексы и месторождения полезных ископаемых, популяции мигрирующих видов животных;
- национальные природные объекты и ресурсы. Например, массив первичных лесов в Республике Коми на территории Печоро-Ильчинского государственного заповедника под названием «Девственные леса Коми», озеро Байкал, признанные в соответствии с Конвенцией об охране всемирного культурного и природного наследия участками всемирного природного наследия.

Источники международного права окружающей среды подразделяются на два вида:

- закрепляющие действующие правовые принципы и нормы и образующие право в подлинном смысле этого слова (обязательное право);

- содержащие необязательные правила, но оказывающие тем не менее влияние на международные отношения своим авторитетом (рекомендательное право).

На сегодняшний день действует более 1 000 договоров, конвенций, соглашений, непосредственно регулирующих отношения по природопользованию и охране окружающей среды. Наряду с ними подписано свыше 3 000 двухсторонних международных документов в данной сфере. При этом Россия участвует в 79 многосторонних соглашениях.

Под международной ответственностью за экологические правонарушения понимается наступление для субъекта международного права окружающей среды, нарушившего предусмотренные требования, неблагоприятных последствий.

Важным элементом международного экологического правонарушения служит причинно-следственная связь между противоправным поведением субъекта международного права и причиненным экологическим ущербом. Существенное значение имеет вина правонарушителя.

Международные правонарушения подразделяются на преступления и деликты.

Понятие международного преступления определено в ст. 19 Проекта статей о международной ответственности, разработанного Комиссией международного права. Это – международно-правовое деяние, возникающее в результате нарушения государством международного обязательства, жизненно важного для обеспечения интересов международного сообщества, что его нарушение рассматривается как преступление перед международным сообществом в целом. Международные экологические преступления могут быть результатом нарушения международного обязательства, например запрещающее массовое загрязнение атмосферы или морей.

Всякое международное деяние, которое не является международным преступлением, признается международным деликтом, или одианарным правонарушением.

В международном праве предусмотрено два вида ответственности государства: материальная и нематериальная (политическая). Материальная ответственность применяется посредством репарации, то есть материального возмещения ущерба, или ресторации – восстановления нарушенного состояния природной среды. Международная практика свидетельствует о том, что причинение вреда природной среде влечет возмещение в основном прямого ущерба.

Нематериальная ответственность применяется в разных формах: сатисфакции (принесение извинений, наказание государством виновных), применения экономических и иных санкций вплоть до применения во-

оруженной силы. Характерно то, что лишь немногие договоры и конвенции предусматривают меры ответственности.

В практической деятельности мирового сообщества возникают экологические споры, требующие разрешения международными органами. В этих целях в июле 1993 г. в составе Международного суда ООН (Гаага) создана «камера по экологическим вопросам».

В ноябре 1994 г. по инициативе группы юристов на конференции в Мехико был учрежден суд экологического арбитража и примирения (Международный экологический суд). Он является неправительственной организацией и объединяет 29 юристов-экологов из 24 стран.

Деятельность его регулируется уставом, в соответствии с которым суд разрешает международные споры по вопросам охраны окружающей среды и природопользования в трех формах:

- путем консультирования заинтересованных сторон по их просьбе на основе юридического анализа конкретной ситуации;
- путем примирения спорящих сторон на основе принятия компромиссного решения спорной ситуации, которое устраивает обе стороны;
- путем проведения полноценного судебного-арбитражного процесса по взаимному желанию сторон с вынесением решения, которое стороны заранее признают для себя обязательным.

Рассмотрение споров в Международном экологическом суде основано на принципах третейского суда. Стороны сами принимают решение об обращении в суд и выбирают из его состава трех или более судей для рассмотрения дела.

10.3. Поправки к экологическому законодательству

Президент РФ Д.А. Медведев 17 января 2008 г. в ходе визита в Челябинск высказался за изменения системы подготовки разрешительной документации для предприятий, осуществляющих воздействие на окружающую среду. Разобраться в ситуации с нормированием и лицензированием в сфере обращения с отходами пообещало и руководство МПР России.

И вот первый шаг сделан. Принят Федеральный закон от 30 декабря 2008 г. № 309-ФЗ «О внесении изменений в ст. 16 Федерального закона "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – Закон). По названию Закона можно предположить, что он посвящен не менее спорным и наиболее болезненным вопросам платы за негативное воздействие на окружающую среду. На самом деле в отношении платежей Закон закрепил существующую ситуацию, а изменения внес в иные сферы, в первую очередь нормирование и лицензирование прак-

тически неопасных отходов и разработки проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение для малого и среднего бизнеса.

Закон ввел большое количество очень важных изменений и дополнений, во многом облегчающих жизнь малому и среднему бизнесу. Эти поправки, наконец, разрешили абсурдную ситуацию равных требований к малым и крупным предприятиям, к предприятиям, имеющим отходы первого и пятого классов опасности.

Долгожданные изменения вступят в силу через 180 дней после официального опубликования, которое состоялось 31.12.2008 г.

Федеральный закон «Об отходах производства и потребления»

Вновь принятые поправки исключают из текста Закона понятие «опасный отход». Слово «опасный» либо удалено совсем, либо заменено лингвистической конструкцией «отходы I–IV класса опасности». Таким образом, конкретизировано, на какие именно отходы распространяется та или иная правовая норма. Теперь исключается возможность распространения жестких экологических требований на практически безопасные отходы V класса опасности.

Из понятия «обращение с отходами» исключается собственно деятельность, в процессе которой образуются отходы, и добавлена деятельность по накоплению отходов. Под обращением с отходами теперь понимается деятельность по сбору, накоплению, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов.

Раскрыты понятия:

- сбор отходов – прием или поступление отходов от физических лиц и юридических лиц в целях дальнейшего использования, обезвреживания, транспортирования, размещения таких отходов;

- транспортирование отходов – перемещение отходов с помощью транспортных средств вне границ земельного участка, находящегося в собственности юридического лица или индивидуального предпринимателя либо предоставленного им на иных правах;

- накопление отходов – временное складирование отходов (на срок не более чем шесть месяцев) в местах (на площадках), обустроенных в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в целях их дальнейшего использования, обезвреживания, размещения, транспортирования.

Последнее определение помогает ответить на вопрос, является ли урна для бумаг, стоящая у стола, местом временного складирования отходов. Но в отношении проблемы лицензирования, считавшейся наиболее

острой, вопрос решен путем исключения деятельности по накоплению отходов из перечня лицензируемых видов деятельности.

Ранее нормы закона допускали возможность требовать разработки проекта нормативов образования отходов и лимитов их размещения (ПНООЛР) практически от любого хозяйствующего субъекта. Теперь, если предприятие сумеет доказать, что урна возле письменного стола не является местом накопления мусора, оно будет избавлено от разработки ПНООЛР.

Из предмета регулирования настоящего Закона исключены, помимо радиоактивных, еще биологические отходы и отходы лечебно-профилактических учреждений.

Ранее допускалась возможность передачи отходов I класса опасности лицу, имеющему лицензию на V класс опасности. Теперь эта нелогичность устранена. Принятыми поправками сужена норма п. 3 ст. 4 «Собственник отходов I–IV класса опасности вправе отчуждать эти отходы в собственность другому лицу, передавать ему, оставаясь собственником, право владения, пользования или распоряжения этими отходами, если у такого лица имеется лицензия на осуществление деятельности по использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов не меньшего чем у собственника класса опасности.»

Решена неудобная ситуация с двумя классификациями (экологическая, санитарная) опасности отходов. Теперь классификация установлена Законом (Закон дополнен ст. 4.1). Отходы в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду подразделяются в соответствии с критериями, установленными федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственное регулирование в области охраны окружающей среды, на пять классов опасности: I – чрезвычайно опасные; II – высокоопасные; III – умеренно опасные; IV – малоопасные; V – практически неопасные.

С первого января 2010 г. будет запрещено размещение отходов на объектах, не внесенных в государственный реестр объектов размещения отходов.

Субъекты малого и среднего предпринимательства освобождены от обязанности разрабатывать ПНООЛР. Вместо этого они должны представлять в уполномоченные федеральные органы исполнительной власти или органы исполнительной власти субъекта Российской Федерации в соответствии с их компетенцией отчетность об образовании, использовании, обезвреживании, размещении отходов в уведомительном порядке (процедуру устанавливает федеральный орган исполнительной власти в области обращения с отходами).

Федеральный закон «О лицензировании отдельных видов деятельности»

Согласно изменениям, внесенным в Федеральный закон «О лицензировании отдельных видов деятельности» (вступают в силу через 180 дней после официального опубликования), лицензированию не подлежит деятельность по накоплению отходов I–V класса опасности, деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов V класса опасности. При ведении одной и той же деятельности на территориях двух и более субъектов Российской Федерации лицензию необходимо получать в территориальном органе, определяемом федеральным органом исполнительной власти в области обращения с отходами. Полученная лицензия подлежит регистрации во всех территориальных органах, на территории которых деятельность осуществляется.

Федеральный закон «Об экологической экспертизе»

Внесением изменений в Федеральный закон «Об экологической экспертизе» конкретизирован п. 4 ст. 11, в результате чего объектом экологической экспертизы являются материалы обоснования лицензий на осуществление отдельных видов деятельности, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду и лицензирование которых осуществляется в соответствии с Федеральным законом «О лицензировании отдельных видов деятельности» и законодательством в области использования атомной энергии. Этим же подпунктом материалы обоснования лицензий на осуществление деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов выведены из объектов экологической экспертизы, чем снято дублирование процедур (лицензию выдает тот же орган, который организует экологическую экспертизу, в результате чего проведение экспертизы в рамках Федерального закона «Об экологической экспертизе» не представляется разумным).

При этом экспертизе теперь подлежит проектная документация объектов, связанных с размещением и обезвреживанием отходов I–V класса опасности. Эта норма не применяется к объектам, которые введены в эксплуатацию, или разрешение на строительство которых выдано до дня вступления в силу настоящего Федерального закона.

Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях

В ст. 8.2 внесены изменения, увеличивающие штрафы за нарушение требований обращения с отходами в отношении должностных лиц, индивидуальных предпринимателей и физических лиц:

- должностные лица – от 10 тыс. до 30 тыс. руб. (было от 2 до 10 тыс. руб.);
- индивидуальные предприниматели – от 30 тыс. до 50 тыс. руб. (было от 2 до 5 тыс. руб.);
- юридические лица – от 100 тыс. до 250 тыс. руб. (было от 10 до 100 тыс. руб.).

Федеральный закон «Об охране окружающей среды»

Внесением изменений в ст. 16 Федерального закона «Об охране окружающей среды» решена проблема принятия Федерального закона «О плате». Поскольку этот закон так и не удалось принять, оказалось проще изменить норму Федерального закона «Об охране окружающей среды» – теперь порядок исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду устанавливает Правительство Российской Федерации

Федеральный закон «О недрах»

Также внесены изменения в Федеральный закон «О недрах». Для экологов представляет интерес редакция ст. 25: «Застройка площадей залегания полезных ископаемых, а также размещение в местах их залегания подземных сооружений допускается с разрешения федерального органа управления государственным фондом недр или его территориального органа. Разрешение на строительство объектов, строительство, реконструкцию или капитальный ремонт которых планируется в целях выполнения работ, связанных с пользованием недрами, в соответствии с лицензией на пользование недрами и проектом проведения указанных работ выдается федеральным органом управления государственным фондом недр или его территориальным органом».

Ранее требовалось получение заключения от федерального органа управления государственным фондом недр или его территориального органа об отсутствии полезных ископаемых в недрах под участком предстоящей застройки, а застройка площадей залегания полезных ископаемых допускалась только при условии обеспечения возможности извлечения полезных ископаемых или доказанности экономической целесообразности застройки.

Также Закон внес в различные федеральные законы большое количество однотипных поправок, необходимость которых продиктована принятием Федерального закона «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ, так как ранее Закон назывался «Об охране окружающей природной среды». Там, где встречалась формулировка «окружающая природная среда», исключено слово «природная» (в соответствующем падеже).

Библиографический список использованной литературы

1. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения».
2. Конституция РФ.
3. Федеральный закон РФ «Об особо охраняемых природных территориях».
4. Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды».
5. Федеральный закон «О животном мире».
6. Градостроительный кодекс РФ.
7. Земельный кодекс РФ.
8. Кодекс РФ «Об административных правонарушениях».
9. Уголовный кодекс РФ.
10. Гражданский кодекс РФ.
11. Лесной кодекс РФ.
12. Водный кодекс РФ.
13. Бринчук М.М. Экологическое право. – М.: Юрист, 1998. – 688 с.
14. Калинин И.Б. Правовое регулирование ресурсопользования. – Томск: Изд-во научно-тех. литературы, 2001. – 314 с.
15. Крассов О.И. Экологическое право. – М.: Дело, 2001. – 768 с.
16. Арустамов Э.А. Природопользование. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2007. – 296 с.
17. Максаковский Н.В. Природные (региональные) парки России // Заповедники и национальные парки. – М.: Центр охраны дикой природы, 1999. – № 29. – С. 20–23.
18. Сборник руководящих документов по заповедному делу. – М.: Центр охраны дикой природы, 2000. – 703 с.
19. Степаницкий В.Б. Постатейный комментарий к Федеральному закону РФ «Об особо охраняемых природных территориях». – М.: Центр охраны дикой природы, 2001. – 248 с.
20. Боголюбов С.А. Экологическое право. – М.: Норма-ИНФА, 2000. – 448 с.
21. Крассов О.И. Земельное право. – М.: Юрист, 2000. – 624 с.
22. Постановление Пленума Верховного Суда РФ № 14 от 6 ноября 1998 г.
23. Голиченков А.К. Экологический контроль: теория и практика правового обеспечения. – М., 1991.
24. Дубовик О.Л., Жилинский А.Э. Причины экологических преступлений. – М.: Наука, 1988. – 240 с.
25. Дубовик О.Л. Экологические преступления: комментарий к главе 26 УК РФ. – М.: Спарт, 1998. – 352 с.

26. Колбасов О.С. Международный экологический суд // Государство и право. – 1996. – № 5. – С. 158–159.
27. Вылигжанина Е.Е. Сохранение биосферы и международная ответственность. – М.: Наука, 1993. – 322 с.
28. Виноградов С.В. Международное право окружающей среды. – М.: Наука, 1994. – 214 с.
29. Небел Б. Наука об окружающей среде. Как устроен мир. Т. 1. Пер. с англ. – М.: Мир, 1997. – 424 с.
30. Муравей Л.А. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ, 2000. – 365 с.
31. Демина Т.А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды. – М.: Аспектпресс, 1996. – 143 с.
32. Закон РФ «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС».
33. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера».
34. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Высш. шк., 2002. – 319 с.
35. Никитин А.Т. Экология, охрана природы, экологическая безопасность. – М.: МНЭПУ, 2000. – 648 с.
36. Крассов О.И. Право частной собственности на землю. Купля-продажа, аренда, приватизация, судебная защита. – М.: Белые альвы, 1995. – 144 с.
37. Крассов О.И., Рюмина Р.Б. Право государственной собственности на природные ресурсы // Государство и право. – М.: Наука, 1995. – № 9. – С. 33–41.
38. Игнатьева И.А. Проблемы развития экологического законодательства России. – М.: МГУ, 1997. – 202 с.
39. Колбасов О.С. Соотношение административных и экономических методов охраны окружающей среды // Экологическое право и рынок. – М.: 1994. – С. 45.
40. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 672 с.
41. Федеральный закон «Об экологической экспертизе».
42. Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в РФ. Приказ МПР РФ № 372 от 16 мая 2000 г.

Научное издание

Малахов Виктор Михайлович
Гриценко Анатолий Георгиевич
Дружинин Сергей Вячеславович

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

В трех томах
Том 2

Редактор *Е.К. Деханова*
Компьютерная верстка *Л.Н. Шиловой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.
Подписано в печать 17.07.2012. Формат 60 × 84 1/16.
Усл. печ. л. 15,75. Тираж 140. Заказ .
Гигиеническое заключение
№ 54.НЦ.02.953.П.133.11.01. от 19.11.2001.
Редакционно-издательский отдел СГГА
630108, Новосибирск, 108, Плахотного, 10.
Отпечатано в картопечатной лаборатории СГГА
630108, Новосибирск, 108, Плахотного, 8.