

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
РОСГИДРОМЕТ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ТАЙФУН»

**РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ
ГОСУДАРСТВ
в 2007 году**

ЕЖЕГОДНИК

ГУ «ВНИИГМИ-МЦД»
2008

Утверждено:

Заместителем Руководителя Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды В.Н. Дядюченко

Согласовано:

с Начальником Управления мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды В.В. Челюкановым

с Генеральным директором Государственного учреждения «Научно-производственного объединения «Тайфун» В.М. Шершаковым

Под редакцией С.М. Вакуловского

УДК 504.054

В Ежегоднике приводятся в обобщенном виде и анализируются данные наблюдений на территории Российской Федерации и некоторых сопредельных государств за содержанием техногенных радионуклидов в воздухе и атмосферных выпадениях (потоке радиоактивных продуктов из атмосферы на поверхность земли), почвенно-растительном покрове, поверхностных пресных и морских водах, а также наблюдений за уровнем гамма-излучения на местности (мощностью экспозиционной дозы).

Перепечатка и снятие копий с Ежегодника запрещаются.

При использовании материалов ссылка на Ежегодник обязательна.

© Авторы, 2008

© ГУ «НПО «Тайфун», 2008

© Росгидромет, 2008

АВТОРЫ

Раздел 1

| | |
|---------------------------|--|
| ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» | Ким В.М., Козлова Е.Г., Волокитин А.А., Полянская О.Н., Катрич И.Ю., Чумичев В.Б., Никитин А.И., Валетова Н.К. |
| РЦРКМ Республики Беларусь | Герменчук М.Г., Жукова О.М., Амбражевич М.Л., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Пивовар П.А., Голиков Ю.Н. |
| ЦГО Украины | Косовец О.О., Лукьянова Ж.В., Табачный Л., Корнейчук В.О., Гирий В., Парнева С. |
| Гидромет Армении | Варданян Л.Р., Асикян А., Еганян В., Авакян А. |
| ФИАЦ ГУ «НПО «Тайфун» | Денькин В.А., Колесникова А.Я. |
| Гидрометцентр России | Кузнецова И.Н., Потапова Л.В. |

Раздел 2

| | |
|----------------------|---|
| ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» | Ким В.М., Прописнова М.В., Волокитин А.А., Чумичев В.Б., Катрич И.Ю., Никитин А.И., Валетова Н.К. |
| УГМС | Банникова О.А., Широкова Н.В., Осинцева Т.Н., Славская Л.А., Козлова Н.Н., Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д., Башкиров Н.И., Крутовский А.О., Ягубкин А.Е., Макарьевская Т.П., Никифорова Г.И., Тодорова Г.А., Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Андриевская А.В., Кротова В.И., Исакова Ф.С., Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысопятина Е.В. |
| ФГУП ВНИИХТ | Серебряков И.С., Брыкин С.Н. |
| ФГУП «ПО «Маяк» | Глаголенко Ю.В., Дрожко Е.Г., Ровный С.И., Бакуров А.С., Мокров Ю.Г., Сметанина Е.Б., Антонова Т.А. |
| ФГУП ГХК | Савицкий Ю.В., Шишлов А.Е. |
| ОАО «ППГХО» | Бобошко В.И. |
| ФГУП «АЭХК» | Козлов А.А. |

Раздел 3

| | |
|----------------------|---|
| ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» | Ким В.М., Прописнова М.В., Полянская О.Н., Никитин А.И., Чумичев В.Б., Катрич И.Ю., Волокитин А.А., Валетова Н.К. |
| УГМС | Коробов В.Б., Соболевская В.Б., Миронова Е.А., Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д., Соколов В.В., Андриянова Н.В., Ишонин М.И., Шевченко Н.А., Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П., Захаров С.Д., Вертлиб М.Г., Самойлова В.В., Леонтьев А.Ю., Попова Е.И., Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Широкова Н.В., Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д., Ягубкин А.Е., Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Андриевская А.В., Кротова В.И., Исакова Ф.С., Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысопятина Е.В. |
| ФГУП ВНИИХТ | Серебряков И.С., Брыкин С.Н. |
| ФГУП «ПО «Севмаш» | Малинин М.В., Хребтова И.В. |
| ГНЦ РФ ФЭИ | Вайзер В.И. |
| Филиал НИФХИ | Курович В.Н. |

Раздел 4

| | |
|---------------------------|---|
| ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» | Ким В.М., Колесникова Л.В., Козлова Е.Г., Никитин А.И., Волокитин А.А., Чумичев В.Б., Катрич И.Ю., Прописнова М.В. |
| УГМС | Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П., Широкова Н.В., Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бураго С.Г., Грабовский А.И., Хрисанфов Ю.В., Попова Е.И., Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д., Черемисов В.А., Богучарский А.Г., Сопин С.Е., Синюгина Г.Н., Когай В.М., Пучкова А.Д. |
| РЦРКМ Республики Беларусь | Герменчук М.Г., Жукова О.М., Амбражевич М.Л., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Пивовар П.А., Голиков Ю.Н. |
| АЭС | Максимов В.Я., Рафиков Е.М., Шонохов А.В., Баканов М.В., Филатов И.М., Озеров К.И., Поваров В.П., Кольцов А.П., Банников Г.Н., Сорока А.А., Бугаева Л.Г., Смелов А.Ю., Никишаев П.И., Полянских С.А., Стасенко В.В., Епихин А.И., Степанов С.В., Козлов Е.П., Викин В.А., Маматов А.П., Пахомов В.А., Скворода Г.А., Краснов И.М., Абаимов А.Д. |
| ФГУП ВНИИХТ | Серебряков И.С., Брыкин С.Н. |

Раздел 5

| | |
|----------------------|--|
| ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» | Ким В.М., Козлова Е.Г., Прописнова М.В., Уваров А.Д., Никитин А.И., Кабанов А.Н., Валетова Н.К., Дунаев Г.Е. |
| УГМС | Попова Е.И., Банникова О.А., Широкова Н.В., Осинцева Т.Н. |
| ФГУП ВНИИХТ | Серебряков И.С., Брыкин С.Н. |
| МосНПО «Радон» | Польский О.Г., Вербов В.В., Гордеев С.К., Лакаев В.С. |
| ФГУП «ПО «Маяк» | Глаголенко Ю.В., Дрожко Е.Г., Ровный С.И., Бакуров А.С., Мокров Ю.Г., Сметанина Е.Б., Антонова Т.А. |

СОДЕРЖАНИЕ

| | Стр. |
|--|------|
| Список сокращений..... | 6 |
| Введение..... | 10 |
| 1. Радиационная обстановка на территории РФ и сопредельных государств..... | 12 |
| 1.1. Обобщенные данные о содержании радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ..... | 14 |
| 1.2. Содержание радионуклидов в объектах природной среды на территории сопредельных государств..... | 31 |
| Список литературы к введению и разделу 1..... | 47 |
| 2. Радиационная обстановка в районах расположения предприятий ядерно-топливного цикла..... | 49 |
| 2.1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Росатома..... | 49 |
| 2.2. Производственное объединение «Маяк»..... | 51 |
| 2.3. Горно-химический комбинат..... | 69 |
| 2.4. Сибирский химический комбинат..... | 88 |
| 2.5. ОАО «Новосибирский завод химконцентратов»..... | 98 |
| 2.6. Приаргунское производственное горно-химическое объединение..... | 105 |
| 2.7. Ангарский электролизно-химический комбинат..... | 110 |
| Список литературы к разделу 2..... | 115 |
| 3. Радиационная обстановка в районах расположения различных радиационно опасных объектов и пунктов захоронения радиоактивных отходов..... | 118 |
| 3.1. РОО г. Северодвинска..... | 118 |
| 3.2. РОО на территории Мурманской области..... | 127 |
| 3.3. РОО на территории Верхне-Волжского региона..... | 131 |
| 3.4. РОО на территории Камчатской области..... | 136 |
| 3.5. НИИ атомных реакторов, г. Димитровград..... | 138 |
| 3.6. ФЭИ и другие объекты г. Обнинска..... | 142 |
| 3.7. Пункты захоронения радиоактивных отходов..... | 151 |
| Список литературы к разделу 3..... | 161 |
| 4. Радиационная обстановка в районах расположения АЭС..... | 163 |
| 4.1. Балаковская АЭС..... | 164 |
| 4.2. Белоярская АЭС..... | 173 |
| 4.3. Билибинская АЭС..... | 186 |
| 4.4. Волгодонская АЭС..... | 191 |
| 4.5. Калининская АЭС..... | 196 |
| 4.6. Кольская АЭС..... | 205 |
| 4.7. Курская АЭС..... | 214 |
| 4.8. Ленинградская АЭС..... | 227 |
| 4.9. Нововоронежская АЭС..... | 232 |
| 4.10. Смоленская АЭС..... | 242 |
| Список литературы к разделу 4..... | 248 |
| 5. Радиоактивное загрязнение отдельных населенных пунктов, территорий и акваторий..... | 251 |
| 5.1. Радиационная обстановка в г. Москве и Московской области..... | 251 |
| 5.2. Южно-Уральский регион..... | 255 |
| 5.3. Радиоэкологическое обследование района расположения Загорского филиала МосНПО «Радон»..... | 261 |
| 5.4. Мониторинг радиоактивного загрязнения объектов морской среды в прибрежных районах Баренцева и Азовского (Российская часть) морей..... | 264 |
| 5.5. Радиационная обстановка вдоль проектируемых трасс трубопроводов в Иркутской области..... | 270 |
| Список литературы к разделу 5..... | 273 |
| Основные выводы о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ в 2007 г. | 276 |
| Приложение 1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Росатома в 2007 г..... | 279 |
| Приложение 2. Список упоминавшихся радионуклидов и их периоды полураспада..... | 285 |

Список сокращений

| | |
|---------------------|---|
| АО | – акционерное общество |
| АПК | – автоматический пункт контроля |
| АПЛ | – атомная подводная лодка |
| АСКРО | – автоматизированная система контроля радиационной обстановки |
| АСТ | – атомная станция теплоснабжения |
| АТР | – Азиатская территория России |
| АЭС | – атомная электростанция |
| АЭХК | – Ангарский электролизно-химический комбинат |
| БАЭС | – Белоярская АЭС |
| БиАЭС | – Билибинская АЭС |
| Бк/кг в.-с. | – Бк/кг воздушно-сухой массы |
| БН | – ядерный реактор на быстрых нейтронах |
| БТБ | – береговые технические базы |
| ВАЭС | – Волгодонская АЭС |
| ВВЭР | – водо-водяной энергетический ядерный реактор |
| ВВЦ | – Всероссийский выставочный центр |
| ВМБ | – военно-морская база |
| ВМФ | – Военно-морской флот |
| ВНИИ | – Всероссийский НИИ |
| ВНИИНМ | – ВНИИ неорганических материалов |
| ВНИИТФ | – ВНИИ технической физики |
| ВНИИТФА | – ВНИИ технической физики и автоматизации |
| ВНИИХТ | – ВНИИ химической технологии |
| ВНИИЭФ | – ВНИИ экспериментальной физики |
| ВТ | – вентиляционная труба |
| ВУРС | – Восточно-Уральский радиоактивный след |
| ВФУ | – воздухофильтрующая установка |
| ВЧНГКМ | – Верхнечонское НГКМ |
| ГВРК | – группа внешнего радиационного контроля |
| ГМЗ | – Гидрометаллургический завод |
| ГМС | – гидрометеорологическая станция |
| ГНЦ | – государственный научный центр |
| ГСМ | – горюче-смазочные материалы |
| ГУ | – Государственное учреждение |
| ГУП | – Государственное унитарное предприятие |
| ГХК | – Горно-химический комбинат |
| ДВ | – допустимый выброс |
| ДВЗ | – Дальневосточный завод |
| ДЖН | – долгоживущие радионуклиды (с периодом полураспада более 24 часов) |
| ДК _Б | – допустимая концентрация радионуклида в воздухе для населения категории Б по НРБ-76/87 |
| ДОА _{НАС} | – допустимая объемная активность радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-96 и НРБ-99 |
| ДПС | – дорожно-постовая служба |
| ДС | – допустимый сброс |
| ДСНВП «Экоцентр» | – Государственное специализированное научно-производственное предприятие «Чернобыльский радиэкологический центр» (ДСНВП «Экоцентр») |
| ДУА _{НАС} | – допустимая удельная активность радионуклидов в воде для населения по НРБ-96 (см. УВ) |
| ЕТР | – Европейская территория России |
| ЖРО | – жидкие радиоактивные отходы |
| ЗАТО | – закрытое административно-территориальное образование |
| ЗН | – зона наблюдения |
| ИИИ | – источники ионизирующего излучения |
| ИПМ | – Институт проблем мониторинга |
| ИРГ | – инертные радиоактивные газы |

| | |
|--------|---|
| ИРМ | – Институт радиационных материалов |
| ИТЭФ | – Институт теоретической и экспериментальной физики |
| ИФВЭ | – Институт физики высоких энергий |
| КАЭС | – Калининская АЭС |
| КГКМ | – Ковыктинское газоконденсатное месторождение |
| КЖН | – короткоживущие радионуклиды (период полураспада менее 24 часов) |
| КоАЭС | – Кольская АЭС |
| КПО | – комплекс переработки отходов |
| КС | – контрольные скважины |
| КУ | – контрольный уровень |
| КуАЭС | – Курская АЭС |
| КЧХК | – Кирово-Чепецкий химкомбинат |
| ЛАЭС | – Ленинградская АЭС |
| ЛБК | – левобережный обводной канал |
| ЛВД | – лаборатория внешней дозиметрии |
| ЛВДК | – лаборатория внешнего дозиметрического контроля |
| ЛВРК | – лаборатория внешнего радиометрического контроля |
| ЛГХП | – ландшафтно-геохимический полигон |
| ЛКВРБ | – лаборатория контроля внешней радиационной безопасности |
| ЛООС | – лаборатория охраны окружающей среды |
| МДА | – минимально-детектируемая активность |
| МЗП | – Московский завод полиметаллов |
| ММБИ | – Мурманский морской биологический институт |
| МСЗ | – машиностроительный завод |
| МЭД | – мощность экспозиционной дозы γ -излучения |
| НВАЭС | – Нововоронежская АЭС |
| НГКМ | – нефтегазоконденсатное месторождение |
| НЗХК | – Новосибирский завод химконцентратов |
| НИАЭП | – Нижегородский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Атомэнергопроект» |
| НИИ | – научно-исследовательский институт |
| НИИАР | – НИИ атомных реакторов |
| НИИП | – НИИ приборов |
| НИТИ | – научно-исследовательский технологический институт |
| НИФХИ | – научно-исследовательский физико-химический институт |
| НПО | – научно-производственное объединение |
| НРБ | – нормы радиационной безопасности |
| НРБУ | – нормы радиационной безопасности Украины |
| НС | – наблюдательная скважина |
| ОАО | – открытое акционерное общество |
| ОГМС | – объединенная гидрометеорологическая станция |
| ОИЯИ | – объединенный институт ядерных исследований |
| ОКБ | – опытное конструкторское бюро |
| ОРБ | – отдел радиационной безопасности |
| ОСПОРБ | – основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности |
| ОЯРБ | – отдел ядерной и радиационной безопасности |
| ОЯТ | – отработавшее ядерное топливо |
| ПБК | – правобережный обводной канал |
| ПДВ | – предельно-допустимый выброс |
| ПДС | – предельно-допустимый сброс |
| ПЗРО | – пункт захоронения радиоактивных отходов |
| ПЛК | – промливневая канализация |
| ПО | – производственное объединение |
| ППГХО | – Приаргунское производственное горно-химическое объединение |
| ППД | – полупроводниковый детектор |
| ПСЗ | – Приборостроительный завод |
| ПСЛ | – промсанлаборатория |
| ПХРВ | – полигон хранения радиоактивных веществ |
| РАО | – радиоактивные отходы |

| | |
|------------|---|
| РБМК | – реактор большой мощности кипящий |
| РДУ | – Республиканские допустимые уровни |
| РИ | – Радиевый институт |
| РМГ | – радиометрическая группа |
| РМЗ | – Ремонтно-механический завод |
| РМЛ | – радиометрическая лаборатория |
| РОО | – радиационно опасные объекты |
| РРМЛ | – региональная радиометрическая лаборатория |
| РТП | – ремонтно-технологическое предприятие («Атомфлот») |
| РФ | – Российская Федерация |
| РФЯЦ | – Российский федеральный ядерный центр |
| РЦРКМ | – Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды |
| СанПиН | – санитарные правила и нормы |
| САЭС | – Смоленская АЭС |
| СЗЗ | – санитарно-защитная зона |
| СК «Радон» | – спецкомбинат «Радон» |
| СП АС | – санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций |
| СРМ | – система радиационного мониторинга |
| СССР | – Союз Советских Социалистических Республик |
| СУЗ | – система управления и защиты |
| СФМ | – станция фонового мониторинга |
| СФНИКИЭТ | – Свердловский филиал НИКИЭТ |
| СХК | – Сибирский химический комбинат |
| ТВС | – тепловыделяющая сборка |
| ТВЭЛ | – тепловыделяющий элемент |
| ТЛД | – термолюминесцентный дозиметр |
| ТРО | – твердые радиоактивные отходы |
| ТЭЦ | – теплоэлектроцентраль |
| УВ | – уровень вмешательства при поступлении радионуклидов с водой (по НРБ-99 для населения) |
| УГМС | – Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды |
| УГРУ | – Урановое горнорудное управление |
| УМЗА | – Управление мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ |
| УМФ | – установка малофоновая |
| УПК | – установка по переработке конденсата |
| УРЗ | – участок радиоактивного загрязнения |
| УЭХК | – Уральский электрохимический комбинат |
| ФГУ | – Федеральное государственное учреждение |
| ФГУП | – Федеральное государственное унитарное предприятие |
| ФИАЦ | – Федеральный информационно-аналитический центр |
| ФПП | – фильтр Петрянова полихлорвиниловый |
| ФЭИ | – Физико-энергетический институт |
| ХЖО | – хранилище жидких отходов |
| ХЖТО | – хранилище жидких и твердых отходов |
| ХМЗ | – химико-металлургический завод |
| ХОЯТ | – хранилище отработавшего ядерного топлива |
| ХСО | – хранилище слабоактивных отходов |
| ХССО | – хранилище сухих слабоактивных отходов |
| ХТО | – хранилище твердых отходов |
| ХТРО | – хранилище твердых радиоактивных отходов |
| ХФК | – хозфекальная канализация |
| ЦГМС | – Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды |
| ЦГМС-Р | – Региональный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды |
| ЦГО | – Центральная геофизическая обсерватория |
| ЦГСЭН | – Центр госсанэпиднадзора |
| ЦЗЛ | – центральная заводская лаборатория |
| ЦЧО | – Центрально-Черноземные области |

| | |
|------|--|
| ЧАЭС | – Чернобыльская АЭС |
| ЧМЗ | – Чепецкий механический завод |
| ЭГП | – электродуговой плазменный генератор |
| ЭРОА | – эквивалентная равновесная объемная активность радона |
| ЭХЗ | – электролизно-химический завод |
| ЭХП | – комбинат «Электрохимприбор» |
| ЯТЦ | – ядерно-топливный цикл |

ВВЕДЕНИЕ

В Ежегоднике представлены обобщенные за 2007 г. данные о содержании техногенных радионуклидов в приземной атмосфере, атмосферных выпадениях, почве, растительности, снежном покрове, атмосферных осадках, пресных и морских водах на территории Российской Федерации и отдельных сопредельных государств. Основное внимание уделено регионам, где расположены радиационно опасные объекты (РОО). Это предприятия ядерно-топливного цикла (ЯТЦ), радиационно опасные объекты Министерства обороны, пункты захоронения радиоактивных отходов, предприятия по ремонту и обслуживанию судов с ядерно-энергетическими установками, а также научные учреждения, при работе которых образуются радиоактивные отходы.

Данные, включенные в Ежегодник, получены, главным образом, путем анализа и обобщения результатов наблюдений, проводившихся на стационарных пунктах, входящих в систему радиационного мониторинга (СРМ) Росгидромета. В Ежегодник также включены предоставленные в ГУ «НПО «Тайфун» данные радиационного мониторинга на территориях отдельных сопредельных государств, результаты наблюдений служб внешней дозиметрии РОО и научных публикаций. К сожалению, информация о радиоактивном загрязнении окружающей среды в сопредельных с Россией государствах – бывших республиках СССР по разным причинам сильно сократилась в объеме. В Ежегоднике за 2007 г. представлены данные четырех сопредельных государств: Республик Армения, Беларусь, Украина.

В разделе 1 Ежегодника приводятся обобщенные данные о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ и некоторых сопредельных государств.

Раздел 2 посвящен описанию радиационной обстановки в районе размещения крупных промышленных предприятий ядерно-топливного цикла Росатома.

В разделе 3 приводятся результаты радиационного мониторинга окружающей природной среды вокруг предприятий различных ведомств, использующих ядерные реакторы или радиоактивные материалы, а также пунктов захоронения радиоактивных отходов.

В разделе 4 описана радиационная обстановка в районах размещения АЭС по данным территориальных подразделений Росгидромета и служб внешней дозиметрии АЭС.

В разделе 5 представлены данные о радиационной обстановке в отдельных населенных пунктах, районах РФ по данным СРМ Росгидромета.

В 1999 г. на территории РФ введены в действие новые нормы радиационной безопасности НРБ-99 [1]. В 2002 г. все действующие предприятия уже перешли к работе по НРБ-99. В Ежегоднике для оценки радиационной ситуации используются, в основном, новые нормативные документы: НРБ-99 и СанПиН-96 [2].

Для удобства пользователей ниже приведено соотношение допустимых для населения объемных активностей некоторых радионуклидов в воздухе и в питьевой воде по старым и новым нормам радиационной безопасности:

| Наименование радионуклида | Воздух, Бк/м ³ | | | Питьевая вода, Бк/л | | | |
|---------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| | НРБ-76/87 [3] ДК _Б | НРБ-96 [4] ДОА _{НАС.} | НРБ-99 ДОА _{НАС.} | НРБ-76/87 ДК _Б | НРБ-96 ДУА _{НАС.} | СанПиН-96 | НРБ-99 УВ |
| ³ H | 11·10 ⁻³ (пары) | 7,6·10 ³ | 1,9·10 ³ | 15·10 ⁴ | 3·10 ⁴ | - | 7,7·10 ³ |
| ⁹⁰ Sr | 1,5 | 5,7 | 2,7 | 15 | 45 | 8 | 5,0 |
| ¹³¹ I | 5,6 | 18 | 7,3 | 37 | 57 | - | 6,3 |
| ¹³⁷ Cs | 18 | 29 | 27 | 560 | 96 | 8 | 11 |
| ^{239, 240} Pu | 1,1·10 ⁻³ | 2,9·10 ⁻³ | 2,5·10 ⁻³ | 81 | 5,0 | - | 0,56 |

В настоящем Ежегоднике изложение результатов измерений ведется, в основном, в новой системе единиц СИ. В связи с тем, что приборные шкалы используемых при измерениях дозиметров и радиометров в большинстве случаев отградуированы в старых единицах измерений, а некоторые нормативные документы и справочники пока не полностью переизданы в новой системе единиц СИ, ниже приведены используемые соотношения между старыми и новыми производными единицами:

$$1 \cdot 10^{-15} \text{ Ки/м}^3 = 1 \cdot 10^{-18} \text{ Ки/л} = 3,7 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3; 1 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3 \approx 0,27 \cdot 10^{-15} \text{ Ки/м}^3;$$

$$1 \text{ мКи/км}^2 = 37 \text{ Бк/м}^2; 1 \text{ Ки/км}^2 = 1 \text{ мкКи/м}^2 = 37 \text{ кБк/м}^2; 1 \text{ кБк/м}^2 \approx 27 \cdot 10^{-18} \text{ Ки/км}^2;$$

$$1 \cdot 10^{-12} \text{ Ки/л} = 37 \text{ мБк/л}; 1 \text{ Бк/л} \approx 27 \cdot 10^{-12} \text{ Ки/л};$$

$$1 \text{ ТЕ} = 3,25 \cdot 10^{-12} \text{ Ки/л} = 120,25 \text{ мБк/л} \text{ воды (для трития)}; 1 \text{ Бк/л} \approx 27 \cdot 10^{-12} \text{ Ки/л};$$

$$1 \text{ рад} = 1 \text{ сГр}; 1 \text{ мрад} = 10 \text{ мкГр} = 10^{-3} \text{ сГр}; 1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад};$$

$$1 \text{ бэр} = 1 \text{ сЗв}; 1 \text{ мбэр} = 10 \text{ мкЗв} = 10^{-3} \text{ сЗв}; 1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр};$$

$$1 \text{ Р} = 0,87 \text{ рад} = 0,87 \text{ сГр}; 1 \text{ Гр} \approx 115 \text{ Р}.$$

При пересчёте экспозиционной дозы в поглощенную использовались энергетические эквиваленты – для воздуха $1 \text{ Р} = 87,3 \text{ эрг/г}$, для любого другого вещества $1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/г}$. Поскольку коэффициент перехода от экспозиционной дозы в воздухе к эквивалентной дозе в биологической ткани постоянно уточняется, но при этом изменяется не очень существенно, то, учитывая погрешности обычно применяемых переносных дозиметрических приборов, можно, в отличие от Ежегодников за 1988–1996 гг., при измерениях в воздухе пользоваться приблизительным соотношением $1 \text{ Р} \approx 1 \text{ сЗв}$. Таким образом, для перехода от шкалы дозиметра в мкР/ч к мкЗв/ч следует показания этого дозиметра разделить на 100.

1. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ РФ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

Основным источником поступления в атмосферу техногенных радионуклидов на территории РФ в настоящее время является ветровой подъем радиоактивной пыли с поверхности почвы, загрязненной в предыдущие годы в процессе глобального выведения из стратосферного резервуара продуктов испытаний ядерного оружия, проводившихся на полигонах планеты в 1952–1980 гг. Из-за постепенного истощения стратосферного резервуара вкладом глобальных выпадений радиоактивных продуктов проведенных ядерных взрывов в загрязнение окружающей среды в настоящее время можно пренебречь. На Европейской территории России (ЕТР) существенный вклад в загрязнение воздуха техногенными радионуклидами вносит вторичная ветровая миграция радиоактивной пыли в регионах, загрязненных в результате Чернобыльской аварии, произошедшей в 1986 г., а на Азиатской территории России (АТР) – в регионах, загрязненных в 1957 г. и 1967 г. в результате аварийных ситуаций на ПО «Маяк», расположенном в Челябинской области. Все остальные источники поступления в атмосферу техногенных радионуклидов на территории РФ носят локальный характер (например, предприятия ядерно-топливного цикла, такие как Сибирский химический комбинат (СХК) в Томской области, Горно-химический комбинат (ГХК) в Красноярском крае и некоторые другие).

Наблюдения за радиоактивным загрязнением объектов природной среды на территории РФ проводятся стационарными пунктами наблюдения (гидрометеостанциями и постами), входящими в систему радиационного мониторинга (СРМ) Росгидромета. На рис. 1.1 показано расположение пунктов радиационного мониторинга приземной атмосферы на территории РФ и указаны АЭС (1 – Кольская, 2 – Ленинградская, 3 – Калининская, 4 – Смоленская, 5 – Курская, 6 – Нововоронежская, 7 – Балаковская, 8 – Белоярская, 9 – Билибинская, 10 – Волгодонская) и основные РОО (1 – Мурманский СК «Радон», 2 – судоремонтный завод «Нерпа» (г. Снежногорск Мурманской обл.), 3 – ремонтно-технологическое предприятие атомного флота (г. Мурманск), 4 – Санкт-Петербургское предприятие «Изотоп» (г. Санкт-Петербург), 5 – Ленинградский СК «Радон», 6 – ФГУП «ПО «Севмаш», 7 – Государственный космодром Минобороны России (г. Плесецк), 8 – Объединенный институт ядерных исследований (далее ОИЯИ) (г. Дубна Московской обл.), 9 – Загорский СК «Радон», 10 – Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований (г. Троицк Московской обл.), 11 – Государственный НИИ НПО «Луч» (г. Подольск Московской обл.), 12 – АО «Машиностроительный завод» (г. Электросталь Московской обл.), 13 – Институт физики высоких энергий (г. Протвино Московской обл.), 14 – НИИ приборов (г. Лыткарино-1 Московской обл.), 15 – ФГУП ГНЦ РФ – Физико-энергетический институт (далее ФЭИ) и филиал ГНЦ РФ Научно-исследовательского физико-химического института (далее филиал НИФХИ) (г. Обнинск Калужской обл.), 16 – Опытное конструкторское бюро машиностроения (г. Нижний Новгород), 17 – ПЗРО Нижегородского СК «Радон», 18 – Электромеханический завод «Авангард», Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (далее ВНИИЭФ) (г. Саров Нижегородской обл.), 19 – ПО «Старт» (г. Заречный Пензенской обл.), 20 – ПЗРО Ростовского СК «Радон»,

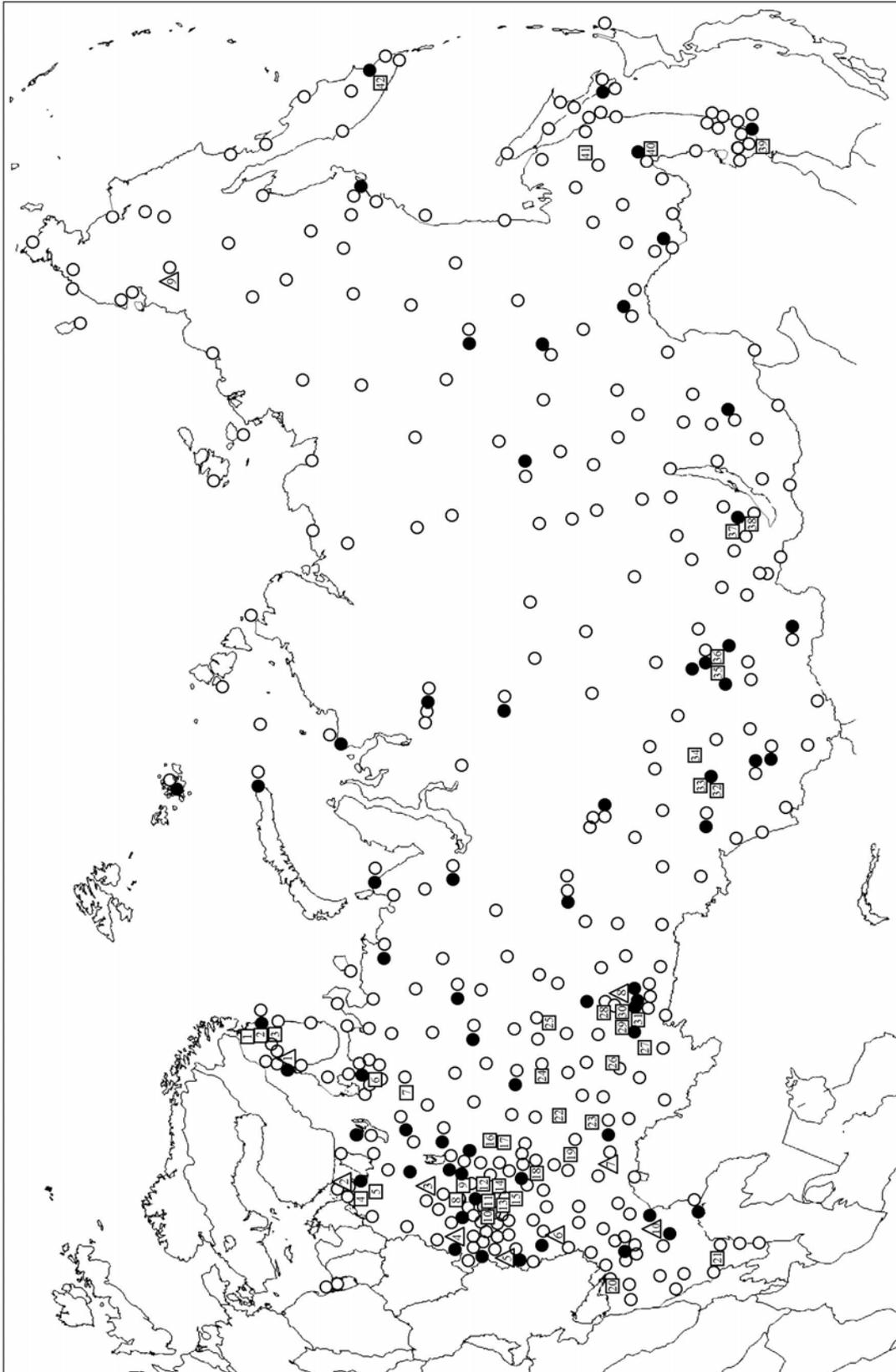


Рис. 1.1. Схема расположения радиационно опасных объектов и пунктов радиационного контроля Росгидромета

● - отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок; ▲ - АЭС;
○ - отбор радиоактивных выпадений с помощью планшета; □ - радиационно опасные объекты.

21 – ПЗРО Грозненского СК «Радон», 22 – ПЗРО Казанского СК «Радон», 23 – НИИ атомных реакторов (г. Димитровград), 24 – АО «ПО «Чепецкий механический завод» (г. Глазов Удмуртской Республики), 25 – комбинат «Электрохимприбор», (г. Лесной Свердловской обл.), 26 – ПЗРО Уфимского СК «Радон», 27 – приборостроительный завод (г. Трехгорный Челябинской обл.), 28 – ПЗРО Свердловского СК «Радон», 29 – РФЯЦ ВНИИ технической физики (далее РФЯЦ ВНИИТФ) (г. Снежинск Челябинской обл.), 30 – ПО «Маяк», 31 – ПЗРО Челябинского СК «Радон», 32 – ПЗРО Новосибирского СК «Радон», 33 – Новосибирское ПО «Химконцентрат», 34 – Сибирский химический комбинат, 35 – электрохимический завод (г. Зеленогорск Красноярского края), 36 – Горнохимический комбинат, 37 – Ангарский электролизный химический комбинат (г. Ангарск Иркутской обл.), 38 – ПЗРО Иркутского СК «Радон», 39 – предприятие Минобороны (ДВЗ «Звезда»), 40 – ПЗРО Хабаровского СК «Радон», 41 – АО «Амурский судостроительный завод» (г. Комсомольск-на-Амуре Хабаровского края), 42 – предприятие Минобороны (г. Вилючинск).

Научно-методическое руководство работой СРМ, сбор, анализ, обобщение и архивацию информации, получаемой на территориальном и региональном уровнях, осуществляет региональная радиометрическая лаборатория Института проблем мониторинга окружающей среды, входящего в состав ГУ «НПО «Тайфун» (ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск). Руководство работой СРМ на федеральном уровне осуществляется Управлением мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных, морских работ и кадров Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Министерства природных ресурсов и экологии (УМЗА Росгидромета) через территориальные Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) и региональные радиометрические лаборатории (РРМЛ).

В 2007 г. в составе СРМ работали: 409 пунктов по отбору проб радиоактивных выпадений с суточной экспозицией (и дополнительно 21 пункт – с месячной экспозицией), 49 пунктов по отбору проб радиоактивных аэрозолей, 29 пунктов по отбору проб осадков и 15 пунктов по отбору проб речной воды для определения содержания трития, 45 пунктов по отбору проб пресной воды и 15 пунктов по отбору проб морской воды для анализа на содержание ^{90}Sr , 1 310 пунктов (и дополнительно более 50 постов наблюдения в 20 крупных городах) по измерению мощности экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) на местности [5]. В 30-км зонах некоторых радиационно опасных объектов проводились маршрутные обследования с отбором проб воды из поверхностных водоемов, растительности, снега, почвы и γ -съемкой местности (см. разделы 2–5).

Полученные в 2007 г. данные СРМ о радиационной обстановке на территории РФ приведены ниже.

1.1. Обобщенные данные о содержании радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ

Приземная атмосфера

Наблюдения за содержанием техногенных радионуклидов в приземной атмосфере на территории РФ в 2007 г., как и в предыдущие годы, проводились ежедневно путем круглосуточного отбора проб аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок на фильтр ФПП-15-1,5. Суммар-

ная β -активность суточных проб аэрозолей там, где это было возможно, определялась дважды, через сутки и через 4 суток после окончания отбора пробы с помощью тонкоплёночного сцинтилляционного детектора или торцевого гейгеровского счетчика с эталонировкой по $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$. По результатам измерений суммарной β -активности проб аэрозолей определялась объемная активность суммы β -активных радионуклидов ($\Sigma\beta$) в приземном слое воздуха. В Ежегоднике приводятся результаты только вторых измерений, т.е. объемная активность суммы долгоживущих β -активных радионуклидов. Если среднесуточная объемная активность $\Sigma\beta$ по первому измерению превышает $3,70 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³ или по второму измерению в 5 и более раз превышает фоновый уровень за предыдущий месяц, определяется радиоизотопный состав суточной пробы с помощью γ -спектрометрического анализа. Если объемные активности $\Sigma\beta$ не превышают вышеуказанных критериев, то пробы из пунктов, расположенных в 100-км зонах РОО, объединяются за месяц, а из пунктов вне 100-км зон РОО – за квартал. Проводится γ -спектрометрический анализ объединенных проб для определения радионуклидного состава и активности техногенных и природных γ -излучающих радионуклидов, а затем радиохимический анализ этих проб для определения содержания ^{90}Sr . Кроме того, проводится радиохимический анализ объединенных проб, отобранных в окрестностях некоторых РОО, с целью определения содержания в них изотопов плутония: ^{238}Pu и $^{239,240}\text{Pu}$ (суммы изотопов ^{239}Pu и ^{240}Pu). Методики отбора проб объектов природной среды, подготовки счетных образцов и их анализа описаны в [6–14].

В табл. 1.1 приведены среднесеasonные, взвешенные по отдельным регионам РФ, объемные активности $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 2007 г. Там же показаны среднесеasonные и среднегодовые значения объемных активностей, взвешенные по Европейской и Азиатской территориям России (ЕТР и АТР соответственно) и по РФ в целом. Данные по п.п. Новогорный, Кыштым, Бродокалмак, Аргаяш (зона влияния ПО «Маяк») при расчете средневзвешенных объемных активностей по АТР и территории РФ в целом не учитывались.

Схема деления территории РФ на регионы приведена в табл. 1.2. В табл. 1.1 г. Брянск выделен в связи с тем, что он расположен вблизи районов, загрязненных в 1986 г. в результате Чернобыльской аварии. В табл. 1.1 отсутствуют данные по территории Крайнего Севера, поскольку из-за проблем с энергозатратами на воздухофильтрующие установки с 1998 г. наблюдения здесь не проводятся.

Средневзвешенное по территории РФ значение объемной активности $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в 2007 г. ($15,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) находилось на уровне 2002–2006 гг. Среднегодовые объемные активности в регионах (см. табл. 1.1), в основном, незначительно уменьшились (кроме Юга ЕТР и Юга Восточной Сибири).

Объемная активность $\Sigma\beta$ вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны (г. Брянск) с 2000 г. вышла на уровни, наблюдающиеся на незагрязненной территории ЕТР. Среднее за 2007 г. значение объемных активностей $\Sigma\beta$ в воздухе в г. Брянске ($9,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) было ниже средневзвешенного значения в Центре ЕТР ($17,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и всей ЕТР ($10,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Объемные активности $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2007 г., 10^{-5} Бк/м³

| Европейская территория России | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|------------------------|---------------------|------------------|------------------------|-------------|------------------|
| Месяц | Крайний Север | Заполярье | Север | Центр | Брянск | Юг | Средневзвешенное |
| Январь | - | 9,55 | 5,31 | 9,21 | 5,61 | 9,15 | 8,5 |
| Февраль | - | 8,96 | 6,58 | 12,98 | 7,47 | 10,77 | 9,3 |
| Март | - | 10,81 | 8,20 | 14,65 | 9,64 | 12,87 | 11,1 |
| Апрель | - | 5,10 | 6,68 | 13,33 | 12,37 | 11,08 | 7,7 |
| Май | - | 5,02 | 8,46 | 21,53 | 14,89 | 12,97 | 9,7 |
| Июнь | - | 4,67 | 7,16 | 17,43 | 11,87 | 14,57 | 8,6 |
| Июль | - | 6,06 | 7,96 | 17,27 | 10,45 | 14,50 | 9,4 |
| Август | - | 3,80 | 10,40 | 23,20 | 13,60 | 19,73 | 10,5 |
| Сентябрь | - | 5,03 | 8,50 | 21,15 | 7,86 | 18,50 | 10,1 |
| Октябрь | - | 5,81 | 11,04 | 23,34 | 10,50 | 23,48 | 11,9 |
| Ноябрь | - | 10,78 | 9,12 | 13,79 | 5,06 | 8,62 | 10,7 |
| Декабрь | - | 10,29 | 15,89 | 18,12 | 7,25 | 40,44 | 15,8 |
| Среднее: | | | | | | | |
| 2007 г. | - | 7,2 | 8,8 | 17,2 | 9,7 | 16,4 | 10,3 |
| 2006 г. | - | 7,7 | 11,2 | 19,2 | 9,8 | 11,8 | 10,8 |
| Азиатская территория России | | | | | | | |
| Месяц | Западная Сибирь | Север Восточной Сибири | Юг Восточной Сибири | Средневзвешенное | Средневзвешенное по РФ | | |
| Январь | 28,22 | 23,46 | 10,79 | 22,2 | 17,3 | | |
| Февраль | 19,86 | 22,33 | 11,39 | 19,6 | 15,9 | | |
| Март | 16,75 | 20,44 | 10,92 | 17,7 | 15,3 | | |
| Апрель | 16,87 | 14,85 | 14,88 | 15,4 | 12,6 | | |
| Май | 13,97 | 14,66 | 10,18 | 13,6 | 12,2 | | |
| Июнь | 13,78 | 20,81 | 14,34 | 17,8 | 14,5 | | |
| Июль | 13,40 | 15,70 | 21,38 | 16,2 | 13,8 | | |
| Август | 13,96 | 16,86 | 15,66 | 15,9 | 14,0 | | |
| Сентябрь | 14,12 | 18,99 | 15,94 | 17,2 | 14,7 | | |
| Октябрь | 11,19 | 15,59 | 20,55 | 15,5 | 14,2 | | |
| Ноябрь | 20,77 | 19,12 | 25,96 | 20,9 | 17,2 | | |
| Декабрь | 18,09 | 19,36 | 30,36 | 21,2 | 19,3 | | |
| Среднее: | | | | | | | |
| 2007 г. | 16,8 | 18,5 | 16,9 | 17,8 | 15,1 | | |
| 2006 г. | 22,0 | 19,4 | 13,1 | 18,8 | 15,7 | | |

Примечание: - - нет данных.

Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере регионов страны в 2007 г. изменялась в пределах $(3,8-40,4) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Минимальные среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$ наблюдались в августе в Заполярье, а максимальные – в декабре на Юге ЕТР.

Максимальные среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$ в отдельных населенных пунктах наблюдались, в основном, в 100-км зонах РОО: на территории ЕТР в августе в г. Курске (Курская АЭС) – $40,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и г. Нововоронеже (Нововоронежская АЭС) – $45,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в октябре в г. Курчатове (Курская АЭС) – $51,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и г. Нововоронеже (Нововоронежская АЭС) – $69,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в декабре в г. Нововоронеже – $48,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и г. Волгограде – $42,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³; на территории АТР – в январе в п. Сухобузимское (ГХК) – $84,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и п. Б. Мурта (ГХК) – $77,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в феврале в п. Б. Мурта (ГХК) – $64,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Здесь и далее в скобках указаны радиационно опасные объекты, расположенные на территории населенных пунктов или в их окрестностях.

Как видно из табл. 1.1, среднемесячное значение объемной активности $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы на территории ЕТР, АТР и в целом по РФ увеличивается в зимний период с максимумом

в декабре – январе (эта тенденция прослеживается на протяжении последних лет, особенно для Севера ЕТР и всей АТР). Вероятно, это связано с повышением содержания радионуклидов природного происхождения в топливе, потребление которого возрастает зимой.

Таблица 1.2

Схема группировки пунктов наблюдения за объемной активностью радиоактивных продуктов в воздухе по географическим районам РФ

| Европейская территория России | | |
|---------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Крайний Север | | |
| 1. Обс. им. Кренкеля (о. Хейса) (н/р) | (н/р) | |
| Заполярье* | | |
| 1. Норильск (н/р) | 5. Салехард | 9. Амдерма (н/р) |
| 2. Диксон | 6. Нарьян-Мар | 10. Зашеек (н/р) |
| 3. Ханты-Мансийск (н/р 8 мес.) | 7. Мурманск | |
| 4. Туруханск | 8. Кандалакша | |
| Север | | |
| 1. Архангельск | 4. Северодвинск | 7. Петрозаводск (н/р 2 мес.) |
| 2. Ухта | 5. Вологда | 8. С.-Петербург (н/р) |
| 3. Сыктывкар | 6. Киров | 9. Охоны (н/р) |
| Центр | | |
| 1. Нижний Новгород | 5. Подмосковная | 8. Нововоронеж (экспозиция 5 дней) |
| 2. Самара | 6. Москва-ЦВС (н/р) | 9. Курчатов (экспозиция 5 дней) |
| 3. Пенза | 7. Ельня (н/р) | 10. Курск |
| 4. Обнинск | | |
| Юг | | |
| 1. Астрахань | 3. Ростов-на-Дону (н/р) | |
| 2. Волгоград | 4. Цимлянск | |
| Азиатская территория России | | |
| Западная Сибирь** | | |
| 1. Кызыл (н/р 4 мес.) | 5. Уяр | 9. Омск |
| 2. Огурцово | 6. Большая Мурта | 10. Колпашево |
| 3. Красноярск | 7. Верхнее Дуброво | 11. Бийск (закрыты наблюдения) |
| 4. Сухобузимское | 8. Барнаул (н/р 2 мес.) | |
| Север Восточной Сибири | | |
| 1. Якутск | 3. Магадан | 5. Мирный |
| 2. Петропавловск-Камч. (н/р) | 4. Алдан | |
| Юг Восточной Сибири | | |
| 1. Владивосток (н/р) | 4. Благовещенск | 6. Южно-Сахалинск |
| 2. Сковородино (н/р) | 5. Чита | 7. Хабаровск |
| 3. Иркутск (н/р 3 мес.) | | |

Примечание: н/р – не работает;

* – в Заполярье условно включены пункты, расположенные как на ЕТР, так и на АТР;

** – данные по п.п. Новогорный, Кыштым, Бродокалмак, Аргаяш (100-км зона ПО «Маяк») при подсчете средневзвешенных объемных активностей $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr по АТР и РФ в целом не учитывались.

В течение года в приземном слое атмосферы некоторых населенных пунктах в отдельные дни наблюдалось повышенное содержание долгоживущих β -активных радионуклидов. В 2007 г. на территории РФ по данным оперативного мониторинга был зарегистрирован 71 случай (в 2006 г. – 71 случай, в 2005 г. – 136 случаев, в 2004 г. – 152 случая) пятикратного и более превышения среднесуточных объемных активностей $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями при измерении на пятые сутки после отбора пробы [5].

В основном, повышенные уровни объемных активностей $\Sigma\beta$ наблюдались не более одних суток, а в пробах были обнаружены только продукты распада природных радия и тория. Наиболее высокие значения среднесуточных объемных активностей $\Sigma\beta$, относящиеся к случаям пятикратного и более превышения фоновых уровней, отмечались в 100-км зонах РОО: в августе в п. Новогорный

(ПО «Маяк») – $138 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в г. Курске (Курская АЭС) – $144 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ноябре в п. В. Дуброво (Белоярская АЭС) – $189 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в апреле в г. Иркутске (Иркутский СК «Радон», АЭХК) – $333 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Кроме того, в январе высокие значения среднесуточных объемных активностей $\Sigma\beta$ отмечались во многих пунктах наблюдения Западной Сибири: Сухобузимское (ГХК) – $263 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, Б. Мурта (ГХК) – $181 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а в декабре – во всех пунктах наблюдения Юга ЕТР: Астрахань – $306 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, Волгоград – $179 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, Цимлянск – $111 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальные превышения объемной активности $\Sigma\beta$ над фоновым значением в 2007 г. наблюдались в г. Иркутске (Иркутский СК «Радон», АЭХК) – в 55 раз, в г. Астрахани – в 26 раз и в п. Новогорный (ПО «Маяк») – в 23 раза.

В табл. 1.3 приведены среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в воздухе в 2007 г., взвешенные по площадям территорий, каждая из которых обслуживается одной воздухофильтрующей установкой (в тех же, что и в табл. 1.1, регионах РФ). Там же даются среднегодовые значения, взвешенные по ЕТР и АТР и по территории РФ в целом, и для сравнения данные за 2006 г. Результаты наблюдений на Крайнем Севере в табл. 1.3 не приводятся по причине, указанной выше.

В табл. 1.3 также приведены объемные активности ^{137}Cs в п. Новогорный, расположенном в 100-км зоне ПО «Маяк» (в 7 км от источника). Данные по п.п. Новогорный, Кыштым, Бродокалмак, Аргаяш (зона влияния ПО «Маяк», подробнее см. раздел 2.2) при расчете средневзвешенных объемных активностей ^{137}Cs по АТР и РФ не учитывались.

Среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная активность ^{137}Cs в воздухе незначительно увеличилась по сравнению с 2006 г. (примерно на 10 %) и составила $2,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

За пределами загрязненных территорий повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в воздухе наблюдались в следующих населенных пунктах: Нововоронеж (Нововоронежская АЭС) в июне – $111 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в августе – $207 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и в сентябре – $122 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³; Обнинск (ФЭИ, филиал НИФХИ) в мае – $90 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Приведенные выше объемные активности ^{137}Cs превышали средневзвешенное значение по территории РФ в 30–74 раза, однако были на шесть порядков ниже допустимых объемных активностей ^{137}Cs в воздухе для населения ($\text{ДОО}_{\text{НАС}} = 27$ Бк/м³) по НРБ-99 [1]. Повышенные в 5 и в 20 раз по сравнению с фоновыми среднегодовые объемные активности ^{137}Cs наблюдались в окрестностях тех же радиационно опасных объектов: в Обнинске и Нововоронеже – $15,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $57,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, соответственно.

На загрязненных территориях в 2007 г. максимальная среднемесячная объемная активность ^{137}Cs в воздухе ($358 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) наблюдалась в августе в п. Новогорный, расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк». Это в 128 раз выше, чем средневзвешенная среднегодовая объемная активность по всей территории РФ, но на пять порядков ниже допустимой объемной активности ^{137}Cs в воздухе для населения ($\text{ДОО}_{\text{НАС}} = 27$ Бк/м³) по НРБ-99 [1]. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в п. Новогорный ($106 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) уменьшилась по сравнению с 2006 г. в 2,3 раза, но была в 38 раз выше средневзвешенного значения по всей территории РФ. В других пунктах наблюдения, расположенных в 100-км зоне ПО «Маяк на разных расстояниях и в различных направлениях от источника (см. раздел 2.2), среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в приземном слое

атмосферы были на порядок ниже: Бродокалмак – $9,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Аргаяш – $8,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и Кыштым – $8,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Таблица 1.3

Среднемесячные объемные активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2007 г., 10⁻⁷ Бк/м³

| Европейская территория России | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------|------------------|------------------------|---------------------|------------------|------------------------|------------------|
| Месяц | Кр. Север | Заполярье | Север | Центр | Брянск | Юг | Средневзвешенное |
| Январь | - | 0,8 | 2,2 | 4,8 | 11,0 | 3,2 | 2,7 |
| Февраль | - | 0,8 | 2,1 | 4,7 | 11,0 | 3,2 | 2,6 |
| Март | - | 0,8 | 2,0 | 3,5 | 7,0 | 3,3 | 2,3 |
| Апрель | - | 1,1 | 2,2 | 5,5 | 26,0 | 6,2 | 3,8 |
| Май | - | 1,1 | 2,2 | 17,3 | 20,0 | 8,8 | 7,0 |
| Июнь | - | 1,1 | 2,1 | 14,9 | 11,0 | 7,1 | 5,7 |
| Июль | - | 2,1 | 2,5 | 11,0 | 9,0 | 8,1 | 5,6 |
| Август | - | 2,1 | 2,6 | 24,0 | 12,0 | 9,1 | 8,9 |
| Сентябрь | - | 2,1 | 2,5 | 15,0 | 7,0 | 7,0 | 6,3 |
| Октябрь | - | 0,8 | 1,5 | 11,7 | 13,0 | 6,7 | 4,7 |
| Ноябрь | - | 0,8 | 1,5 | 7,7 | 9,0 | 2,8 | 3,2 |
| Декабрь | - | 0,8 | 2,0 | 6,5 | 6,0 | 3,0 | 2,8 |
| Среднее: | | | | | | | |
| 2007 г. | - | 1,2 | 2,1 | 10,5 | 11,8 | 5,7 | 4,6 |
| 2006 г. | - | 1,0 | 3,4 | 5,3 | 11,6 | 5,3 | 2,8 |
| Азиатская территория России | | | | | | | |
| Месяц | Новогорный | Западная Сибирь* | Север Восточной Сибири | Юг Восточной Сибири | Средневзвешенное | Средневзвешенное по РФ | |
| Январь | 162 | 3,1 | 0,9 | 4,1 | 1,9 | 2,1 | |
| Февраль | 164 | 3,1 | 0,0 | 3,6 | 1,9 | 2,1 | |
| Март | 29 | 3,1 | 0,9 | 3,6 | 1,9 | 2,0 | |
| Апрель | 56 | 5,0 | 1,3 | 2,3 | 2,0 | 2,5 | |
| Май | 29 | 5,0 | 1,3 | 3,3 | 2,1 | 3,5 | |
| Июнь | 41 | 5,0 | 1,3 | 2,7 | 2,0 | 3,1 | |
| Июль | 92 | 3,8 | 1,9 | 4,4 | 2,5 | 3,4 | |
| Август | 358 | 3,8 | 1,9 | 4,4 | 2,5 | 4,4 | |
| Сентябрь | 43 | 3,8 | 1,9 | 4,4 | 2,5 | 3,6 | |
| Октябрь | 41 | 1,8 | 1,0 | 3,5 | 1,5 | 2,4 | |
| Ноябрь | 153 | 1,8 | 1,0 | 3,5 | 1,5 | 2,0 | |
| Декабрь | 100 | 1,8 | 1,0 | 3,5 | 1,5 | 1,9 | |
| Среднее: | | | | | | | |
| 2007 г. | 106 | 3,4 | 1,3 | 3,6 | 2,0 | 2,8 | |
| 2006 г. | 240 | 3,3 | 1,6 | 3,9 | 2,5 | 2,6 | |

Примечание: - - нет данных;

* - нет данных по п.п. Барнаул, Колпашево, Омск за 2-4 кв. 2007 г.

Повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности ¹³⁷Cs в воздухе наблюдались и вблизи загрязненной в результате Чернобыльской аварии зоны России (в апреле в г. Брянске – $26 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовое значение объемной активности этого радионуклида в г. Брянске ($11,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), хотя и уменьшилось за последние 6 лет примерно в 2 раза, все еще в 2,6 раза выше фонового уровня для всей ЕТР.

Объемные активности ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2007 г. представлены в табл. 1.4.

Из приведенных данных видно, что наибольшая среднеквартальная, взвешенная по отдельным регионам страны, объемная активность ⁹⁰Sr ($2,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) наблюдалась на территории Западной Сибири во втором квартале. Самые высокие среднеквартальные объёмные активности ⁹⁰Sr за-

регистрированы в следующих населенных пунктах: Нововоронеж (Нововоронежская АЭС) – $5,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (2 квартал) и $15,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (3 квартал), В. Дуброво (Белоярская АЭС) – $7,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (2 квартал) и $4,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (4 квартал), Архангельск (ФГУП «ПО «Севмаш») – $4,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (1 квартал), Обнинск (ФЭИ, филиал НИФХИ) – $5,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (2 квартал). Указанные выше объемные активности ⁹⁰Sr были в 6–18 раз выше, чем средневзвешенная по территории РФ объемная активность (см. табл. 1.5), но на шесть порядков ниже ДОА_{НАС.} ⁹⁰Sr в воздухе ($2,7$ Бк/м³) по НРБ-99 [1].

Таблица 1.4

Средневзвешенная по отдельным регионам объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2007 г., 10^{-7} Бк/м³

| Район | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. | Среднее |
|--------------------------------------|-------|--------|---------|--------|---------|
| Европейская территория России | | | | | |
| Брянск | 0,61 | 1,70 | 0,92 | 0,59 | 1,0 |
| Заполярье | 0,24 | 0,36 | 0,36 | 0,32 | 0,3 |
| Север | 0,75 | 0,77 | 0,67 | 0,62 | 0,7 |
| Центр | 0,31 | 1,76 | 2,06 | 0,65 | 1,2 |
| Юг | 0,37 | 1,24 | 1,34 | 0,53 | 0,9 |
| Азиатская территория России | | | | | |
| Западная Сибирь | 1,35 | 2,80 | 2,10 | 1,77 | 2,0 |
| Север Восточной Сибири | 0,44 | 0,36 | 0,40 | 0,43 | 0,4 |
| Юг Восточной Сибири | 1,23 | 1,75 | 1,43 | 1,90 | 1,6 |

Объемная активность ⁹⁰Sr вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны (г. Брянск) с 2000 г. находится на том же уровне, что и на незагрязненной территории ЕТР.

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в п. Новогорный, расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк», уменьшилась в 1,7 раза по сравнению с 2006 г. и составляла $60,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что примерно в 67 раз выше средневзвешенного значения по территории РФ. Наибольшая среднемесячная объемная активность ⁹⁰Sr ($130 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) была зарегистрирована в феврале в п. Новогорный. Однако, это значение было более чем на пять порядков ниже (ДОА_{НАС.}) ⁹⁰Sr в воздухе по НРБ-99 [1]. Среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы в других пунктах наблюдения, расположенных в 100-км зоне ПО «Маяк», составляли: Аргаяш – $6,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Бродокалмак – $9,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и Кыштым – $15,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (подробнее см. раздел 2.2).

В табл. 1.5 приведены средневзвешенные по территории РФ значения объемной активности ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы в 1997–2007 гг. Из табл. 1.5 видно, что среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ постепенно уменьшается. В 2007 г. она составляла $0,90 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что на семь порядков ниже ДОА_{НАС.} по НРБ-99 [1] и практически не отличается от объемных активностей, наблюдавшихся перед аварией на ЧАЭС.

Следует отметить, что объемные активности ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы имеют сезонный ход: наибольшие значения наблюдаются во II-ом (11 раз) и III-ем (3 раза) кварталах (что обусловлено сельхозработами на полях, связанных с пылением почвы).

Таблица 1.5

**Средневзвешенные по территории страны объемные активности ⁹⁰Sr
в приземном слое атмосферы в 1997–2007 гг., 10⁻⁷ Бк/м³**

| Квартал | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| I | 1,10 | 1,00 | 0,85 | 0,77 | 0,90 | 0,96 | 1,16 | 0,61 | 0,74 | 0,69 | 0,67 |
| II | 1,60 | 1,80 | 1,39 | 1,76 | 1,74 | 1,52 | 1,91 | 1,90 | 1,08 | 1,24 | 1,10 |
| III | 1,70 | 2,00 | 1,27 | 1,30 | 1,43 | 1,34 | 1,35 | 1,30 | 0,88 | 0,95 | 0,96 |
| IV | 1,10 | 0,70 | 1,11 | 0,94 | 1,26 | 0,93 | 1,00 | 0,96 | 0,78 | 0,72 | 0,86 |
| Среднее | 1,38 | 1,40 | 1,20 | 1,20 | 1,33 | 1,19 | 1,36 | 1,19 | 0,87 | 0,90 | 0,90 |

В 2007 г. в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» продолжался радиохимический анализ месячных проб аэрозолей, отобранных из приземного слоя атмосферы в г. Обнинске (ФЭИ, филиал НИФХИ) и в п. Новогорный (ПО «Маяк»), и квартальных проб, отобранных в г. Курске (Курская АЭС), для определения содержания ^{239,240}Pu в приземном слое атмосферы этих городов. Измерение α-излучения образцов проводилось на спектрометре 570А-450 фирмы «ORTEC» [14]. Объемные активности ^{239,240}Pu и ²³⁸Pu в приземном слое атмосферы г.г. Обнинска и Курска приведены в табл. 1.6. Видно, что среднемесячные объемные активности ^{239,240}Pu в г. Обнинске в 2007 г. изменялись от 1,3·10⁻⁹ Бк/м³ до 31,1·10⁻⁹ Бк/м³. В целом, среднегодовое значение объемной активности ^{239,240}Pu в воздухе г. Обнинска в 2007 г. составляло 5,4·10⁻⁹ Бк/м³, что на 25 % выше среднегодового значения 2006 г. и на пять порядков ниже ДООА_{НАС} ^{239,240}Pu (2,5·10⁻³ Бк/м³) по НРБ-99 [1]. Среднемесячные объемные активности ²³⁸Pu в г. Обнинске изменялись от минимально детектируемой активности в декабре до 11,4·10⁻⁹ Бк/м³ в мае при среднегодовом значении 3,2·10⁻⁹ Бк/м³. Присутствие в приземном слое воздуха указанных изотопов плутония обусловлено наличием в г. Обнинске местного техногенного источника – ГНЦ РФ ФЭИ.

Таблица 1.6

**Объемные активности изотопов плутония в приземном слое воздуха
в г.г. Обнинске и Курске в 2007 г., 10⁻⁹ Бк/м³**

| Месяц | г. Обнинск | | г. Курск |
|----------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| | ²³⁸ Pu | ^{239,240} Pu | ^{239,240} Pu |
| Январь | 2,5 | 3,0 | 0,6 |
| Февраль | 6,6 | 5,8 | |
| Март | 1,0 | 2,0 | |
| Апрель | 1,2 | 2,1 | 2,4 |
| Май | 11,4 | 31,1 | |
| Июнь | 1,2 | 3,0 | |
| Июль | 4,4 | 2,7 | 2,0 |
| Август | 1,0 | 3,6 | |
| Сентябрь | 0,6 | 1,3 | |
| Октябрь | 3,6 | 3,1 | 1,0 |
| Ноябрь | 1,6 | 2,3 | |
| Декабрь | н | 4,2 | |
| Среднее: | | | |
| 2007 г. | 3,2 | 5,4 | 1,5 |
| 2006 г. | - | 4,3 | 2,0 |
| 2005 г. | 1,6 | 4,0 | 1,9 |

Примечание: н – ниже порога обнаружения;
- – нет данных.

Среднегодовая объемная активность ^{239,240}Pu в приземном слое воздуха г. Курска, измеряемая поквартально, была ниже, чем в 2006 г., и составляла 1,5·10⁻⁹ Бк/м³. Это в 3,6 раза меньше, чем среднегодовая объемная активность ^{239,240}Pu в приземном слое воздуха г. Обнинска.

Максимальные среднегодовые объемные активности $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{238}Pu , как и ранее, наблюдались в п. Новогорный (ПО «Маяк»), где в 2007 г. они составляли $89 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и $85 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ соответственно. Среднегодовая объемная активность ^{238}Pu уменьшилась по сравнению с 2006 г. примерно в 3 раза, а $^{239,240}\text{Pu}$ – в 1,7 раза (подробнее см. раздел 2.2). Наблюдаемые активности были на четыре порядка ниже ДОА_{НАС}.

В г.г. Обнинске, Курске и Курчатове в 2007 г., как и в предыдущие годы, наблюдались случаи регистрации в суточных пробах аэрозолей изотопов радиоактивного йода. Максимальное значение объемной активности ^{131}I ($1,2 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) в 2007 г. было зарегистрировано 28.02–01.03 в приземной атмосфере г. Обнинска (ФЭИ, филиал НИФХИ). Это значение на три порядка ниже допустимого уровня по НРБ-99 [1].

Кроме того, как и в предшествующие годы, в 2007 г. отмечен ряд случаев появления в атмосфере г.г. Курска, Курчатова и Нововоронежа продуктов деления и нейтронной активации, объемные активности которых были на пять – семь порядков ниже допустимых по НРБ-99 (подробнее см. разделы 3.6, 4.7, 4.9).

В 2007 г. заметных изменений объемной активности техногенных изотопов в приземном слое атмосферы в окрестностях АЭС и других радиационно опасных объектов, за исключением ПО «Маяк», не наблюдалось.

На рис. 1.2 показана динамика изменения объемных активностей $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 1991–2007 гг. Среднегодовые объемные активности радионуклидов за этот период были на семь порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения (ДОА_{НАС}) по НРБ-99 [1].

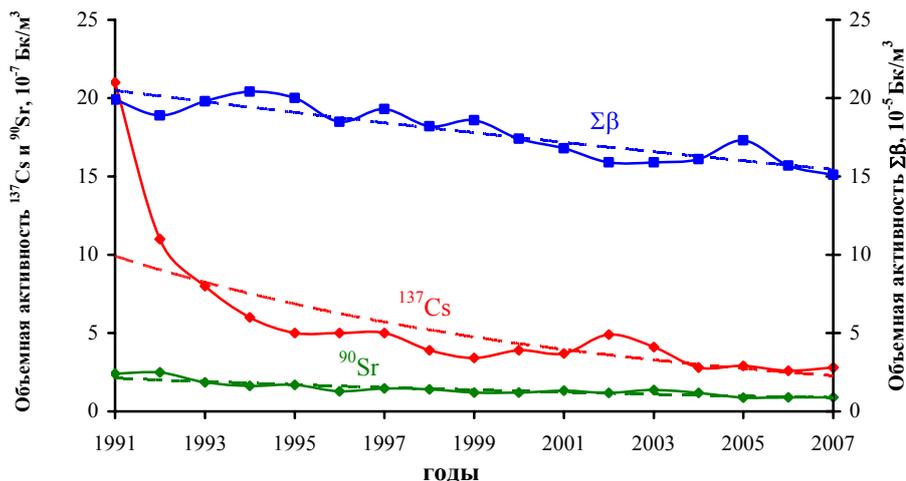


Рис. 1.2. Динамика изменения объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ

По всем наблюдаемым объемным активностям радионуклидов за указанный период имеет место тенденция к уменьшению. Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr с 1991 г. уменьшились в 8 и в 2,5 раза соответственно.

Атмосферные выпадения

Отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность на территории РФ в 2007 г., как и ранее, производился с помощью марлевых планшетов без бортиков с суточной экспозицией. Методики подготовки проб к измерениям, определения активности $\Sigma\beta$ и радиоизотопного состава аналогичны методикам обработки и измерений проб аэрозолей [6–13].

Схема группировки пунктов наблюдений за атмосферными выпадениями по географическим районам РФ приведена в табл. 1.7, а средневзвешенные по территории РФ величины выпадений $\Sigma\beta$ для этих районов – в табл. 1.8.

Таблица 1.7

Схема группировки пунктов наблюдений за радиоактивными выпадениями по географическим районам РФ

| Европейская территория России |
|---|
| <p><u>Заполярье</u> УГМС: Мурманское, Чукотское (о. Шмидта, б. Провидения, г. Певек) ЦГМС: Диксонский, Тиксинский</p> <p><u>Север</u> УГМС: Северное, Северо-Западное ЦГМС: Калининградский</p> <p><u>Центр</u> УГМС: Верхне-Волжское, Приволжское, Центральное, Центрально-Черноземных областей (кроме загрязненной зоны)</p> <p><u>Зона, загрязненная при аварии на ЧАЭС</u> в УГМС Центрально-Черноземных областей (ЦЧО): Волово, Ефремов, Плавск, Тула, Узловая (Тульская обл.); Брянск, Красная Гора (Брянская обл.); Болхов, Дмитровск-Орловский, Орел (Орловская обл.); Фатеж (Курская обл.); Жиздра (Калужская обл.)</p> <p><u>Юг</u> Северо-Кавказское УГМС</p> |
| Азиатская территория России |
| <p><u>Западная Сибирь</u> УГМС: Западно-Сибирское, Уральское (с Челябинским ЦГМС), Башкирское, Обь-Иртышское, Среднесибирское, Иркутское</p> <p><u>Север Восточной Сибири</u> УГМС: Якутское, Колымское, Камчатское, Чукотское (без полярных станций)</p> <p><u>Юг Восточной Сибири</u> УГМС: Дальневосточное, Приморское, Сахалинское, Забайкальское</p> |

Как видно из табл. 1.8, по сравнению с предыдущим годом средневзвешенные годовые выпадения $\Sigma\beta$ (как по отдельным районам, так и по всей территории РФ) практически не изменились. Однако в отдельные дни наблюдалось повышенное содержание долгоживущих β -активных радионуклидов в приземной атмосфере. По данным оперативного радиационного мониторинга приземной атмосферы в 2007 г. было зарегистрировано [5] 40 случаев десятикратного и более превышения выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями (в 2006 г. – 52, в 2005 г. – 92, в 2004 г. – 46 случаев). Во всех случаях повышенные уровни наблюдались не более одних суток и в большинстве проб были обнаружены только продукты распада природных радия и тория. Наибольшие суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 2007 г. были зафиксированы в п. Морки Республики Марий Эл, в г. Ижевске Республики Уд-

муртия и в г. Балашове Саратовской области – 31,6; 28 и 26 Бк/м²-сутки, соответственно. Максимальные превышения выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми значениями в 2007 г. наблюдались в п. Морки Республики Марий Эл – (в 35 раз), в п. Белоярский Свердловской области (Белоярская АЭС) – в 30 раз и в г. Невьянке Свердловской области (Белоярская АЭС, ПЗРО Свердловского СК «Радон») – в 23 раза.

Наибольшее количество случаев превышения объемных активностей и выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми значениями имело место на территориях Западной Сибири и Севера ЕТР (45 и 29 случаев соответственно). Наибольшее число случаев превышения объемных активностей и выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми значениями на территории России отмечалось в феврале, сентябре и ноябре (16, 17 и 21 случай соответственно).

Таблица 1.8

Выпадения суммы β -активных радионуклидов на территории РФ в 2007 г., Бк/м²-сутки

| Европейская территория России | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|------------------------|---------------------|-------------------|------------------------|------------------|
| Месяц | Заполярье | Север | Центр | Загрязненная зона | Юг | Средневзвешенное |
| Январь | 1,08 | 0,93 | 0,97 | 1,08 | 0,83 | 0,97 |
| Февраль | 1,16 | 0,86 | 0,91 | 1,00 | 1,01 | 0,97 |
| Март | 0,89 | 0,74 | 0,88 | 0,80 | 1,09 | 0,86 |
| Апрель | 0,86 | 0,61 | 1,04 | 0,79 | 1,06 | 0,86 |
| Май | 0,86 | 0,68 | 1,07 | 0,72 | 0,92 | 0,87 |
| Июнь | 0,90 | 0,60 | 1,03 | 0,72 | 0,83 | 0,83 |
| Июль | 1,13 | 0,41 | 1,16 | 0,75 | 0,83 | 0,87 |
| Август | 1,11 | 0,47 | 1,01 | 0,72 | 0,85 | 0,84 |
| Сентябрь | 1,03 | 0,58 | 1,05 | 0,80 | 1,00 | 0,89 |
| Октябрь | 1,04 | 0,78 | 1,12 | 1,04 | 1,11 | 0,99 |
| Ноябрь | 1,09 | 0,79 | 1,07 | 1,04 | 1,19 | 1,00 |
| Декабрь | 1,11 | 0,65 | 1,04 | 0,97 | 1,42 | 0,98 |
| Среднее: | | | | | | |
| 2007 г. | 1,0 | 0,7 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,9 |
| 2006 г. | 1,1 | 0,8 | 1,2 | 1,0 | 0,8 | 1,0 |
| Азиатская территория России | | | | | | |
| Месяц | Западная Сибирь | Север Восточной Сибири | Юг Восточной Сибири | Средне-взвешенное | Средневзвешенное по РФ | |
| Январь | 1,42 | 1,49 | 1,35 | 1,44 | 1,3 | |
| Февраль | 1,39 | 1,65 | 1,36 | 1,48 | 1,3 | |
| Март | 1,15 | 1,36 | 1,35 | 1,26 | 1,2 | |
| Апрель | 1,28 | 1,50 | 1,41 | 1,38 | 1,2 | |
| Май | 1,21 | 1,55 | 1,39 | 1,36 | 1,2 | |
| Июнь | 1,41 | 1,56 | 1,56 | 1,49 | 1,3 | |
| Июль | 1,21 | 1,32 | 1,69 | 1,34 | 1,2 | |
| Август | 1,22 | 1,32 | 1,49 | 1,30 | 1,2 | |
| Сентябрь | 1,42 | 1,30 | 1,92 | 1,47 | 1,3 | |
| Октябрь | 1,25 | 1,24 | 2,21 | 1,42 | 1,3 | |
| Ноябрь | 1,37 | 1,43 | 2,08 | 1,52 | 1,4 | |
| Декабрь | 1,31 | 1,47 | 2,30 | 1,54 | 1,4 | |
| Среднее: | | | | | | |
| 2007 г. | 1,3 | 1,4 | 1,7 | 1,4 | 1,3 | |
| 2006 г. | 1,3 | 1,5 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | |

Атмосферные выпадения ¹³⁷Cs на территории ЕТР приведены в табл. 1.9. Годовые выпадения ¹³⁷Cs во всех регионах ЕТР уменьшились.

Величина квартальных выпадений ¹³⁷Cs по АТР, в основном, была ниже предела обнаружения. Однако в отдельных регионах наблюдались повышенные уровни выпадений ¹³⁷Cs: в 1-м квар-

тале в Приморском УГМС (Юг Восточной Сибири) – 0,15 Бк/м²-квартал; в Уральском УГМС (Западная Сибирь) годовые выпадения составили 1,1 Бк/м²-год. Выпадения ¹³⁷Cs, средневзвешенные по территории РФ, в 2007 г. составили менее 0,4 Бк/м²-год.

Таблица 1.9

Выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы в различных регионах ЕТР в 2007 г., Бк/м²-квартал

| Район | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. | Сумма за год | | |
|-------------------|-------|--------|---------|--------|--------------|---------|---------|
| | | | | | 2007 г. | 2006 г. | 2005 г. |
| Заполярье | <0,02 | 0,04 | 0,06 | <0,02 | <0,4 | <0,4 | <0,4 |
| Север | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,34 | 0,68 | 0,54 |
| Центр ЕТР | 0,07 | 0,12 | 0,11 | 0,07 | 0,37 | 0,61 | 0,93 |
| Юг | 0,09 | 0,13 | 0,14 | 0,07 | 0,43 | 0,48 | 0,61 |
| Загрязненная зона | 0,17 | 0,35 | 0,65 | 0,48 | 1,7 | 3,1 | 2,5 |

В загрязненной после Чернобыльской аварии зоне годовые выпадения ¹³⁷Cs уменьшились в 1,8 раза и составили 1,7 Бк/м²-год, что, как минимум, в 4 раза выше средневзвешенного значения по территории РФ. В некоторых населенных пунктах загрязненной после Чернобыльской аварии зоны выпадения ¹³⁷Cs были намного выше. Максимальные выпадения на этой территории, как и ранее, наблюдались в п. Красная Гора Брянской области и составляли в 2007 г. 14,8 Бк/м²-год, что в 1,2 раза меньше, чем в 2006 г.

На АТР наибольшие годовые выпадения ¹³⁷Cs (15,5 Бк/м²-год) в 2007 г. наблюдались, как и ранее, в 100-км зоне ПО «Маяк» Челябинской области в п. Новогорный. Средняя по 100-км зоне ПО «Маяк» сумма выпадений ¹³⁷Cs из атмосферы в 2007 г. (7 Бк/м²-год) незначительно увеличилась по сравнению с 2006 г. (6 Бк/м²-год) и была в 7,8 раза выше фоновой для Уральского региона (подробнее см. раздел 2.2).

Величина выпадений ⁹⁰Sr в среднем по стране была ниже предела обнаружения (< 0,3 Бк/м²-год). Однако, в 100-км зоне ПО «Маяк» выпадения ⁹⁰Sr были значительными. Максимальные выпадения ⁹⁰Sr в 2007 г. наблюдались в п. Новогорный – 13,3 Бк/м²-год (в 2006 г. – 17,3 Бк/м²-год). Среднегодовые выпадения ⁹⁰Sr в 100-км зоне ПО «Маяк» незначительно уменьшились по сравнению с 2006 г. и составили 6,65 Бк/м²-год, что 4 раза выше фонового значения для Уральского региона (подробнее см. раздел 2.2).

В 2007 г. на территории РФ продолжались наблюдения за содержанием трития (³H) в атмосферных осадках. Результаты усредненных по 29 пунктам наблюдения среднемесячных значений объемной активности трития в атмосферных осадках и месячные выпадения его из атмосферы с осадками за 2007 г. в сравнении с 2006 г. приведены в табл. 1.10. В этой же таблице приведена активность трития, выпавшего с атмосферными осадками на всю территорию России. Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках и месячные выпадения его из атмосферы с осадками в 2007 г. изменялись в диапазоне (1,6–3,6) Бк/л и (51–226) Бк/м²-месяц соответственно. Среднегодовое значение объемной активности трития в осадках на всей территории РФ в 2007 г. (2,4 Бк/л) осталось на уровне предыдущих лет (2,4–2,8 Бк/л).

Таблица 1.10

Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках (Бк/л) и его выпадения из атмосферы (Бк/м²-месяц), усредненные по 29 пунктам на территории России

| Месяц | 2007 г. | | 2006 г. | |
|--------------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| | Объемная активность | Выпадения | Объемная активность | Выпадения |
| Январь | 1,8 | 60 | 2,9 | 69 |
| Февраль | 2,4 | 59 | 3,0 | 66 |
| Март | 2,1 | 51 | 2,7 | 71 |
| Апрель | 2,4 | 66 | 3,2 | 73 |
| Май | 2,9 | 150 | 3,4 | 115 |
| Июнь | 3,6 | 220 | 3,4 | 181 |
| Июль | 2,6 | 226 | 3,2 | 219 |
| Август | 3,1 | 212 | 2,9 | 216 |
| Сентябрь | 2,6 | 139 | 2,6 | 127 |
| Октябрь | 2,2 | 101 | 2,4 | 87 |
| Ноябрь | 2,0 | 84 | 1,8 | 105 |
| Декабрь | 1,6 | 47 | 2,1 | 70 |
| Среднее | 2,4 | 117,9 | 2,8 | 116,6 |
| Сумма, КБк/м ² ·год | 1,40 | | 1,40 | |
| Выпадения на территории РФ, Бк | 24,2·10 ¹⁵ | | 23,9·10 ¹⁵ | |

Среднегодовое содержание трития в осадках в 100-км зоне ПО «Маяк» в п. Новогорный в 2007 г. увеличилось в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом (53,3 Бк/л) и составляло 71,4 Бк/л, что в 24 раза выше фонового уровня по территории РФ. На расстоянии 20–25 км от ПО «Маяк» содержание трития в осадках уменьшается в 4 раза, но еще в 6–7 раз превышает фоновый уровень (подробнее см. раздел 2.2).

Суммарные выпадения трития с атмосферными осадками на всю площадь территории России в 2007 г. составили 24,2·10¹⁵ Бк. Выпадения на всю территорию, как и раньше, оценивались как произведение величины годовых выпадений трития, осредненных по территории России, на площадь территории РФ (17,075·10⁶ км²).

Сравнение приведенных данных о содержании ³H в атмосферных осадках на рассматриваемой территории с данными за предыдущие годы показывает, что наблюдаемые уровни обусловлены: тритием естественного происхождения; термоядерными взрывами, проведенными до 1980 г. в атмосфере; выбросами и сбросами трития в окружающую среду предприятиями ядерно-топливного цикла [15, 16].

На рис. 1.3 показана динамика выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность трития (³H), ¹³⁷Cs и Σβ на территории РФ в 1991–2007 гг.

Выпадения ¹³⁷Cs за указанный период уменьшились более чем в 6 раз, а выпадения Σβ – в 1,5 раза.

Радиационный фон на местности

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2007 г., повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве и практически не сказалось на уровнях загрязнения, сложившихся ранее. Географическое распределение плотности загрязнения почвы техногенными радионуклидами на территории России в 2007 г. не изменилось.

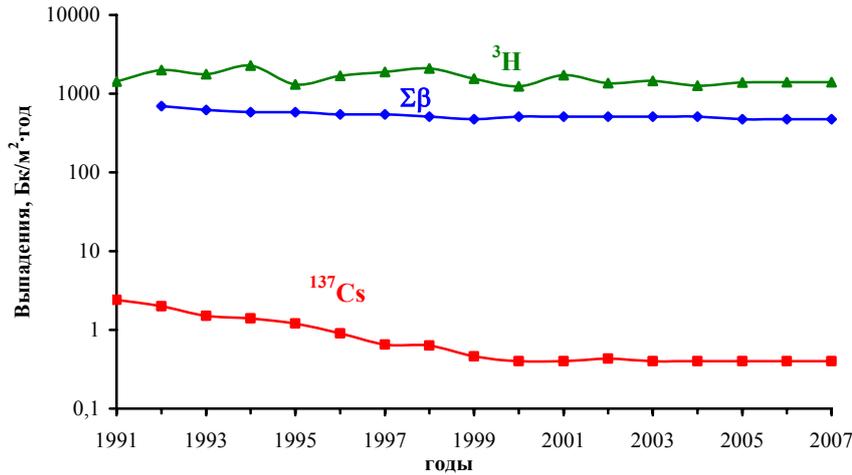


Рис. 1.3. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность РФ и трития (с осадками) вне загрязненных зон

По данным ежедневных измерений в 1310 пунктах в течение 2007 г. мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности (МЭД), кроме загрязненных районов, на территории Российской Федерации была, в основном, в пределах колебаний естественного радиационного фона (6–20 мкР/ч). В 100-км зонах вокруг радиационно-опасных объектов значения МЭД, в основном, не превышали фоновых уровней, за исключением единичных случаев, наблюдавшихся в районе ГХК (п. Сухобузимское – 28 мкР/ч, другие случаи превышения фоновых уровней приведены в разделе 2.3), ППГХО (п. Краснокаменск – 21–28 мкР/ч, п.п. Борзя, Доно, Каулайстуй и др. – 21–23 мкР/ч), Иркутского СК «Радон» и АЭХК (п.п. Хомутово, Шелехов и др. – 21–25 мкР/ч). Повышенные значения МЭД (22–27 мкР/ч) регистрировались и в п.п. Плавск и Узловая (Тульская область), загрязненных в результате Чернобыльской аварии.

После Чернобыльской аварии некоторые территории Европейской части РФ были загрязнены техногенными радионуклидами. Радиационная обстановка на этих территориях в настоящее время определяется загрязнением почвы ^{137}Cs . Наибольшие площади загрязнения находятся в Брянской и Тульской областях. В этих районах после аварии регистрируются повышенные значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения, которые мало меняются от года к году:

– в населенных пунктах Гордеевского, Злынковского, Клинцовского, Новозыбковского и Красногорского районов Брянской области с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs 15–40 Ки/км² максимальные значения МЭД в 2007 г. колебались от 32 мкР/ч до 52 мкР/ч (с. Ущерпье Клинцовского района);

– на территориях 18 районов Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs 5–15 Ки/км² максимальные значения МЭД изменялись от 13 мкР/ч до 32 мкР/ч (с. Творишино Гордеевского района и п. Красная Гора Красногорского района);

– на территориях с плотностью загрязнения ^{137}Cs 1–5 Ки/км² значения МЭД мало отличались от естественного фона (12–19 мкР/ч, с. Мартьяновка Клинцовского района).

На загрязненных территориях АТР (Восточно-Уральский радиоактивный след) значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения не превышали фоновых уровней 9–13 мкР/ч (подробнее см. раздел. 5.2).

Поверхностные воды суши и морей

При мониторинге радиоактивного загрязнения поверхностных вод определяется содержание в воде ^{90}Sr и ^3H . Отбор проб воды и первичное концентрирование при анализе на ^{90}Sr осуществляются по методике [17] на гидрологических станциях и постах радиометрической сети территориальных УГМС, радиохимический анализ концентратов проб выполняется в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», в региональных радиометрических лабораториях Владивостока, Новосибирска, Екатеринбурга и в лаборатории Челябинска. Отбор проб и их анализ на содержание ^3H проводится по методике [18]. Анализ проб воды на содержание ^3H , отобранных на станциях и постах на всей территории РФ, выполняется в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун».

В табл. 1.11 приведены среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в реках и озерах РФ отдельно для ЕТР и АТР в 1997–2007 гг. Данные для озера ЕТР в 2007 г. представлены результатами определения ^{90}Sr в оз. Имандра и Онежское, а для озера АТР – в оз. Ханка. По последним двум озерам имеется длинный ряд наблюдений. Более ранние результаты ежегодных наблюдений по большему числу водоемов, проводившихся с 1962 г., содержатся в соответствующих Ежегодниках.

Таблица 1.11

Среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в реках и озерах РФ, мБк/л

| Год | реки ЕТР | реки АТР | среднее по РФ | оз. Онежское, оз. Имандра (ЕТР) | оз. Ханка (АТР) |
|-------------|------------------|------------|------------------|---------------------------------|-----------------|
| 1997 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 9,6 | 25,5 |
| 1998 | 7,6 | 7,8 | 7,7 | 3,7* | 19,4 |
| 1999 | 6,2 | 6,1 | 6,2 | - | 27,3 |
| 2000 | 6,2 | 5,6 | 5,9 | - | 22,6 |
| 2001 | 7,2 | 4,7 | 6,0 | 9,8* | 18,3 |
| 2002 | 5,9 | 3,6 | 4,8 | 8,1* | 15,6 |
| 2003 | 6,4 | 4,5 | 5,5 | 7,0* | 22,0 |
| 2004 | 7,6 | 4,7 | 6,2 | 6,2 | 25,6 |
| 2005 | 6,7 (8,2) | 4,7 | 5,7 (6,4) | 5,5 | 19,7 |
| 2006 | 6,1 (9,1) | 4,4 | 5,3 (6,7) | 4,8 | 15,4 |
| 2007 | 5,6 (6,7) | 4,5 | 5,1 (5,7) | 4,8 | 12,0 |

Примечание: в скобках приводятся среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr с учетом данных по рекам Колва, Кама и Вишера;

* – данные только по оз. Онежскому;

- – пробы не отбирались.

В осреднение не включались результаты определения содержания ^{90}Sr в речной воде, отобранной в 2005–2007 гг. в п.п. Чердынь (р. Колва), Рябинино (р. Вишера), Тюлькино (р. Кама). Эти пункты расположены в регионе, где возможно прослеживается влияние одновременного взрыва трех зарядов (мощностью 15 кТ каждый), проведенного в мирных целях («Канал») в марте 1971 г. на глубине 128 м [19]. Объёмные активности ^{90}Sr в воде рек указанных пунктов колебались в пределах 2–36, 8–13, 7–10 мБк/л, при среднегодовых значениях 17, 10 и 9 мБк/л, соответственно, превышающих фоновые уровни в 1,5–3 раза. В осреднение также не включались результаты определения содержания ^{90}Sr в воде р. Течи (а также рек Исеть, Караболка, Синара и др., подробнее

см. раздел 2.2), загрязненных ранее сбросами технологических вод ПО «Маяк» и радиоактивными продуктами аварии 1957 г. на ПО «Маяк».

Средняя объёмная активность ^{90}Sr в воде рек как ЕТР, так и АТР в 2007 г. по сравнению с 2006 г. изменилась незначительно (см. табл. 1.11). В 2007 г. ее величина по территории РФ составляла 5,1 мБк/л, что в 980 раз ниже норматива уровня вмешательства для населения ($УВ = 5$ Бк/л) по НРБ-99 [1].

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслюмово) в 2007 г. была в 1,5 раза ниже, чем в 2006 г., и составляла 8,9 Бк/л. Это значение в 1,8 раза выше уровня вмешательства для населения [1] и примерно в 1750 раз выше фонового уровня для рек России (5,1 мБк/л).

В табл. 1.12 приведены среднегодовые (осредненные по 4–6-ти пробам) объёмные активности трития в 1997–2007 гг. в основных реках РФ (в основном, в их устьевых участках).

Таблица 1.12

Среднегодовые объёмные активности трития в основных реках РФ, Бк/л

| Регион стока | Река (пункт) | годы | | | | | | | | | | |
|----------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| Север ЕТР | р. Нева (Новосаратовка) | - | - | - | - | - | - | - | - | 3,4 | 2,0 | - |
| | р. Сев. Двина (Соломбала) | 2,7 | 3,9 | 2,4 | 1,9 | 2,4 | 2,0 | 2,4 | 2,0 | 1,9 | 2,5 | 2,2 |
| | р. Печора (Городецкий Шар) | 3,5 | 2,7 | 3,1 | 2,4 | 2,7 | 2,6 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,9 | 2,5 |
| Юг ЕТР | р. Волга (Балаково) | 2,5 | 2,0 | 2,3 | 2,2 | 2,9 | 3,3 | 2,1 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,3 |
| | р. Волга (В. Лебяжье) | 3,3 | 2,2 | 3,2 | 2,2 | 2,4 | 2,1 | 1,8 | 1,9 | 2,6 | 1,9 | 2,5 |
| | р. Волга (Брейтово) | - | - | - | - | - | - | - | 1,8 | 1,8 | 2,2 | 1,9 |
| Центр ЕТР | р. Дон (Аксай) | 2,2 | 2,2 | 3,1 | 1,7 | 2,3 | 2,0 | 2,2 | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 2,2 |
| Сибирь | р. Енисей (Игарка) | 4,7 | 3,8 | 3,9 | 3,2 | 3,7 | 3,3 | 2,7 | - | - | 2,8 | 2,8 |
| | р. Лена (Тикси) | 4,0 | 3,7 | 3,7 | 3,5 | 3,8 | 3,1 | 2,0 | 2,8 | 3,2 | 3,0 | 2,6 |
| | р. Колыма (Черский) | - | - | - | 2,7 | 2,6 | 2,6 | 2,1 | 2,1 | 3,1 | 2,7 | 2,5 |
| | р. Н.Тунгуска (Тура) | - | 3,4 | 3,7 | 2,5 | 3,6 | 2,6 | 3,1 | 2,2 | 3,4 | 2,8 | 2,7 |
| | р. Индигирка (Индигирский) | 3,3 | 5,7 | 4,4 | 3,2 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,8 | 3,0 | 3,5 | 2,8 |
| | р. Обь (Салехард) | - | - | - | - | - | - | 2,7 | 2,3 | 2,7 | 2,6 | 2,6 |
| Дальний Восток | р. Амур (Благовещенск) | 5,2 | 4,7 | 3,9 | 3,5 | 3,5 | 2,9 | 3,0 | 2,8 | 3,3 | 3,2 | 3,1 |
| | р. Амур (Хабаровск) | - | 5,4 | 3,3 | 3,2 | 4,1 | 2,6 | 3,6 | 3,0 | 2,9 | 2,7 | 3,8 |
| | р. Амур (Комсомольск-на-Амуре) | 4,2 | 3,4 | 4,3 | 3,0 | 4,1 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 3,5 | 3,4 | 3,0 |

Примечание: - – пробы не отбирались.

Как видно из табл. 1.12, в 2007 г. среднегодовая объёмная активность трития в водах основных рек России практически во всех пунктах наблюдения оставалась на уровне 2006 г., изменяясь в пределах (1,9–3,8) Бк/л при среднем значении за год 2,6 Бк/л. Меньшее из этих значений относится к р. Волга (п. Брейтово), а большее – к р. Амур (г. Хабаровск).

Повышенное содержание трития по сравнению с фоновым наблюдалось в р. Тече. Среднегодовая объёмная активность трития в р. Тече (п.п. Муслюмово и Новый мост) изменялась в 2007 г. в пределах 48–292 Бк/л при среднегодовом значении 132 Бк/л, что превышает фоновые уровни для рек России (1,9–3,8 Бк/л) в 35–70 раз (подробнее см. раздел 2.2).

На рис. 1.4 показаны динамика изменения объёмных активностей ^{90}Sr и ^3H в реках на территории РФ в 1991–2007 гг., а также для сравнения – динамика изменения объёмной активности ^3H в

осадках за тот же период. Из рис. 1.4 видно, что среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в реках РФ уменьшилась с 1991 г. в 2 раза. Анализ данных за период 1991–2007 гг. показывает, что содержание трития в водах основных рек России со временем медленно уменьшается, также как и активность трития в осадках. Из рис. 1.4 видно, что объёмная активность ^3H в реках обусловлена осадками.

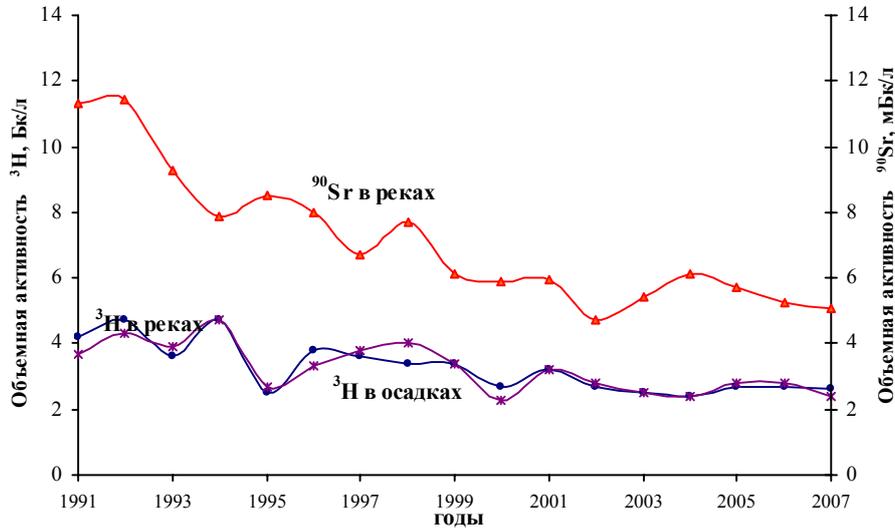


Рис. 1.4. Динамика изменения объёмной активности ^3H в реках, в осадках и ^{90}Sr в реках на территории РФ

При мониторинге загрязнения ^{90}Sr вод ряда морей, омывающих территорию РФ, пробы в Белом море отбирались на четырех гидрологических станциях, в остальных морях работало по одной станции. Отбор проб морской воды объемом 10 л и их первичная обработка для последующего определения ^{90}Sr осуществлялись морскими гидрометеороbservаториями. Радиохимический анализ концентратов проб выполнялся в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун».

В табл. 1.13 приведены среднегодовые значения объёмной активности ^{90}Sr в поверхностных водах морей в 1997–2007 гг. Из табл. 1.13 видно, что содержание ^{90}Sr в водах морей ЕТР в течение этого периода имеет слабую тенденцию к уменьшению.

Таблица 1.13

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в поверхностных водах морей РФ, мБк/л

| Море | Кол-во проб в 2007 г. | годы | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| Азовское | - | - | 28,0 | 18,7 | 16,0 | - | 15,8 | - | - | - | 6,0 | - |
| Черное | - | 16,1 | 13,5 | - | 15,5 | 13,0 | - | - | 10,7 | 12,2 | - | - |
| Каспийское* | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6,6 |
| Баренцево | 4 | 2,9 | 3,9 | 2,9 | 3,4 | 3,4 | 3,1 | 3,6 | 2,8 | 2,0 | 2,3 | 2,1 |
| Белое | 6 | 4,3 | 5,2 | 6,0 | 4,0 | 4,1 | 3,5 | 3,4 | 3,8 | 3,4 | 3,6 | 3,0 |
| Охотское | 4 | 2,0 | 2,5 | 2,2 | 2,3 | 2,1 | 1,9 | 2,1 | 1,8 | 1,7 | 2,0 | 1,0 |
| Японское | 5 | 3,6 | 1,7 | 1,6 | 2,4 | 2,1 | 2,1 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2,2 | 1,7 |
| Тихий океан** | 12 | 2,0 | 2,0 | 1,9 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 1,8 | 1,7 | 1,5 | 1,3 |

Примечание: - – пробы не отбирались;

* – в 1995–2006 гг. пробы не отбирались;

** – прибрежные воды Восточной Камчатки.

Среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в 2007 г. в поверхностных водах Белого, Баренцева, Каспийского, Охотского и Японского морей, а также в водах Тихого океана у берегов Камчатки

(Авачинская губа) находились в пределах от 1,0 мБк/л в водах Охотского моря до 6,6 мБк/л в водах Каспийского моря.

Таким образом, в 2007 г. содержание радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ, в основном, сохранилось на уровне предыдущих лет или незначительно уменьшилось.

Анализ всей совокупности экспериментальных данных (1991–2007 гг.) показал, что радиационная обстановка на территории РФ в последние 17 лет была спокойной и существенно не изменилась. По всем наблюдаемым объектам окружающей среды имеет место тенденция к уменьшению радиоактивного загрязнения.

1.2. Содержание радионуклидов в объектах природной среды на территории сопредельных государств

Ниже приводятся краткие сведения о радиационной обстановке на территории некоторых сопредельных государств, которые предоставили материалы своих наблюдений в рамках информационного обмена.

Республика Армения

На территории Армении в 2007 г. по данным [20] проводились измерения объемной активности $\Sigma\beta$ (количество пунктов не указано, среднее значение составило $122 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), отбор проб почвы и воды в 30-км зоне Армянской АЭС (результаты измерений не приводятся) и наблюдения за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения на местности (в г. Ереване – дозиметром ДРГ-01 и на 33 станциях – ДП-5, ДРГ-01, ДБГ-06).

В течение 2007 г. значения МЭД в г. Ереване колебались в пределах фоновых уровней – от 13,8 до 17,4 мкР/ч. На остальной территории республики не было зафиксировано превышение допустимого уровня – 50 мкР/ч.

Республика Беларусь

Радиационный мониторинг на территории Республики Беларусь осуществляется Республиканским Центром радиационного контроля и мониторинга окружающей среды (РЦРКМ) департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь.

В 2007 г. на территории Беларуси функционировало 55 постов по измерению мощности экспозиционной дозы γ -излучения [21]. В зонах влияния Игналинской, Чернобыльской, Ровенской и Смоленской АЭС (12 постов) измерения МЭД проводились круглосуточно с интервалом 3 часа, включая выходные и праздничные дни.

Оперативная информация об уровнях МЭД в зонах влияния Игналинской, Чернобыльской, Ровенской и Смоленской АЭС, поступавшая в течение 2007 г., свидетельствует о том, что радиационная обстановка в зонах влияния АЭС оставалась стабильной.

На территориях, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС, в пунктах постоянного контроля (вне 30-км зоны вокруг ЧАЭС и зоны отселения) в 2007 г. регистрировались повышенные уровни МЭД: в Брагине – 67 мкР/ч в июне, в Наровле – 59 мкР/ч в апреле, в Славгоро-

де – 25 мкР/ч в сентябре, в Хойниках – 24 мкР/ч в июне, в Чечерске – 25 мкР/ч (неоднократно). На остальной территории среднегодовые значения МЭД соответствовали установившимся многолетним значениям и не превышали уровней естественного γ -фона (20 мкР/ч). В областных городах Беларуси среднегодовое значение МЭД находилось в пределах от 10 до 12 мкР/ч.

Анализ данных показывает, что для таких населенных пунктов как Брагин и Наровля, отмечается сезонное изменение МЭД. Для остальных населенных пунктов ярко выраженных сезонных изменений МЭД не наблюдается.

Радиационный мониторинг приземной атмосферы на территории Беларуси включает в себя:

- непрерывный ежесуточный отбор проб радиоактивных аэрозолей с использованием ВФУ в пяти пунктах: Гомель, Мстиславль, Мозырь, Браслав и Пинск;
- отбор проб радиоактивных аэрозолей с 10-дневной экспозицией в г.г. Минске и Могилеве;
- непрерывный ежесуточный отбор проб радиоактивных выпадений в 21 пункте;
- отбор проб радиоактивных выпадений с 10-дневной экспозицией в 6 пунктах.

В табл. 1.14 приведены среднемесячные и среднегодовые объемные активности $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2007 г.

Таблица 1.14

Среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2007 г., 10^{-5} Бк/м³

| Месяц | Браслав | | Гомель | | Минск | | Могилев | | Мозырь | | Мстиславль | | Пинск | |
|----------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|
| | $\Sigma\beta$ | ^{137}Cs |
| Январь | 4,2 | 0,06 | 5,7 | 0,61 | 3,0 | 2,19 | 9,0 | 2,30 | 8,5 | 1,07 | 8,4 | 0,96 | 17,6 | 0,39 |
| Февраль | 11,8 | 0,19 | 8,4 | 1,36 | 12,0 | 0,47 | 17,3 | 3,92 | 14,1 | 2,23 | 15,6 | 1,84 | 29,0 | 1,89 |
| Март | 9,7 | 0,33 | 11,9 | 1,71 | 9,7 | 0,96 | 19,0 | 2,93 | 17,3 | 9,87 | 13,5 | 1,83 | 27,1 | 2,29 |
| Апрель | 7,4 | 0,23 | 12,8 | 0,92 | 11,0 | 1,19 | 27,3 | 1,30 | 16,4 | 2,01 | 14,2 | 0,87 | 25,4 | 1,38 |
| Май | 10,0 | 0,36 | 13,9 | 3,04 | 15,0 | 1,18 | 27,3 | 0,53 | 20,7 | 4,13 | 13,0 | 1,76 | 31,9 | 3,25 |
| Июнь | 8,7 | 0,29 | 14,6 | 1,31 | 27,0 | 1,27 | 22,3 | 0,21 | 17,5 | 1,35 | 11,0 | 0,39 | 21,0 | 1,82 |
| Июль | 6,1 | 0,15 | 8,9 | 1,01 | 18,3 | 1,21 | 17,7 | 0,43 | 13,2 | 0,85 | 7,9 | 0,20 | 42,1 | 0,54 |
| Август | 12,5 | 0,23 | 13,5 | 0,91 | 19,3 | 1,23 | 28,3 | 0,24 | 19,6 | 0,77 | 15,3 | 0,34 | 39,2 | 1,03 |
| Сентябрь | 9,0 | 0,21 | 13,6 | 1,11 | 12,7 | 0,84 | 29,1 | 0,40 | 23,0 | 1,22 | 22,8 | 0,83 | 45,5 | 1,46 |
| Октябрь | 12,8 | 0,29 | 15,9 | 0,19 | 23,0 | 0,99 | 37,7 | 0,36 | 25,3 | 1,55 | 24,2 | 0,89 | 20,1 | 1,33 |
| Ноябрь | 8,8 | 0,23 | 8,5 | 0,44 | 8,7 | 1,93 | 11,3 | 0,53 | 18,7 | 1,62 | 11,5 | 0,93 | 33,2 | 1,07 |
| Декабрь | 10,7 | 0,32 | 10,9 | 1,61 | 5,5 | 0,67 | 16,3 | 0,57 | 19,5 | 2,15 | 17,7 | 1,22 | 17,6 | 0,89 |
| Среднее: | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 г. | 9,3 | 0,24 | 11,6 | 1,19 | 13,8 | 1,18 | 21,9 | 1,19 | 17,8 | 2,40 | 14,6 | 1,01 | 29,1 | 1,45 |
| 2006 г. | 12,4 | 0,17 | 14,7 | 1,28 | 15,5 | 0,74 | 26,8 | 1,14 | - | - | 17,5 | 0,65 | 14,0 | 0,66 |

Примечание: - - отбор проб не проводился.

Наиболее высокие среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$ наблюдались в 2007 г. в г. Могилеве в октябре – $37,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в г. Пинске в 3-м квартале – $(39-45) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Наиболее высокие среднемесячные объемные активности ^{137}Cs наблюдались в г. Мозырь – $9,87 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (март) и $4,13 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (май) и в г. Пинске в мае – $3,25 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Это на пять порядков ниже ДОО_{НАС} для ^{137}Cs по НРБ-99 [1]. Эти значения сравнимы с максимальной среднемесячной объемной активностью ^{137}Cs , зарегистрированной в п. Новогорный в августе ($3,58 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк». Наибольшая среднегодовая объемная активность ^{137}Cs на территории Беларуси наблюдалась в г. Мозырь и составляла $2,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Это практически на два порядка выше средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs на территории РФ.

По результатам γ -спектрометрического анализа проб аэрозолей в приземной атмосфере регистрировались естественные радионуклиды: ^{40}K , ^7Be , ^{226}Ra и ^{210}Pb . Короткоживущих изотопов, в том числе ^{131}I , не обнаружено, а также не отмечено существенных изменений в поведении ^{137}Cs в атмосферном воздухе по сравнению с предыдущими годами. Активности естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали средним многолетним значениям.

Наибольшие среднемесячные уровни радиоактивных выпадений $\Sigma\beta$ из атмосферы зарегистрированы в апреле в г. Могилеве – 1,9 Бк/м²·сутки, при этом среднегодовой уровень составил 1,1 Бк/м²·сутки. Среднегодовые значения радиоактивных выпадений $\Sigma\beta$ из атмосферы в районных центрах Гомельской области (Наровля, Брагин, Хойники, Василевичи, Мозырь, Чечерск) составляли от 0,5 до 0,6 Бк/м²·сутки. Выпадения $\Sigma\beta$ в этих пунктах по данным [21] не превышают фонового значения для незагрязненных территорий Беларуси.

Радиационный мониторинг поверхностных вод, как и в прошлые годы, ведется РЦРКМ [21] на шести основных реках Беларуси, протекающих по загрязненным территориям: Припять (г. Мозырь), Днепр (г. Речица), Сож (г. Гомель), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи), Нижняя Брагинка (д. Гдень). В зоне влияния Игналинской АЭС проводится радиационный мониторинг поверхностных вод на оз. Дрисвяты (д. Дрисвяты). Ежемесячно на основных контролируемых реках отбираются пробы воды с одновременным измерением расходов. На р. Нижняя Брагинка и оз. Дрисвяты отбор проб воды проводится 4 раза в год. Пробы воды анализируются на содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в контролируемых створах рек Гомельской области в 2007 г. составляли (в мБк/л): р. Припять – 20, р. Днепр – 25, р. Сож – 36, р. Ипуть – 52, р. Беседь – 35. Относительная погрешность при измерении низких уровней активности ^{137}Cs в поверхностных водах составляет 25–30 %.

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в контролируемых створах рек Гомельской области в 2007 г. составляли (в мБк/л): р. Припять – 7, р. Днепр – 8, р. Сож – 22, р. Ипуть – 24, р. Беседь – 33.

В настоящее время реки являются наиболее значимым путем переноса радионуклидов, в том числе трансграничного. Данные мониторинга водных объектов показывают, что радиационная обстановка на реках Днепровско-Сожского и Припятского бассейнов стабилизировалась. За счет динамических процессов водного переноса, седиментации взвесей на дно водоемов и естественного распада объемной активности ^{137}Cs в больших и средних реках значительно уменьшились. Однако в поверхностных водах большинства контролируемых рек активность ^{137}Cs и ^{90}Sr все еще превышает доаварийные значения.

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr за период 1999–2007 гг. во всех створах были значительно ниже гигиенических нормативов, предусмотренных Республиканскими допустимыми уровнями (РДУ-99) для питьевой воды, которые являются нормативно-методическими документами в области радиационного контроля и безопасности населения в Беларуси (РДУ-99 для ^{137}Cs – 10 Бк/л, для ^{90}Sr – 0,37 Бк/л).

Однако на реках, водосборы которых частично или полностью находятся в 30-км зоне Чернобыльской АЭС, в частности, в поверхностных водах р. Нижняя Брагинка (д. Гдень), наблюдаются более высокие значения объемных активностей ^{137}Cs и ^{90}Sr . Диапазон изменения объемных актив-

ностей ^{137}Cs в р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) в 2007 г. составил (260–2110) мБк/л, объемных активностей ^{90}Sr – (490–3060) мБк/л. Эти данные свидетельствуют о значительном превышении содержания ^{137}Cs в поверхностных водах этой реки по сравнению с другими контролируруемыми реками, хотя превышения санитарно-гигиенических нормативов по этому радионуклиду не наблюдается. Содержание ^{90}Sr в поверхностных водах р. Нижняя Брагинка значительно превышает гигиенические нормативы (в 1,5–8 раз).

В паводковый период в результате смыва радионуклидов с площадей водосборов существует опасность загрязнения поверхностных вод реки ^{90}Sr в большей степени, чем ^{137}Cs . Это обусловлено тем, что ^{90}Sr в почвах водосбора находится в ионно-обменной форме и не закреплен в кристаллическую решетку почвообразующих комплексов, вследствие чего он более подвижен, чем ^{137}Cs . В последние несколько лет количество обменных форм ^{90}Sr на водосборе р. Нижняя Брагинка возросло, что объясняется процессами разрушения топливных частиц с сопутствующим переходом этого изотопа в ионно-обменное состояние.

В 2007 г. продолжались работы по мониторингу переноса радиоактивного загрязнения через трансграничные створы. Анализ полученных данных показал, что в настоящее время трансграничный перенос ^{137}Cs с водами рек, протекающих по Белорусско-Брянскому «цезиевому» пятну, незначителен. На рис. 1.5 представлена динамика среднегодовых объемных активностей ^{137}Cs в поверхностных водах р.р. Беседь (д. Светиловичи) и Ипуть (г. Добруш) за период 1987–2006 гг. В первые

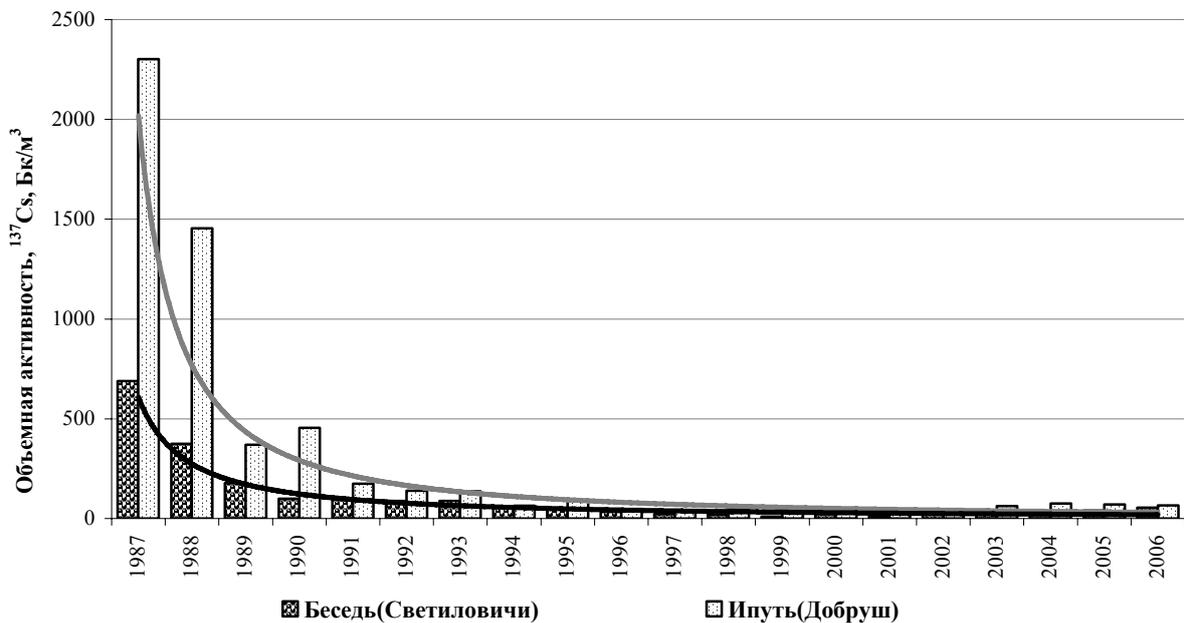


Рис. 1.5. Динамика среднегодовых объемных активностей ^{137}Cs в поверхностных водах р.р. Беседь и Ипуть

несколько лет после аварии на ЧАЭС наблюдался заметный трансграничный перенос ^{137}Cs и ^{90}Sr с поверхностными водами таких трансграничных рек как Ипуть и Беседь. Начиная с 1991 г., проявляется отчетливая тенденция уменьшения выноса ^{137}Cs через створы рек Беларуси, протекающих по территории России и Беларуси. Основным фактором снижения объемных активностей ^{137}Cs в растворенном состоянии является его естественный распад.

В отличие от выноса ^{137}Cs , вынос ^{90}Sr поверхностными водами рек Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи) в большей степени зависит от уровня годовой водности. На рис. 1.6 представлены среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в реке Ипуть за наблюдаемый период. Несмотря на то, что среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в р. Ипуть имеют тенденцию к снижению, периодически наблюдаются их всплески. Это объясняется тем, что концентрации этого радионуклида в поверхностных водах напрямую зависят от водности года, поскольку объемные активности ^{90}Sr в почве находится в основном в ионообменной форме и его смыв талыми и дождевыми водами с водосбора происходит в растворенном состоянии, заметно усиливаясь во время паводков.

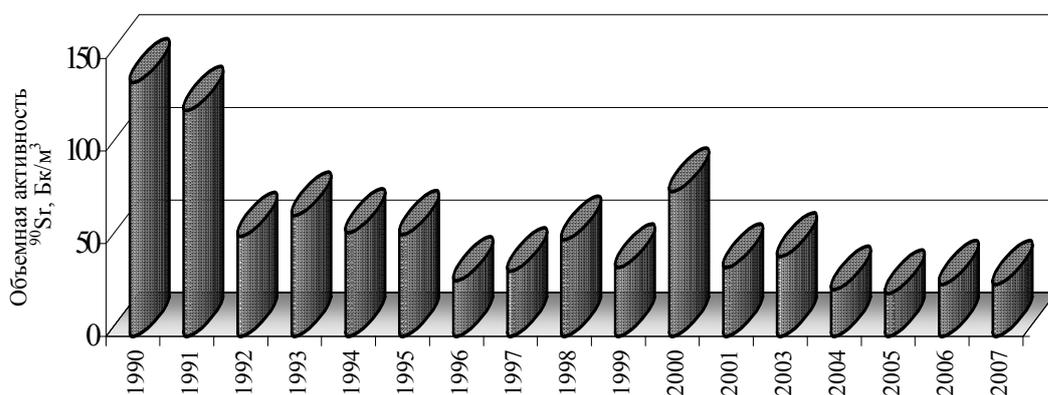


Рис. 1.6. Динамика среднегодовых объемных активностей ^{90}Sr в поверхностных водах р. Ипуть

С целью оценки влияния работающих АЭС на трансграничный перенос радионуклидов водным путем наблюдения велись на следующих водных объектах: р. Горынь (д. Речица), р. Стыр (д. Ладорож) – зона влияния Ровенской АЭС (Украина); р. Сож (д. Коськово) – зона влияния Смоленской АЭС (Россия); оз. Дрисвяты (д. Дрисвяты) – зона влияния Игналинской АЭС (Литва).

Результаты радиационного мониторинга поверхностных вод на трансграничных водных объектах в зонах влияния атомных электростанций показали, что в 2007 г. «свежие» радиоактивные продукты в воде не наблюдались.

Объемные активности ^{137}Cs в поверхностных водах оз. Дрисвяты, в районе д. Дрисвяты (зона влияния Игналинской АЭС) в 2007 г. составили 3–9 мБк/л, объемные активности ^{90}Sr – 7–9 мБк/л, что значительно ниже РДУ-99 и практически соответствуют доаварийным значениям. В 2007 г. на белорусской части акватории оз. Дрисвяты в пробах донных отложений радионуклиды ^{60}Co , ^{59}Fe , ^{54}Mn , ^{51}Cr , являющиеся продуктами сброса Игналинской АЭС, не обнаружены.

После Чернобыльской аварии РЦРКМ проводит радиоэкологический мониторинг почвы на реперной сети, которая включает в себя 123 реперных площадки и 18 ландшафтно-геохимических полигонов (ЛГХП) с различными типами и разновидностями почв в различных радиоэкологических и физико-географических условиях. На этих площадках и ЛГХП с различной периодичностью, в зависимости от уровней радиоактивного загрязнения, проводятся измерения МЭД по сетке, отбираются пробы почвы для дальнейшего анализа на содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr , изучаются процессы миграции радионуклидов.

В 2007 г. исследования процессов вертикальной миграции радионуклидов были проведены на 12 пунктах наблюдений. Измерены уровни МЭД на поверхности почвы и на высоте 1 м, проведены спектрометрические и радиохимические испытания проб почвы, обобщены полученные данные.

Результаты радиационного мониторинга почв позволяют сделать вывод о том, что в настоящее время интенсивность миграционных процессов снизилась, основное количество ^{137}Cs и ^{90}Sr по-прежнему находится в верхней части корнеобитаемого слоя.

На рис. 1.7 представлена динамика линейной скорости миграции ^{137}Cs в почвах трех ЛГХП, мониторинговые наблюдения на которых ведутся с 1993 г.

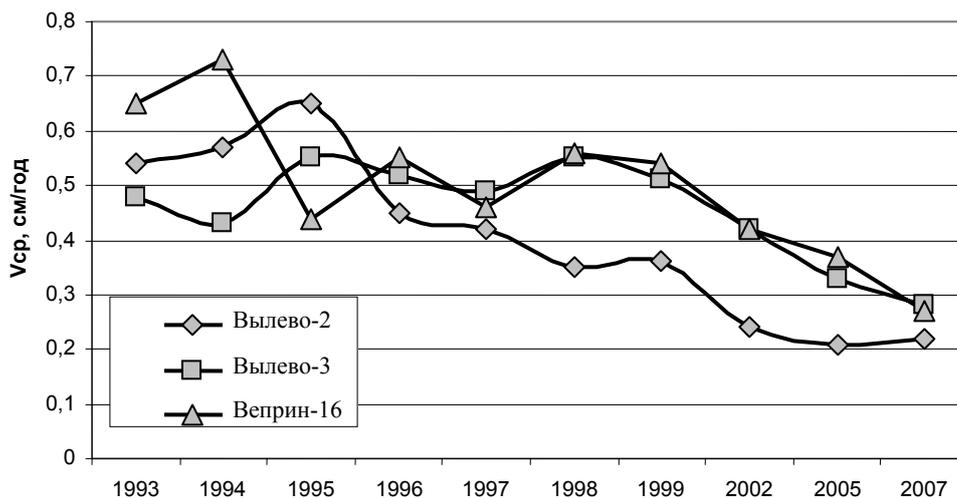


Рис. 1.7. Динамика линейной скорости вертикальной миграции ^{137}Cs в различных типах почв за период 1993–2007 гг. (ЛГХП Веприн-16 – почва дерново-подзолистая супесчаная на супесях; Вылево-2 – почва дерново-подзолистая с признаками избыточного увлажнения песчаная на песках; Вылево-3 – почва аллювиальная дерново-глееватая песчаная на песках)

Как видно из рис. 1.7, в почвах различной степени гидроморфности происходит уменьшение линейной скорости миграции радионуклидов. За наблюдаемый период (1993–2007 гг.) скорость миграции ^{137}Cs в почвах обследованных ЛГХП снизилась более чем в два раза.

Аналогичные тенденции, хотя и в меньшей степени, характерны и для ^{90}Sr . Линейная скорость миграции этого радионуклида также уменьшается со временем.

Для определения форм нахождения радионуклидов в почвах использовали метод последовательных вытяжек (H_2O , 1 М $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, 1 М HCl , 6 М HCl). Исследования форм нахождения ^{90}Sr в почвах ЛГХП свидетельствует, что около 70 % от валового количества радионуклида находится в почве в обменной форме. С усилением режима увлажнения почв содержание ^{90}Sr в обменной форме возрастает до 80 %. Миграция ^{90}Sr по профилю почв связана с высокой его подвижностью. Исследования показывают, что по сравнению с верхними слоями почвы (5–15 см) в более глубоких слоях (25–30 см) доля этого радионуклида в водорастворимой и обменной формах значительно выше.

^{137}Cs в профиле почв преимущественно находится в труднорастворимых формах. Однако, в более глубоких слоях почвы доля обменной и подвижной форм радионуклида выше. Это свидетельствует о миграции ^{137}Cs по профилю почвы в водной и обменной формах с последующей сорбцией радионуклида частицами почвы. С усилением режима увлажнения почв доля ^{137}Cs , находящегося в легкоподвижных формах, возрастает.

Приведенные данные подтверждают тот факт, что к настоящему времени в почвах сложилось некое динамическое равновесие и дальнейшее необменное поглощение радионуклидов глинистыми минералами почв, осаждение соединениями железа, марганца происходит очень медленно.

По всей видимости, ^{137}Cs в результате процессов вертикальной миграции так и не выйдет из зоны наибольшего распространения корневой системы растений (слой 0–40 см). Миграция ^{90}Sr еще будет продолжаться, поскольку значительная его часть по-прежнему сосредоточено в обменной форме, но темпы миграции также низкие.

Как показали данные наблюдений, вклад процесса вертикальной миграции в удаление радионуклидов за пределы гумусового слоя (0–25 см) как в автоморфных, так и в полугидроморфных почвах незначителен. Тот факт, что даже спустя двадцать лет после аварии на ЧАЭС основная масса радионуклидов концентрируется в корнеобитаемом слое, позволяет заключить, что ожидать существенного самоочищения почв не следует. Применение защитных мер по снижению перехода радионуклидов из почвы в растения является наиболее действенным способом получения продукции сельского хозяйства в пределах требований Республиканских допустимых уровней (РДУ-99).

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что радиационная обстановка на территории Республики Беларусь в 2007 г. оставалась стабильной. По данным сети мониторинга уровни МЭД, уровни загрязнения атмосферы радионуклидами соответствовали установившимся многолетним значениям.

Украина

Радиационный мониторинг загрязнения окружающей среды на территории Украины в 2007 г. осуществлялся подразделениями Гидрометслужбы Украины [22]. В 2007 г. проводились следующие виды наблюдений:

- измерение мощности экспозиционной дозы γ -излучения на местности в 181 пунктах (из них 17 – расположены на территориях, загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС, 31 – в 100-км зонах АЭС);
- отбор проб радиоактивных аэрозолей в 8 пунктах;
- отбор проб радиоактивных выпадений в 58 пунктах (22 – в 100-км зонах АЭС);
- отбор проб поверхностных вод в 9 створах Днепровского каскада и на р.р. Десна, Дунай, Ю. Буг (кроме того, в створе п. Чернобыль проводились наблюдения ДСНВП «Эко-центр»);
- отбор проб поверхностных вод (при маршрутных обследованиях в 100-км зонах АЭС) в 8 пунктах;
- отбор проб грунта (при маршрутных обследованиях в 100-км зонах АЭС) в 29 точках.

Анализ отобранных проб на содержание радиоактивных продуктов производился по стандартным методикам, используемым на территории России [7–9].

Пункты отбора проб аэрозолей расположены по территории Украины крайне неравномерно. Большая часть ВФУ расположена в северо-западной части, поскольку они устанавливались после

аварии на Чернобыльской АЭС для контроля за выбросами аварийного реактора и за ветровым переносом радиоактивной пыли с загрязненных территорий. В восточной части Украины, на границе с Россией (зоны влияния Волгодонской, Курской и Нововоронежской АЭС) и в зоне влияния Южно-Украинской и Запорожской АЭС наблюдения за радиоактивными атмосферными аэрозолями не ведутся.

Результаты мониторинга загрязнения приземной атмосферы техногенными радионуклидами за 1997–2007 гг. на территории Украины приведены в табл. 1.15–1.17.

Как и в предыдущие годы, основной вклад в загрязнение воздуха техногенными радионуклидами на территории Украины в 2007 г. вносил ветровой подъем и перенос радиоактивной пыли с загрязненной после Чернобыльской аварии поверхности земли, особенно в районах близких к Чернобылю. Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в 2007 г. в приземном слое атмосферы различных населенных пунктах на территории Украины изменялась от $8,7 \cdot 10^{-5}$ (п. Чернобыль) до $28,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (п. Щорс) и составляла в среднем по всей территории Украины $18,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что незначительно превышает уровни прошлых лет (см. табл. 1.15–1.16). Максимумы среднемесячных объемных активностей $\Sigma\beta$ в 2007 г. наблюдались в апреле в п. Щорс ($39,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в марте в п. Шепетовка ($31,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Среднее по территории Украины значение объемной активности ^{137}Cs в воздухе в 2007 г. составляло $46 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а ^{90}Sr – $6,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Как и в прошлые годы, повышенные объемные активности ^{137}Cs в приземной атмосфере в 2007 г. наблюдались на загрязненной после Чернобыльской аварии территории. В п. Чернобыль среднемесячные объемные активности изменялись от $68 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в декабре до $275 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в мае при среднегодовой величине $119 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Повышенные уровни ^{137}Cs в воздухе наблюдались в Киеве – $125 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $135 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в мае и в октябре, соответственно.

Среднеквартальная объемная активность ^{90}Sr в воздухе в течение 2007 г. на большей части территории Украины (кроме п. Чернобыль) изменялась в пределах $(1-9) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что соответствует доаварийному уровню ($8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В зоне загрязнения (п. Чернобыль) среднемесячная объемная активность ^{90}Sr в воздухе колебалась в диапазоне $(6-32) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ при среднем значении $17 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. На загрязненной территории среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземной атмосфере за 11 лет (см. табл. 1.16) в среднем уменьшились примерно в четыре раза, но пока еще среднегодовая объемная активность ^{137}Cs превышает доаварийные значения в 15 раз, а среднегодовая объемная активность ^{90}Sr – почти в 3 раза.

Таблица 1.15

Объемные активности и выпадения радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории Украины в 1997–2007 гг.

| Радионуклид | Единицы измерений | Среднегодовые по территории Украины | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------------|------------------|----------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | 1997 г. | 1998 г. | 1999 г. | 2000 г. | 2001 г. | 2002 г. | 2003 г. | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. |
| $\Sigma\beta$ $^{90}\text{Sr}^*$ | 10^{-5} Бк/м ³ | 14,9 | 11,4 | 13,5 | 12,6 | 12,9 | 14,4 | 17,1 | 14,8 | 15,2 | 16,0 | 18,2 |
| | 10^{-7} Бк/м ³ | 14 | 12 | - | 10,8 (4,6) | 7,6 (4,9) | 7,9 (4,7) | 7,3 (4,8) | 6,4 (4,3) | 8,1 (5,3) | 6,7 (5,0) | 6,6 (5,1) |
| $\Sigma\beta$ | Бк/м ² ·год | 682–1168 | 619–1069 | 653–914 | 498–968 | 576–906 | 656–921 | 646–922 | 731–914 | 687–866 | | |
| | (Бк/м ² ·сутки) | | | | | | | | (2,2) | (2,1) | (2,2) | (2,2) |
| ^{137}Cs | Бк/м ² ·год | 9,78 | 7,95 | 6,2 | 6,04 | 5,48 | 5,91 | 5,87 | 5,49 | 6,16 | 6,47 | 5,51 |
| ^{90}Sr | Бк/м ² ·год | 3,2–71 | 1,3–42 | 1,1–27 | 2,94 | 2,50 | 2,48 | 2,15 | 2,39 | 3,22 | 2,62 | 2,47 |
| За пределами загрязненной зоны Украины | | | | | | | | | | | | |
| ^{137}Cs ^{90}Sr | 10^{-7} Бк/м ³ | 10–140 | 8–68 | 8–64 | 8–57 | 8–76 | 9–77 | 10–100 | 20–69 | 13–73 | 16–41 | 8–64 |
| | 10^{-7} Бк/м ³ | 4–27 | 2–13 | 4–11 | 3–7 | 4–13 | 3–7 | 3–6 | 3–5 | 3–8 | 3–6 | 3–6 |
| ^{137}Cs ^{90}Sr | Бк/м ² ·год | 2–28 | 2–13,5 | 2–12,5 | 2–11 | 3–9,3 ¹ | 2–9,7 ¹ | 2–11,9 ¹ | 2–11,7 ¹ | 3–10,3 | 3–12,9 | 3–13,0 |
| | Бк/м ² ·год | 3,2–8,4 | 1,3–6,2 | 1–6 | 1–4 ¹ | 1–8,7 ¹ | 1–4 ¹ | 1–2,8 ¹ | 1–2 ¹ | 2–3,8 ¹ | 2–3,7 ¹ | 1–3,2 ¹ |
| Загрязненная зона (п. Чернобыль) | | | | | | | | | | | | |
| $^{137}\text{Cs}^{**}$ ^{90}Sr | 10^{-7} Бк/м ³ | 710 (33–2096) | 330 (10–1120) | 294 - | 306 (41–1270) | 178 (64–490) | 242 (42–688) | 169 (49–392) | 166 (69–469) | 187 (61–753) | 169 (45–473) | 119 (68–275) |
| | 10^{-7} Бк/м ³ | 101 | 59 | 40 | 54 | 21 | 30 | 24 | 21 | 25 | 17 | 17 |
| ^{137}Cs ^{90}Sr | Бк/м ² ·год | 102 | 84,7 | 69,6 | 49,9 | 32,7 | 30,3 | 19,6 | 23,8 | 53,0 | 20,4 | 20,7 |
| | Бк/м ² ·год | 71 | 42,4 | 26,8 | 22,6 | 18,6 | 23,1 | 22,6 | 20,1 | 26,2 | 22,0 | 20,5 |

Примечание: - – нет данных;

¹ – без учета данных по Киеву;

* – в скобках указаны значения без учета данных по Чернобылю;

** – в скобках указан разброс среднемесячных значений.

Таблица 1.16

Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$, ^{137}Cs , ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории Украины в 2007 г., 10^{-5} Бк/м³

| Пункт наблюдения | Радио-нуклид | Месяцы | | | | | | | | | | | | Среднее | |
|------------------|-------------------|--------------|------|------|---------------|------|------|----------------|-------|------|---------------|------|------|---------|---------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | 2007 г. | 2006 г. |
| Барышевка | $\Sigma\beta$ | 10,0 | 9,0 | 13,2 | 23,1 | 31,9 | 19,1 | 19,8 | 23,4 | 15,0 | 12,9 | 8,8 | 11,6 | 16,5 | 12,6 |
| | ^{137}Cs | 0,22 | 0,67 | 0,36 | 0,85 | 0,78 | 0,71 | 0,57 | 0,52 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,21 | 0,49 | 0,40 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,02 | | | II кв. – 0,08 | | | III кв. – 0,06 | | | IV кв. – 0,01 | | | 0,04 | 0,04 |
| Киев | $\Sigma\beta$ | 7,3 | 6,2 | 16,6 | 19,4 | 25,6 | 22,8 | 16,0 | 26,6 | 17,0 | 17,7 | 9,2 | 7,7 | 16,0 | 10,6 |
| | ^{137}Cs | 0,24 | 0,40 | 0,73 | 0,85 | 1,25 | 0,47 | 0,31 | 0,58 | 0,29 | 1,35 | 0,83 | 0,36 | 0,64 | 0,38 |
| | ^{90}Sr | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,11 | 0,09 | 0,07 | 0,09 | 0,09 | 0,06 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 0,05 |
| Одесса | $\Sigma\beta$ | 20,9 | 20,8 | 24,8 | 20,3 | 18,1 | 21,7 | 30,6 | 21,9 | 20,4 | 22,9 | 17,8 | 22,2 | 21,9 | 23,3 |
| | ^{137}Cs | 0,24 | 0,17 | 0,24 | 0,28 | 0,32 | 0,29 | 0,29 | 0,41 | 0,11 | 0,21 | 0,19 | 0,15 | 0,24 | 0,41 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,07 | | | II кв. – 0,08 | | | III кв. – 0,09 | | | IV кв. – 0,02 | | | 0,05 | 0,5 |
| Рахов | $\Sigma\beta$ | 7,8 | 8,6 | 6,5 | 6,1 | 7,0 | 8,9 | 7,7 | 11,7 | 7,5 | 12,9 | 6,5 | 12,9 | 8,7 | 13,9 |
| | ^{137}Cs | 0,12 | 0,14 | 0,06 | 0,06 | 0,09 | 0,07 | 0,06 | 0,055 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,12 | 0,08 | 0,16 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,03 | | | II кв. – 0,03 | | | III кв. – 0,04 | | | IV кв. – 0,02 | | | 0,03 | 0,05 |
| Севастополь | $\Sigma\beta$ | 17,8 | 17,5 | 16,4 | 12,9 | 19,3 | 25,3 | 27,7 | 25,0 | 20,7 | 29,0 | 20,9 | 19,7 | 21,0 | 19,8 |
| | ^{137}Cs | 0,22 | 0,35 | 0,15 | 0,43 | 0,28 | 0,24 | 0,23 | 0,17 | 0,12 | 0,25 | 0,19 | 0,22 | 0,24 | 0,30 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,06 | | | II кв. – 0,09 | | | III кв. – 0,08 | | | IV кв. – 0,03 | | | 0,06 | 0,06 |
| Чернобыль | $\Sigma\beta$ | 6,3 | 7,2 | 11,9 | 11,0 | 9,7 | 8,1 | 6,6 | 11,5 | 12,3 | 12,6 | 6,0 | 13,2 | 9,7 | 9,4 |
| | ^{137}Cs | 0,85 | 0,70 | 0,71 | 1,75 | 2,75 | 1,71 | 0,81 | 0,89 | 1,04 | 1,53 | 0,89 | 0,68 | 1,19 | 1,69 |
| | ^{90}Sr | 0,09 | 0,09 | 0,28 | 0,23 | 0,32 | 0,24 | 0,09 | 0,23 | 0,19 | 0,14 | 0,12 | 0,06 | 0,17 | 0,17 |
| Шепетовка | $\Sigma\beta$ | 13,3 | 15,7 | 31,3 | 30,5 | 25,5 | 23,4 | 25,8 | 29,0 | 31,2 | 27,3 | 14,6 | 19,4 | 23,9 | 22,1 |
| | ^{137}Cs | 0,06 | 0,31 | 0,15 | 0,21 | 0,76 | 0,10 | 0,24 | 0,21 | 0,28 | 0,27 | 0,11 | 0,15 | 0,24 | 0,30 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,05 | | | II кв. – 0,08 | | | III кв. – 0,09 | | | IV кв. – 0,03 | | | 0,06 | 0,06 |
| Щорс | $\Sigma\beta$ | * | * | * | * | 39,4 | 29,1 | 21,6 | 34,7 | 27,9 | 30,9 | 13,4 | 27,4 | 28,1 | * |
| | ^{137}Cs | * | * | * | * | 1,27 | 0,68 | 0,63 | 0,56 | 0,45 | 0,58 | 0,28 | 0,17 | 0,58 | * |
| | ^{90}Sr | I кв. – * | | | II кв. – 0,08 | | | III кв. – 0,07 | | | IV кв. – 0,03 | | | 0,06 | * |

Примечание: * – ВФУ не работала.

Таблица 1.17

Атмосферные выпадения радионуклидов на территории Украины в 2007 г. ($\Sigma\beta$, Бк/м²·сутки; ¹³⁷Cs, Бк/м²·месяц; ⁹⁰Sr, Бк/м²·квартал)

| Пункт наблюдения | Радионуклид | Месяцы | | | | | | | | | | | | Сумма | |
|--------------------|-------------------|--------------|------|------|---------------|------|------|----------------|------|------|---------------|------|------|---------|----------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | 2007 г. | 2006 г.* |
| Барышевка | $\Sigma\beta$ | 2,3 | 2,1 | 2,2 | 2,1 | 2,3 | 2,0 | 2,0 | 2,4 | 2,3 | 2,6 | 2,0 | 2,1 | 12,22 | 8,63 |
| | ¹³⁷ Cs | 0,63 | 0,87 | 0,69 | 0,74 | 1,20 | 0,68 | 0,66 | 0,55 | 3,50 | 0,50 | 1,30 | 0,90 | | |
| | ⁹⁰ Sr | I кв. – 0,81 | | | II кв. – 0,70 | | | III кв. – 0,71 | | | IV кв. – 0,77 | | | | |
| Владимир-Вольнский | $\Sigma\beta$ | 2,3 | 2,4 | 2,6 | 2,3 | 2,4 | 2,2 | 2,4 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,5 | 2,2 | 7,98 | 8,46 |
| | ¹³⁷ Cs | 0,61 | 0,62 | 0,61 | 0,62 | 0,55 | 0,55 | 0,61 | 0,67 | 0,83 | 0,66 | 1,15 | 0,50 | | |
| | ⁹⁰ Sr | I кв. – 0,70 | | | II кв. – 0,61 | | | III кв. – 0,80 | | | IV кв. – 0,60 | | | | |
| Измаил | $\Sigma\beta$ | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2,4 | 9,87 | 8,29 |
| | ¹³⁷ Cs | 0,56 | 0,91 | 0,64 | 1,10 | 0,64 | 0,75 | 0,64 | 0,64 | 1,10 | 0,99 | 1,20 | 0,70 | | |
| | ⁹⁰ Sr | I кв. – 0,72 | | | II кв. – 0,89 | | | III кв. – 0,74 | | | IV кв. – 0,66 | | | | |
| Киев | $\Sigma\beta$ | 2,2 | 1,9 | 2,1 | 2,0 | 2,1 | 1,9 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,1 | 2,2 | 2,0 | 8,67 | 10,29 |
| | ¹³⁷ Cs | 0,67 | 0,70 | 0,57 | 1,00 | 0,62 | 0,59 | 0,73 | 0,61 | 0,64 | 0,84 | 0,60 | 1,10 | | |
| | ⁹⁰ Sr | 0,94 | 0,86 | 0,90 | 0,70 | 0,94 | 0,74 | 0,70 | 0,81 | 0,70 | 0,71 | 0,61 | 0,65 | | |
| Коростень | $\Sigma\beta$ | 2,3 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,2 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,1 | 2,0 | 20,72 | 18,60 |
| | ¹³⁷ Cs | 1,21 | 0,63 | 1,70 | 0,84 | 2,60 | 3,70 | 2,10 | 1,40 | 2,10 | 1,64 | 2,20 | 0,60 | | |
| | ⁹⁰ Sr | I кв. – 0,91 | | | II кв. – 0,72 | | | III кв. – 0,87 | | | IV кв. – 0,70 | | | | |
| Овруч | $\Sigma\beta$ | 2,2 | 2,2 | 2,0 | 2,2 | 2,1 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 1,9 | 2,0 | 1,8 | 2,0 | 13,70 | 12,85 |
| | ¹³⁷ Cs | 1,30 | 0,74 | 0,57 | 0,73 | 1,70 | 1,90 | 1,20 | 1,30 | 0,56 | 1,43 | 0,60 | 1,67 | | |
| | ⁹⁰ Sr | I кв. – 0,65 | | | II кв. – 0,66 | | | III кв. – 0,70 | | | IV кв. – 0,65 | | | | |
| Рава-Русская | $\Sigma\beta$ | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,1 | 2,5 | 2,3 | 2,3 | 2,5 | 2,2 | 2,2 | 2,6 | 2,2 | 7,87 | 8,87 |
| | ¹³⁷ Cs | 0,58 | 0,72 | 0,57 | 0,68 | 0,67 | 0,55 | 0,67 | 0,58 | 0,59 | 0,56 | 0,60 | 1,10 | | |
| | ⁹⁰ Sr | I кв. – 0,75 | | | II кв. – 0,88 | | | III кв. – 0,77 | | | IV кв. – 0,75 | | | | |
| Рахов | $\Sigma\beta$ | 2,3 | 2,2 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,7 | 1,4 | 1,6 | 8,34 | 8,06 |
| | ¹³⁷ Cs | 1,10 | 0,69 | 0,57 | 0,75 | 0,64 | 0,59 | 0,51 | 1,00 | 0,62 | 0,74 | 0,50 | 0,63 | | |
| | ⁹⁰ Sr | I кв. – 0,62 | | | II кв. – 0,89 | | | III кв. – 0,78 | | | IV кв. – 0,80 | | | | |
| Свитязь | $\Sigma\beta$ | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,6 | 2,5 | 2,3 | 2,3 | 2,7 | 2,5 | 2,3 | 2,3 | 2,5 | 7,15 | 7,63 |
| | ¹³⁷ Cs | 0,58 | 0,65 | 0,56 | 0,60 | 0,59 | 0,57 | 0,61 | 0,53 | 0,55 | 0,60 | 0,50 | 0,81 | | |
| | ⁹⁰ Sr | I кв. – 0,68 | | | II кв. – 0,63 | | | III кв. – 0,75 | | | IV кв. – 0,62 | | | | |

Продолжение табл. 1.17

| Пункт наблюдения | Радионуклид | Месяцы | | | | | | | | | | | | Сумма | | | |
|------------------|-------------------|--------------|------|------|---------------|------|------|----------------|------|------|---------------|------|------|---------|---------|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | 2007 г. | 2006 г. | | |
| Ужгород | $\Sigma\beta$ | 2,1 | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,4 | 2,4 | 2,3 | 2,5 | 2,6 | 2,4 | 2,4 | 2,2 | 7,89 | 8,45 | | |
| | ^{137}Cs | 0,65 | 0,62 | 0,58 | 0,65 | 0,60 | 1,10 | 0,66 | 0,59 | 0,64 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | | | 2,70 | 3,00 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,64 | | | II кв. – 0,62 | | | III кв. – 0,82 | | | IV кв. – 0,62 | | | | | | |
| Харьков | $\Sigma\beta$ | 2,3 | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,3 | 2,4 | 2,3 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,4 | 7,69 | 8,37 | | |
| | ^{137}Cs | 0,61 | 0,69 | 0,59 | 0,70 | 0,66 | 0,80 | 0,66 | 0,53 | 0,58 | 0,67 | 0,60 | 0,60 | | | 2,97 | 2,99 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,85 | | | II кв. – 0,83 | | | III кв. – 0,71 | | | IV кв. – 0,58 | | | | | | |
| Черновцы | $\Sigma\beta$ | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,3 | 2,7 | 2,4 | 2,3 | 2,3 | 2,9 | 2,7 | 2,4 | 2,4 | 8,99 | 7,54 | | |
| | ^{137}Cs | 0,68 | 0,77 | 0,68 | 0,67 | 0,59 | 1,00 | 1,20 | 0,78 | 0,62 | 0,50 | 0,60 | 0,90 | | | 2,90 | 2,94 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,88 | | | II кв. – 0,65 | | | III кв. – 0,76 | | | IV кв. – 0,61 | | | | | | |
| Чернобыль | $\Sigma\beta$ | 2,4 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,3 | 2,2 | 2,0 | 2,4 | 2,6 | 2,5 | 2,4 | 2,4 | 22,04 | 20,38 | | |
| | ^{137}Cs | 1,1 | 1,5 | 1,00 | 3,3 | 3,1 | 2,3 | 3,9 | 0,87 | 1,0 | 1,37 | 1,30 | 1,30 | | | 20,46 | 22,01 |
| | ^{90}Sr | 1,52 | 1,48 | 1,67 | 1,93 | 1,67 | 2,18 | 1,96 | 2,31 | 1,81 | 1,26 | 1,45 | 1,22 | | | | |
| Щорс | $\Sigma\beta$ | 2,3 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 9,38 | 8,60 | | |
| | ^{137}Cs | 0,61 | 0,61 | 0,65 | 0,60 | 0,63 | 0,96 | 1,10 | 0,70 | 0,82 | 0,60 | 1,50 | 0,60 | | | 3,06 | 2,96 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,81 | | | II кв. – 0,66 | | | III кв. – 0,89 | | | IV кв. – 0,70 | | | | | | |
| Зона 1 | $\Sigma\beta$ | 2,3 | 2,0 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,1 | 1,9 | 2,1 | 4,97 | 4,52 | | |
| | ^{137}Cs | 0,63 | 0,34 | 0,30 | 0,91 | 0,34 | 0,28 | 0,26 | 0,68 | 0,31 | 0,32 | 0,30 | 0,30 | | | 2,53 | 2,27 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,68 | | | II кв. – 0,73 | | | III кв. – 0,60 | | | IV кв. – 0,52 | | | | | | |
| Зона 2 | $\Sigma\beta$ | 2,2 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,2 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,47 | 5,09 | | |
| | ^{137}Cs | 0,28 | 0,32 | 0,29 | 0,36 | 0,56 | 0,30 | 0,32 | 0,36 | 0,68 | 0,31 | 0,40 | 0,29 | | | 1,82 | 1,83 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,47 | | | II кв. – 0,40 | | | III кв. – 0,47 | | | IV кв. – 0,48 | | | | | | |
| Зона 3 | $\Sigma\beta$ | 2,3 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 1,9 | 2,1 | 4,72 | 4,92 | | |
| | ^{137}Cs | 0,28 | 0,25 | 0,23 | 0,25 | 0,68 | 0,35 | 0,98 | 0,38 | 0,19 | 0,63 | 0,30 | 0,20 | | | 1,88 | 1,99 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,48 | | | II кв. – 0,54 | | | III кв. – 0,49 | | | IV кв. – 0,37 | | | | | | |
| Зона 4 | $\Sigma\beta$ | 2,3 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,3 | 2,2 | 2,1 | 2,0 | 2,1 | 3,50 | 3,80 | | |
| | ^{137}Cs | 0,26 | 0,26 | 0,35 | 0,59 | 0,23 | 0,45 | 0,18 | 0,30 | 0,23 | 0,25 | 0,20 | 0,20 | | | 2,24 | 1,98 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,52 | | | II кв. – 0,54 | | | III кв. – 0,66 | | | IV кв. – 0,52 | | | | | | |
| Зона 5 | $\Sigma\beta$ | 2,1 | 2,1 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 4,19 | 4,97 | | |
| | ^{137}Cs | 0,23 | 0,25 | 0,24 | 0,34 | 0,22 | 0,23 | 0,63 | 0,39 | 0,22 | 0,24 | 0,50 | 0,70 | | | 1,83 | 2,33 |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,46 | | | II кв. – 0,38 | | | III кв. – 0,53 | | | IV кв. – 0,46 | | | | | | |

| Пункт наблюдения | Радионуклид | Месяцы | | | | | | | | | | | | Сумма | |
|------------------|-------------------|--------------|------|------|---------------|---------------|------|----------------|----------------|------|---------------|---------------|------|---------|----------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | 2007 г. | 2006 г.* |
| Зона 6 | $\sum\beta$ | 2,4 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,3 | 2,4 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,2 | 3,54 | 3,50 |
| | ^{137}Cs | 0,21 | 0,25 | 0,41 | 0,24 | 0,80 | 0,20 | 0,18 | 0,23 | 0,29 | 0,23 | 0,30 | 0,20 | | |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,25 | | | | II кв. – 0,39 | | | III кв. – 0,25 | | | IV кв. – 0,24 | | 1,13 | 1,38 |
| Зона 7 | $\sum\beta$ | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,6 | 2,2 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 4,13 | 12,92 |
| | ^{137}Cs | 0,45 | 0,49 | 0,11 | 0,10 | 0,37 | 0,29 | 0,32 | 0,56 | 0,35 | 0,39 | 0,40 | 0,30 | | |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,24 | | | II кв. – 0,41 | | | III кв. – 0,24 | | | IV кв. – 0,22 | | | 1,11 | 1,29 |
| Зона 8 | $\sum\beta$ | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,2 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2,47 | 2,74 |
| | ^{137}Cs | 0,48 | 0,22 | 0,19 | 0,22 | 0,19 | 0,13 | 0,15 | 0,18 | 0,23 | 0,13 | 0,15 | 0,20 | | |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,59 | | | | II кв. – 0,58 | | | III кв. – 0,53 | | | IV кв. – 0,40 | | 2,10 | 2,04 |
| Зона 9 | $\sum\beta$ | 2,1 | 1,9 | 2,2 | 2,0 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 3,57 | 5,22 |
| | ^{137}Cs | 0,27 | 0,25 | 0,31 | 0,28 | 0,29 | 0,31 | 0,39 | 0,21 | 0,31 | 0,35 | 0,30 | 0,30 | | |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,82 | | | | II кв. – 0,57 | | | III кв. – 0,47 | | | IV кв. – 0,55 | | 2,41 | 2,81 |
| Зона 10 | $\sum\beta$ | 2,4 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,6 | 2,3 | 2,3 | 2,5 | 2,3 | 2,2 | 2,5 | 2,3 | 3,70 | 3,00 |
| | ^{137}Cs | 0,26 | 0,20 | 0,18 | 0,33 | 0,75 | 0,38 | 0,23 | 0,32 | 0,31 | 0,24 | 0,15 | 0,35 | | |
| | ^{90}Sr | I кв. – 0,20 | | | | II кв. – 0,27 | | | III кв. – 0,30 | | | IV кв. – 0,26 | | 1,03 | 1,72 |

Примечание: * – уточненные данные из [24];

Зона 1 – Центральная (Винница, Полтава, Черкассы);

Зона 2 – Северо-Восточная (Глухов, Сумы, Чернигов);

Зона 3 – Донбасс (Великий Бурлук, Донецк, Луганск, Мариуполь);

Зона 4 – Крымская (Керчь, Симферополь, Севастополь, Феодосия, Черноморское);

Зона 5 – Причерноморская (Геничеськ, Николаев, Одесса, Херсон);

Зона 6 – Западная (Ивано-Франковск, Львов, Мостыское);

Зона 7 – Хмельницкая АЭС (Житомир, Новгород-Волынский, Тернополь, Хмельницкий, Шепетовка, Ямполь);

Зона 8 – Запорожская АЭС (Днепропетровск, Запорожье, Кривой Рог, Лошкаревка, Никополь, Новая Каховка, Пришиб);

Зона 9 – Южно-Украинская АЭС (Бобринец, Вознесенск, Любашевка, Первомайск);

Зона 10 – Ровненская АЭС (Любешев, Луцк, Маневичи, Ровно, Сарны).

Среднемесячная величина суточных атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ на территории Украины в 2007 г. по данным 58 пунктов наблюдения колебалась от 1,1 Бк/м²·сутки (в июле в п. Рахов) до 2,9 Бк/м²·сутки (в сентябре в п. Черновцы) и составила в среднем за год 2,2 Бк/м²·сутки, что соответствует уровню прошлого года (см. табл. 1.15, 1.17). Наибольшие суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 2007 г. были зафиксированы 6–7 сентября в п. Свитязь – 11,0 Бк/м²·сутки. В настоящее время выпадения $\Sigma\beta$, в основном, формируются за счет радионуклидов естественного происхождения, чем и объясняется относительная равномерность их распределения по территории Украины.

В среднем по территории Украины в 2007 г. годовые выпадения ¹³⁷Cs (5,51 Бк/м²·год) уменьшились по сравнению с 2006 г. (6,47 Бк/м²·год). На загрязненной территории с плотностью загрязнения почвы ¹³⁷Cs более 5 Ки/км² годовые выпадения ¹³⁷Cs превышали среднее значение в 4 раза и составляли 22 Бк/м²·год в п. Чернобыль и 20,7 Бк/м²·год в г. Коростень, а на незагрязненной территории находились в пределах от 2,5 до 13,7 Бк/м²·год. В России на загрязненной после Чернобыльской аварии территории в 2007 г. максимальные годовые выпадения ¹³⁷Cs наблюдались в п. Красная Гора Брянской области и составляли 14,8 Бк/м²·год.

На большей части территории Украины годовые выпадения ¹³⁷Cs в 2007 г. были в 2–10 раз выше доаварийного уровня 1985 г., а на загрязненной территории (п. Чернобыль и г. Коростень) – в 15 раз. Высокие значения месячных атмосферных выпадений ¹³⁷Cs в 2007 г. отмечались в п. Чернобыль в июле – 3,9 Бк/м²·месяц и в п. Коростень в июне – 3,7 Бк/м²·месяц.

Годовые выпадения ⁹⁰Sr в 2007 г. на всей территории Украины мало отличались от значений прошлого года и изменялись в пределах (1,03–3,20) Бк/м²·год (кроме г. Киева и п. Чернобыль) при среднем значении 2,47 Бк/м²·год. Максимальные значения выпадений ⁹⁰Sr (20,5 Бк/м²·год), зарегистрированные, как и ранее, на загрязненной территории в п. Чернобыль, превышали среднее значение выпадений ⁹⁰Sr за 2007 г. по Украине в 9 раз. В Киеве по-прежнему отмечались высокие годовые выпадения ⁹⁰Sr – 9,26 Бк/м²·год.

Регистрируемые в отдельных пробах повышенные по сравнению с фоновыми объемные активности и выпадения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr были на четыре – пять порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения (ДОНАС) по НРБУ-97 [23]. В пробах атмосферных аэрозолей и выпадений короткоживущих техногенных радионуклидов обнаружено не было.

Значительный вклад в загрязнение радионуклидами поверхностных вод Украины принадлежит водотокам, протекающим по территории 30-км зоны отчуждения вокруг Чернобыльской АЭС. Наибольшим водотоком в зоне является р. Припять (ее длина в зоне отчуждения составляет 50 км, а площадь водосбора – 2000 км²). Данные об объемных активностях радионуклидов в поверхностных водах р. Припять за весь послеаварийный период представлены в табл. 1.18.

Объемная активность ⁹⁰Sr в р. Припять в течение 2007 г. колебалась в пределах от 40 до 270 мБк/л при среднем значении 110 мБк/л, а ¹³⁷Cs – от 13 до 155 мБк/л при среднем значении 52 мБк/л. Годовой вынос ¹³⁷Cs (в створе Чернобыля) в 2007 г. составлял 0,64·10¹² Бк (17,3 Ки), а ⁹⁰Sr – 1,38·10¹² Бк (37,3 Ки). Вынос ¹³⁷Cs уменьшился по сравнению с прошлым годом на 30 %, а вынос ⁹⁰Sr – примерно на 40 %. По данным ДСНВП «Экоцентр» [24] годовой вынос ⁹⁰Sr водами р. Припяти вместе с реками Уж и Брагинка в Киевское водохранилище в 2007 г. составлял

1,78·10¹² Бк (48,1 Ки), что приблизительно составляет 68 % от выноса в 2006 г. В общем, за послеаварийный период (1986–2007 гг.) водами р. Припять (створ п. Чернобыля) в каскад днепровских водохранилищ было вынесено 167,64·10¹² Бк (4526 Ки) ⁹⁰Sr и 129,06·10¹² Бк (3485 Ки) ¹³⁷Cs.

Таблица 1.18

Объемная активность и годовой вынос ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr р. Припять в створе п. Чернобыль в 1986–2007 гг.

| Год | Среднегодовой расход воды, м ³ /с | Объемная активность, Бк/м ³ | | | | Вынос, 10 ¹² Бк | |
|----------------------------------|--|--|-----------|------------------|------------|----------------------------|------------------|
| | | ¹³⁷ Cs | | ⁹⁰ Sr | | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr |
| | | максим. | среднее | максим. | среднее | | |
| 1986 | 302 | - | - | - | - | 66,2 | 27,6 |
| 1987 | 246 | 18100 | 1630 | - | 1330 | 12,8 | 10,4 |
| 1988 | 411 | 9620 | 740 | 10400 | 1440 | 9,48 | 18,7 |
| 1989 | 392 | 560 | 520 | 1330 | 740 | 6,44 | 8,97 |
| 1990 | 409 | 740 | 360 | 2370 | 780 | 4,63 | 10,1 |
| 1991 | 442 | 1040 | 207 | 12200 | 1040 | 2,89 | 14,4 |
| 1992 | 295 | 1150 | 207 | 1670 | 445 | 1,92 | 4,14 |
| 1993 | 537 | 480 | 207 | 1630 | 850 | 3,48 | 14,2 |
| 1994 | 476 | 445 | 196 | 5920 | 925 | 2,96 | 14,2 |
| 1995 | 330 | 340 | 111 | 815 | 326 | 1,15 | 3,40 |
| 1996 | 319 | 392 | 126 | 670 | 337 | 1,30 | 3,42 |
| 1997 | 340 | 480 | 159 | 1330 | 248 | 1,70 | 2,68 |
| 1998 | 681 | 680 | 133 | 1000 | 325 | 2,95 | 6,37 |
| 1999 | 656 | 620 | 150 | 1600 | 510 | 3,05 | 10,2 |
| 2000 | 470 | 380 | 106 | 520 | 225 | 1,71 | 3,36 |
| 2001 | 437 | 380 | 111 | 530 | 230 | 1,54 | 3,14 |
| 2002 | 360 | 190 | 73 | 360 | 173 | 0,87 | 1,65 |
| 2003 | 330 | 121 | 47 | 340 | 146 | 0,50 | 1,40 |
| 2004 | 419 | 95 | 54 | 350 | 182 | 0,69 | 2,23 |
| 2005 | 492 | 164 | 78 | 500 | 239 | 1,21 | 3,70 |
| 2006 | 406 | 158 | 71 | 300 | 159 | 0,91 | 1,94 |
| 2007 | 395 | 155 | 52 | 270 | 110 | 0,64 | 1,38 |
| Суммарный вынос за 1986–2007 гг. | | | | | | 129,06 | 167,64 |

Данные об объемных активностях радионуклидов в поверхностных водах Украины в 2007 г. представлены в табл. 1.19.

Таблица 1.19

Объемная активность радионуклидов в поверхностных водах Украины в 2007 г., мБк/л

| Пункт отбора проб воды | ¹³⁷ Cs | | ⁹⁰ Sr | |
|-----------------------------------|-------------------|----------|------------------|----------|
| | среднее | максимум | среднее | максимум |
| р. Десна, г. Чернигов | 1,2 | 2,1 | 8,6 | 15,1 |
| р. Днепр (верховья), с. Неданчичи | 8,0 | 13,9 | 12,1 | 21,3 |
| р. Припять, п. Чернобыль | 52,0 | 155 | 110 | 270 |
| Киевское вдхр., г. Вышгород | 15,6 | 15,6 | 68,0 | 96,0 |
| Каневское вдхр., г. Канев | 6,6 | 6,6 | 52,0 | 80,0 |
| Каневское вдхр., г. Канев | 7,5 | 11,4 | 47,0 | 70,0 |
| Каховское вдхр., г. Новая Каховка | 2,0 | 6,4 | 45,0 | 63,0 |
| Днепро-Бугский лиман, г. Очаков | 5,8 | 10,8 | 19,0 | 37,3 |
| р. Южный Буг, г. Николаев | 2,9 | 9,3 | 13,6 | 18,1 |
| р. Дунай, г. Измаил | 2,0 | 3,8 | 15,9 | 25,5 |

Вклад р. Десны и верховьев р. Днепра в радиоактивное загрязнение днепровских водохранилищ намного меньший, чем р. Припять.

Объемная активность ⁹⁰Sr в р. Десна (в створе г. Чернигова) в течение года колебалась в пределах от 5,8 до 15,1 мБк/л при среднегодовом значении 8,6 мБк/л, а ¹³⁷Cs – от 0,66 до 2,1 мБк/л при среднегодовом значении 1,2 мБк/л. Объемная активность ⁹⁰Sr в верховьях р. Днепр (в створе с. Неданчичи, расположенного выше по течению от места впадения в него Припяти) в течение года

колебалась в пределах от 6,1 до 21,3 мБк/л при среднегодовом значении 12,1 мБк/л, а ^{137}Cs – от 2,6 до 13,9 мБк/л при среднегодовом значении 8,0 мБк/л.

Уровни загрязнения ^{90}Sr водных объектов бассейна р. Днепр в 2007 г. были ниже предыдущего года и наименьшими за весь период наблюдения после аварии на ЧАЭС (отбор проб воды для определения содержания ^{137}Cs в каскаде Днепровских водохранилищ в 2004–2005 гг. проводился только на Каневском водохранилище, а в 2006 г. не проводился совсем). Годовой вынос ^{90}Sr водами Днепра (в створе с. Неданчичи) составлял в 2007 г. $0,229 \cdot 10^{12}$ Бк (6,19 Ки), что составляет 13 % от выноса этого радионуклида р. Припять. Годовой вынос ^{90}Sr р. Десна (в створе г. Чернигова) составлял в 2007 г. $0,093 \cdot 10^{12}$ Бк (2,5 Ки), что составляет лишь 5,2 % от выноса этого радионуклида р. Припять.

Объемная активность ^{90}Sr в водах Днепровских водохранилищ уменьшается вниз по течению Днепра в 1,5 раза, изменяясь от 68 мБк/л (г. Вышгород, Киевское водохранилище) до 45 мБк/л (г. Новая Каховка, Каховское водохранилище). Объемная активность ^{137}Cs уменьшается ещё более интенсивно, изменяясь от 15,6 мБк/л до 2,0 мБк/л (в тех же водохранилищах), и в районе Каховского водохранилища близка к доаварийному уровню. Это объясняется процессом седиментационного самоочищения загрязненных вод, разбавлением днепровских вод более чистыми водами притоков, а также перераспределением радионуклидов между компонентами водной экосистемы.

Уровни загрязнения ^{90}Sr и ^{137}Cs воды р. Ю. Буг (г. Николаев), р. Дунай (г. Измаил), Днепро-Бугского лимана (г. Очаков) колебались в пределах, близких к предаварийным. Объемная активность ^{90}Sr в водах рек Ю. Буг, Дунай и Днепро-Бугского лимана изменялась в 2007 г. от 7,3 до 18,1 мБк/л при среднем значении 13,6 мБк/л, от 11,0 до 25,5 мБк/л при среднем значении 15,9 мБк/л и от 9,2 до 37,3 мБк/л при среднем значении 19,0 мБк/л, соответственно, что мало отличается от значений, наблюдаемых в 2005–2006 гг. Объемная активность ^{137}Cs в тех же пунктах наблюдения колебалась в 2007 г. от 1,1 до 9,3 мБк/л при среднем значении 2,9 мБк/л, от 0,7 до 3,8 мБк/л при среднем значении 2,0 мБк/л и от 1,7 до 10,8 мБк/л при среднем значении 5,8 мБк/л, соответственно.

В целом, в 2007 г. объемная активность ^{90}Sr в контролируемых водных объектах Украины была на два порядка меньше допустимых объемных активностей для воды (2000 мБк/л) по НРБУ-97 [23]. Максимальное значение объемной активности ^{90}Sr в воде р. Припять (п. Чернобыль), зарегистрированное в 2007 г., было в 7,4 раза меньше ДООА по НРБУ-97.

Радиационный фон на территории Украины в 2007 г. был стабильным. Повышенные значения МЭД наблюдались в пунктах контроля, расположенных на загрязненной в результате аварии на ЧАЭС территории: в п.п. Коростень и Чернобыль – до 33 мкР/час. В районах расположения действующих АЭС уровень МЭД колебался: Запорожская АЭС – 6–17 мкР/час, Южно-Украинская АЭС – 8–19 мкР/час, Ровненская АЭС – 7–16 мкР/час, Хмельницкая АЭС – 7–19 мкР/час. На остальной территории Украины значения МЭД изменялись от 5 до 22 мкР/час, что близко к естественному фону. В Киеве величина МЭД колебалась от 8 до 17 мкР/ч.

Содержание техногенных радионуклидов в пробах грунта и воды, отобранных вокруг АЭС (в 100-км зонах) в 2007 г. во время маршрутных обследований, было на уровне прошлых лет. Превышения уровней содержания радионуклидов, допустимых по действующим нормативным документам [23] для воздуха и воды, не наблюдалось.

По результатам радиационного мониторинга можно сделать следующие выводы:

- объемные активности и выпадения долгоживущих β -активных радионуклидов в настоящее время, в основном, формируются за счет радионуклидов естественного происхождения и находятся практически на одном уровне (не превышая уровней 1985 г.);
- объемные активности и выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr за пределами загрязненной зоны с 1998 г. вышли на уровни близкие к доаварийным;
- повышенные по сравнению с фоновыми объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr , регистрируемые в отдельных пробах, были на четыре – пять порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения (ДОО_{НАС}) по НРБУ-97 [23];
- практически во всем каскаде днепровских водохранилищ объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде с 1996 г. находятся на уровнях близких к доаварийным;
- в целом, объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в контрольных водных объектах Украины были меньше допустимых объемных активностей для воды по НРБУ-97 [23].

Таким образом, радиационная обстановка на территории Украины в 2007 г. была стабильной и на большей части достигла доаварийного уровня.

Список литературы к введению и разделу 1

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999. – 115 с.
2. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.3.2.560-96). – М., 1997.
3. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и основные санитарные правила ОСП-72/87. Изд. 3-е. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96). Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.054-96. Госкомсанэпиднадзор России. – М., 1996.
5. Вакуловский С.М., Ким В.М., Козлова Е.Г., Волокитин А.А., Денькин В.А., Кузнецова И.Н. и др. Обзор результатов оперативно-производственной деятельности УГМС в 2007 г. по осуществлению радиационного мониторинга на территории Российской Федерации. – Обнинск: ГУ «НПО «Тайфун», 2008.
6. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС. Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.
7. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 12. Наблюдения за радиоактивным загрязнением природной среды. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 60 с.
8. Махонько К.П., Силантьев А.Н., Шкуратова И.Г. Контроль за радиоактивным загрязнением природной среды в окрестностях АЭС. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 136 с.
9. Инструкции и методические указания по оценке радиационной обстановки на загрязнённой территории. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.

10. Методические рекомендации по оценке радиационной обстановки в населённых пунктах. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
11. Методика массового гамма-спектрометрического анализа проб природной среды. Под ред. А.Н. Силантьева, К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
12. Козлов А.И., Махонько К.П. Методические указания по использованию дозиметра ДРГ-01Т на радиометрической сети станций. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1989.
13. Методика контроля радиоактивного загрязнения воздуха (МВИ.01-8/96). Под ред. К.П. Махонько. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
14. Методика определения содержания плутония-239, 240 в пробах и материалах окружающей среды с радиохимической концентрацией на альфа-спектрометре (МВИ.01-5/95). – Обнинск: НПО «Тайфун», 1995.
15. Махонько К.П., Ким В.М., Катрич И.Ю., Волокитин А.А. Сравнительное поведение трития и ^{137}Cs в атмосфере. – Атомная энергия, 1998, т. 85, вып. 4, с. 313–318.
16. Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 1993 Report. – UN, 1993, p. 199.
17. Методика контроля радиоактивного загрязнения водных объектов (МВИ.01-7/96). Под ред. А.И. Никитина. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
18. Методика контроля содержания трития в природных водах (МВИ.01-6/96). – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
19. Ю.А. Израэль. Радиоактивные выпадения после ядерных взрывов и аварий. – С.-Петербург: Прогресс-Погода, 1996.
20. Варданян Л.Р. Ежегодник фоновой гамма-радиации за 2007 г. – Ереван: ГНО Государственная служба Армении по Гидрометеорологии и мониторингу, 2008.
21. Герменчук М.Г., Амбражевич М.Л., Жукова О.М., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л. и др. Радиационная обстановка на территории Республики Беларусь в 2007 году. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды (РЦРКМ) департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь, 2008.
22. Косовец О.О., Табачний Л., Гирий В., Лукьянова Ж.В., Парнева С., Корнейчук В.О. и др. Отчет о радиоактивном загрязнении территории Украины в 2007 году. Ежегодник. Под ред. О.О. Косовца. – Киев: ЦГО Украины, 2008.
23. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97). – Киев, 1998.
24. Гідрологічний режим і радіаційний стан поверхневих та стічних вод, а також приземного шару повітря зони відчуження ЧАЕС у 2007 р.: Відомчі матеріали ЦРЕМЗВ ДСНВП «Екоцентр», 2008.

2. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЯДЕРНО-ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

Большинство предприятий атомной промышленности Росатома относятся к числу радиационно опасных объектов (РОО). Это предприятия ядерно-оружейного комплекса, предприятия по производству ядерного топлива, по добыче и переработке урановых руд, научно-исследовательские институты. В процессе работы на РОО производятся выбросы в атмосферу радиоактивных и химических веществ и их сбросы в поверхностные воды открытой гидрографической сети, что приводит в отдельных случаях к загрязнению окружающей среды. Поэтому в 100-км зонах многих РОО Росатома Росгидрометом проводится непрерывный контроль радиационной обстановки. Здесь представлены материалы о радиационной обстановке в окрестностях основных предприятий ядерно-топливного цикла Росатома по данным Росгидромета и дозиметрических служб самих предприятий. Кроме того, в разделе приводятся обобщенные данные [1] о поступлении радионуклидов в окружающую среду от предприятий атомной промышленности и энергетики Росатома и о загрязненных радионуклидами территориях. Подробные данные о сбросах и выбросах радионуклидов этими предприятиями приводятся в Приложении 1.

2.1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Росатома

Радиационных инцидентов в 2007 г., связанных с поступлением радионуклидов в атмосферный воздух, не зарегистрировано [1]. Выбросы техногенных радионуклидов предприятиями Росатома в атмосферу в 2007 г. не превышали установленных нормативов и составляли: α -активных радионуклидов – $3,98 \cdot 10^{14}$ Бк, β -активных нуклидов – $6,1 \cdot 10^{15}$ Бк. Выбросы наиболее опасных радионуклидов ^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs составили 2,4, 1,1 и 2,9 % от установленных нормативов по этим нуклидам соответственно.

Поступление α -активных радионуклидов в атмосферный воздух на 99,9 % обусловлено выбросами уранодобывающих производств, 95,5 % которых ($3,8 \cdot 10^{14}$ Бк) составляет ^{222}Rn [1]. В 2007 г. выброс α -активных радионуклидов был в 1,3 раза (на 22 %) ниже, чем в 2006 г. Снижение выбросов в атмосферу α -активных радионуклидов на $1,15 \cdot 10^{14}$ Бк в основном обусловлено снижением выброса ^{222}Rn на ОАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (ППГХО). Следует отметить, что, как и в предыдущем году [2], в 2007 г. на ППГХО имело место превышение фактического выброса ^{40}K над разрешенным значением, что обусловлено составом сжигаемого на ТЭЦ угля.

Поступление β -активных нуклидов в атмосферу в основном обусловлено инертными радиоактивными газами (^{41}Ar , $^{85\text{m}}\text{Kr}$, ^{88}Kr , ^{133}Xe , ^{135}Xe). По сравнению с 2006 г. выброс в атмосферу β -активных радионуклидов снизился на 2 % [1], в основном, за счет снижения выбросов ИРГ на $1,9 \cdot 10^{14}$ Бк. Суммарный выброс ИРГ на атомных станциях снижен на 23 %. Доля наиболее радиационно опасных нуклидов (^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs) составляет менее 0,00019 % от общего выброса β -активных нуклидов.

Основной вклад в выбросы ИРГ вносят ФГУП ГХК, ФГУП ГНЦ РФ НИИАР, ФГУП СХК, атомные станции. В атмосферный воздух в 2007 г. было выброшено ИРГ:

- ГХК – 33,4 %;
- ГНЦ РФ НИИАР – 23,1 %;
- СХК – 20,3 %;
- десятью атомными станциями – 19,0 %;
- ИРМ – 3,7 %;
- ПО «Маяк» – 0,36 %.

Наибольший вклад в выбросы ИРГ в 2007 г., как и ранее, внес ГХК.

Данные о выбросах отдельных радионуклидов на предприятиях Росатома в 2007 г. приведены в Приложении 1.

Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на предприятиях Росатома в 2007 г. не превышали установленных нормативов [1].

Поступление α -активных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на 75 % обусловлено нуклидами урана и продуктами их распада, а β -активных нуклидов – на 71,8 % ^{24}Na , на 9,4 % тритием, на 9,4 % ^{32}P , на 4,8 % ^{239}Np , которые не оказывают значимого влияния на формирование дозовых нагрузок на население и окружающую среду [1].

Доля долгоживущих наиболее радиационно опасных нуклидов составляет менее 0,05 % от общего сброса (из них ^{90}Sr – 0,005 %, ^{137}Cs – 0,0005 %) [1]. При этом 99 % ^{90}Sr , поступившего в открытую гидрографическую сеть, составляют фильтраты боковых дамб левобережного и правобережного обводных каналов ПО «Маяк»; 64,4 % ^{137}Cs , поступившего в поверхностные водные объекты, составляет поверхностно-склоновый сток с территорий, загрязненных в результате аварии 1957 г. на ПО «Маяк».

Более подробные данные о величине сбросов основных радионуклидов в поверхностные водные объекты отдельными организациями Росатома за 2007 г. приведены в Приложении 1.

По состоянию на конец 2007 г. [1] общая площадь загрязненных радионуклидами территорий составляла 474,6 км², из них 109 км² – водоемы (см. табл. 2.1).

Таблица 2.1

Площади загрязненных территорий на 01.01.2008 по организациям атомной промышленности и энергетики, км² [1]

| Загрязненные территории | на промплощадке | в СЗЗ | в ЗН | Общая площадь |
|-------------------------|-----------------|-------|-------|---------------|
| Земли | 59,45 | 126,4 | 179,7 | 365,6 |
| Водоемы | 3,16 | 88,6 | 17,2 | 109 |
| Общая площадь | 62,61 | 215 | 196,9 | 474,6 |

Загрязнение территорий на предприятиях Росатома определяется в основном нуклидами ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{239}Pu , а также нуклидами урана, тория, радия.

Наибольшее количество загрязненных территорий находится на ПО «Маяк» – 446,78 км², что составляет 94 % от общей площади всех загрязненных территорий атомной промышленности.

В 2007 г. в организациях атомной промышленности и энергетики реабилитировано 17,69 тыс. м² земель [1], в том числе под лесные насаждения – 12 тыс. м², для санитарно-

гигиенического использования – 5,69 тыс. м². Реабилитированы земли на: НЗХК (12 и 5 тыс. м² соответственно), ДальРАО ф. Фокино (0,69 тыс. м² для санитарно-гигиенического использования).

Более подробные данные о площадях, загрязненных радионуклидами в результате работы организаций Росатома, представлены в Приложении 1.

2.2. Производственное объединение «Маяк»

Производственное объединение «Маяк» расположено на территории Челябинской области на восточном берегу оз. Иртяш и является одним из крупнейших предприятий ядерно-топливного цикла Росатома. Предприятие работает уже более 60 лет и до 90-х годов было ориентировано на производство оружейного плутония. В настоящее время производство оружейного плутония прекращено, и на предприятии созданы гражданские производства ядерно-топливного цикла, радиоактивных источников и препаратов (с использованием двух из семи ранее работавших реакторов). В связи с этим выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую природную среду уменьшились, но пока еще остаются значительными. Краткое описание комплекса основных производств ПО «Маяк», обращения с радиоактивными отходами производства с использованием естественных и искусственных водоемов и новых технологий переработки РАО, а также истории развития ПО «Маяк» приведены в [3–5].

В начальный период работы предприятия (с 1949 г.) произошло значительное загрязнение окружающей среды долгоживущими радионуклидами [3–5]. Причиной послужили как работа предприятия, в особенности, радиохимического завода на первых этапах его функционирования в условиях неотработанных технологий производства оружейного плутония, и, в меньшей степени, реакторного производства, так и ряд аварийных ситуаций. В 1949–1956 гг. жидкие РАО сбрасывались в р. Теча, поэтому пойма и донные отложения р. Течи загрязнены радионуклидами, а иловые отложения в верхней части реки рассматриваются как твердые РАО [6].

Для защиты открытой гидрографической сети от жидких РАО в верхней части р. Течи был сооружен Теченский каскад водоемов: водоем-10 (В-10) и водоем-11 (В-11). Плотина № 10 сооружена в 1956 г., но из-за высоких темпов заполнения водоема В-10 в 1964 г. была сооружена плотина № 11, которая образовала новый водоем – В-11. Заполнение водоема В-11 жидкими РАО начато в 1966 г. В Теченском каскаде водоемов накоплено около $3,1 \cdot 10^5$ Ки долгоживущих β -активных нуклидов [7]. Водоемы являются источником поступления радионуклидов в приземный слой воздуха, подземные и поверхностные воды. Фильтрация загрязненных вод в открытую гидрографическую систему р. Течи происходит через и под боковыми ограждающими дамбами в правобережный (ПБК) и левобережный (ЛБК) обводные каналы, сооруженные для сброса речных и паводковых вод вокруг Теченского каскада водоемов, а также под телом плотины № 11 [8].

Наиболее крупными из радиационных аварий и инцидентов, произошедших за время работы ПО «Маяк», были взрыв емкости с высокоактивными ЖРО в 1957 г. с выбросом в атмосферу β -излучающих радионуклидов активностью $7,4 \cdot 10^{17}$ Бк ($2 \cdot 10^7$ Ки) и ветровой вынос в 1967 г. высоких донных отложений с обнажившихся берегов оз. Карачай, в которое сливались среднеактивные ЖРО. Ветровой перенос попавших в атмосферу радионуклидов привел к загрязнению обширных

территорий Челябинской, Курганской и Свердловской областей долгоживущими ^{90}Sr и ^{137}Cs и к образованию Восточно-Уральского «стронциевого» радиоактивного следа (ВУРС) и Карачайского «цезиевого» следа. Радиационная обстановка на территории ВУРС и Карачайского следа обсуждается в разделе 5.2.

В настоящее время сброс среднеактивных и низкоактивных ЖРО в оз. Карачай продолжается, поэтому оз. Карачай остается потенциальным источником радиоактивного загрязнения окружающей среды в случае уноса загрязненной воды под воздействием возможных смерчей. Образовавшаяся в районе оз. Карачай линза загрязненных радионуклидами подземных вод продвигается к р. Мишеляк. Ее граница по нитрат-иону в южном направлении уже достигла долины р. Мишеляк [7].

На 01.01.2008 общая площадь вокруг ПО «Маяк», загрязненная радионуклидами, составляла $446,78 \text{ км}^2$ [1, 8], из них $195,96 \text{ км}^2$ находится в ЗН. Более подробные данные о загрязнении территории в результате деятельности ПО «Маяк» приведены в Приложении 1.

В штатном режиме работы предприятия незначительное поступление радионуклидов в окружающую природную среду дают: удаление в атмосферу технологических вентиляционных выбросов, загрязненных радионуклидами и химическими веществами, сбросы жидких радиоактивных отходов, нетехнологических и хозяйственно-бытовых вод, загрязненных α - и β -нуклидами, и захоронения жидких и твердых отходов всех уровней активности [9]. Основными источниками радиоактивного загрязнения объектов окружающей природной среды в районе ПО «Маяк» в настоящее время являются территории, загрязненные в результате аварии 1957 г. и 1967 г., и пойма р. Течи [8].

В соответствии с требованиями НРБ-99 [10] и ОСПОРБ-99 [11] вокруг промышленной зоны предприятия установлены санитарно-защитная зона (СЗЗ) и зона наблюдения (ЗН), размеры которых согласованы с органами Госсанэпиднадзора. Площадь СЗЗ, уточненная в 2007 г., включая территорию промышленной зоны, составляет 253 км^2 [8]. В СЗЗ отсутствуют населенные пункты, отдельные жилые дома и объекты соцкультбыта. Площадь ЗН составляет около 1800 км^2 . СЗЗ, ЗН и пункты, не входящие в ЗН, но расположенные в зоне аварийного загрязнения территории: ВУРС, след 1967 г., пойма р. Теча – составляют зону влияния предприятия [8].

Данные о выбросах радионуклидов в атмосферу из всех высоких источников на ПО «Маяк» в 2007 г. приведены в табл. 2.2 [1]. Как видно из табл. 2.2, в 2007 г. выбросы составляли от 0,002 % (для ^{65}Zn) до 6,5 % (для суммы нуклидов плутония) от величин, разрешенных для предприятия. По сравнению с 2006 г. выбросы $^{141,144}\text{Ce}$, ^{134}Cs и ^{125}Sb увеличились в 2,9, 3,6 и 27 раз соответственно. Выбросы ^{51}Cr и $^{103,106}\text{Ru}$ уменьшились в 1,3 раза; $^{89,90}\text{Sr}$ и суммы нуклидов йода – в 1,7 раза. Выбросы остальных радионуклидов остались примерно на уровне предыдущего года.

В 2007 г. сбросы ^{90}Sr со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на предприятии составили $1,04 \cdot 10^{12}$ Бк [1], что находится на уровне 2006 г. ($1,06 \cdot 10^{12}$ Бк) [2]. Сбросы ^{137}Cs увеличились в 3,4 раза, составив $9,34 \cdot 10^{10}$ Бк/год [1]. При этом среднегодовая объемная активность ^{90}Sr снизилась в ЛБК в 1,6 раза, в ПБК – в 1,2 раза. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в обоих обводных каналах незначительно увеличилась по сравнению с 2006 г. [8].

Годовые выбросы радионуклидов в атмосферу на ПО «Маяк», Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ⁵¹ Cr | $3,70 \cdot 10^{10}$ | $8,89 \cdot 10^6$ | $1,11 \cdot 10^7$ | $- 2,21 \cdot 10^6$ |
| ⁶⁰ Co | $1,85 \cdot 10^{10}$ | $8,89 \cdot 10^6$ | $9,81 \cdot 10^6$ | $- 9,20 \cdot 10^5$ |
| ⁶⁵ Zn | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $8,89 \cdot 10^6$ | $8,89 \cdot 10^6$ | - |
| ^{89,90} Sr | $1,85 \cdot 10^{10}$ | $4,31 \cdot 10^8$ | $6,79 \cdot 10^8$ | $- 2,48 \cdot 10^8$ |
| ⁹⁵ Zr+ ⁹⁵ Nb | $2,96 \cdot 10^{10}$ | $1,78 \cdot 10^7$ | $1,78 \cdot 10^7$ | - |
| ^{103,106} Ru | $7,03 \cdot 10^{10}$ | $6,63 \cdot 10^7$ | $8,50 \cdot 10^7$ | $- 1,87 \cdot 10^7$ |
| ¹²⁵ Sb | $3,70 \cdot 10^{10}$ | $1,40 \cdot 10^8$ | $5,18 \cdot 10^6$ | $+ 1,35 \cdot 10^8$ |
| ΣI | $3,70 \cdot 10^{10}$ | $2,36 \cdot 10^8$ | $4,08 \cdot 10^8$ | $- 1,72 \cdot 10^8$ |
| ¹³⁴ Cs | $1,85 \cdot 10^{10}$ | $4,73 \cdot 10^7$ | $1,33 \cdot 10^7$ | $+ 3,40 \cdot 10^7$ |
| ¹³⁷ Cs | $1,85 \cdot 10^{10}$ | $8,71 \cdot 10^8$ | $9,30 \cdot 10^8$ | $- 5,90 \cdot 10^7$ |
| ^{141,144} Ce | $2,96 \cdot 10^{11}$ | $3,34 \cdot 10^7$ | $1,17 \cdot 10^7$ | $+ 2,17 \cdot 10^7$ |
| ΣPu | $7,40 \cdot 10^9$ | $4,79 \cdot 10^8$ | $4,60 \cdot 10^8$ | $+ 1,90 \cdot 10^7$ |
| Сумма ИРГ | $3,65 \cdot 10^{15}$ | $2,06 \cdot 10^{13}$ | $1,79 \cdot 10^{13}$ | $+ 2,70 \cdot 10^{12}$ |

Примечание: ΣI – сумма нуклидов йода;
ΣPu – сумма нуклидов плутония.

Штатный контроль состояния окружающей природной среды в СЗЗ и ЗН ПО «Маяк» проводится лабораториями радиационного мониторинга и охраны окружающей среды центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) по программе, утвержденной руководством предприятия и согласованной ЦГСЭН-71 и областным управлением природных ресурсов и охраны окружающей среды [8]. Программой установлен объем радиационного контроля, его периодичность и определены места отбора проб. Программа контроля пересматривается раз в пять лет.

Радиационный контроль, проводимый ЦЗЛ ПО «Маяк», включает [8]:

- определение объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на 14 стационарных пунктах наблюдения в СЗЗ и 29 – в ЗН с помощью марлевых конусов с экспозицией один месяц. Кроме того, в ЗН объемная активность периодически определяется еще с помощью двух стационарных воздухофильтрующих установок, на которых пробы отбираются с экспозицией 3–5 дней на фильтр ФПП-15 площадью 1 м^2 , и одной передвижной ВФУ, на которой пробы отбираются с экспозицией 3–6 часов на фильтр ФПП-15 площадью 1 м^2 ;
- определение радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность в 16 пунктах СЗЗ и в 27 – в ЗН путем отбора проб с месячной экспозицией планшетами площадью $0,0625 \text{ м}^2$. Кроме того, в ЗН радиоактивные выпадения определяются еще на двух пунктах планшетами площадью $0,33 \text{ м}^2$ с экспозицией 3–5 дней;
- измерение мощности экспозиционной дозы γ -излучения на 5 пунктах в СЗЗ и 12 – в ЗН;
- измерение один раз в год удельной активности радионуклидов в почве, растительности и снеге в 21 пункте СЗЗ и в 25 пунктах зоны влияния ПО «Маяк»;
- определение один раз в год содержания радионуклидов в пищевых продуктах местного производства (молоко, картофель) в 16 пунктах зоны влияния ПО «Маяк»;
- ежемесячное определение объемной активности γ -излучающих радионуклидов и ⁹⁰Sr в воде в 22 пунктах открытой гидрографической сети, трития – в 5 пунктах и активности α -излучающих радионуклидов в воде в одном пункте ежеквартально;

- ежемесячный мониторинг подземных вод с определением радиоизотопного состава и содержания радионуклидов в 114 скважинах и один – три раза в год с определением содержания трития в 104 скважинах.

При проведении мониторинга ЦЗЛ ПО «Маяк» контролировались следующие дозообразующие радионуклиды: ^{90}Sr , ^{137}Cs , сумма α -излучающих изотопов плутония, тритий, а также ряд других техногенных и природных α - и γ -излучающих нуклидов. Для измерения МЭД использовались дозиметр-радиометр ДКГ-01 «Сталкер», ДРБП-03, МКС-01Р-01, радиометр-спектрометр МКС-А02, для измерения поглощенной дозы γ -излучения на местности – термолюминесцентный дозиметр типа ТЛД. Гамма-спектрометрический анализ проб проводился с помощью сцинтилляционного и полупроводникового γ -спектрометров. Измерение содержания α - и β -активных радионуклидов в пробах объектов окружающей среды проводилось на автоматических α -, β -радиометрах NRR-610, МФ-60, СЕБ-01, АРС и низкофоновых спектрометрах α -излучения типа СЭАМ, СЕА. Объемная активность трития определялась с помощью жидкостного β -радиометра трития типа ЖУ-2 (м) [8].

Контроль загрязнения объектов природной среды техногенными радионуклидами в 100-км зоне ПО «Маяк» осуществляется Уральским УГМС [12]. В 2007 г. Уральским УГМС проводились систематические наблюдения:

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы в четырех пунктах наблюдения (ежесуточно, с помощью ВФУ с использованием фильтра ФПП-15-1,5);
- за атмосферными выпадениями суммы β -излучающих радионуклидов с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в 21 пункте, из них выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr определялись в 15 пунктах;
- за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения в 21 пункте;
- за радиоактивным загрязнением воды рек ^{137}Cs и ^{90}Sr в семи пунктах, тритием – в трех пунктах ежемесячно. Кроме того, еще в трех пунктах содержание трития в воде определялось периодически – 2 раза в год;
- за радиоактивным загрязнением растительности и снежного покрова в 10 пунктах;
- за загрязнением месячных атмосферных осадков тритием в трех пунктах.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 100-км зоне ПО «Маяк» представлена на рис. 2.1.

Контроль содержания радионуклидов в пробах проводился Уральским УГМС с помощью следующих аттестованных средств контроля: полупроводникового γ -спектрометра, низкофонового α -, β -радиометра УМФ-2000, радиометра РУБ-01П. Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и ГУ «НПО «Тайфун». Радиохимический анализ проб на содержание изотопов плутония, а также анализ проб воды и осадков на содержание трития выполнялся в лаборатории радиационного мониторинга ГУ «НПО «Тайфун» с использованием α -спектрометра фирмы ORTEC и жидкостного спектрометра «Quantulus-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДРГ-01Т, ДБГ-01Н, ДКГ-03Д «Грач».



Рис. 2.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» и ПЗРО Челябинского СК «Радон»:

- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений и наблюдения за γ -фоном;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- ★ – отбор проб атмосферных выпадений с недельной экспозицией;
- ⊕ – ПО «Маяк»;
- ⊗ – ПЗРО СК «Радон».

Приземная атмосфера

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН ПО «Маяк» в течение последних лет по данным ПО «Маяк» [8] находились примерно на одном уровне. Результаты контроля приземной атмосферы ЦЗЛ ПО «Маяк» за 2007 г. представлены в табл. 2.3. Из табл. 2.3 видно, что в СЗЗ значения объемной активности ^{90}Sr , ^{137}Cs и плутония на два – четыре порядка меньше величины $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$ по НРБ-99 [10]. В ЗН значения объемной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs на четыре – пять порядков, а плутония – на два – три порядка меньше величины $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$ по НРБ-99 [10].

Таблица 2.3

Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ПО «Маяк» в 2007 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

| Место отбора пробы, расстояние и направление от центра промплощадки | $\Sigma\beta$ | ^{90}Sr | ^{137}Cs | Pu* |
|---|---------------|------------------|-------------------|-----|
| санитарно-защитная зона | | | | |
| В-17, 5 км на ЮВ | 7200 | 4670 | 1900 | 6,0 |
| П-16-3, 4 км на ВЮВ | 3600 | 3180 | 100 | 4,8 |
| В-3, 5 км на СВ | 4500 | 760 | 3100 | 58 |
| Плотина 10, 11 км на ВЮВ | 320 | 260 | 74 | 4,3 |
| Скважина 2/57, 5 км на ЮЮВ | 250 | 32 | 174 | 1,6 |
| Скважина 65, 5 км на ЮЮВ | 220 | 52 | 130 | 1,4 |
| Скважина 96, 6 км на ВЮВ | 170 | 34 | 82 | 1,3 |
| Домна, 6 км на ЮВ | 450 | 48 | 370 | 3,0 |
| ЮУАЭС, 8 км на СВ | 270 | 170 | 67 | 0,4 |
| оз. Татыш, 8 км на ЮЗ | 90 | 7 | 10 | 1,0 |
| Среднее по санитарно-защитной зоне | 1707 | 921 | 601 | 8,2 |

Продолжение табл. 2.3

| | зона наблюдения | | | |
|--|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | | | | |
| г. Озерск | 40 | 9 | 22 | 1,4 |
| г. Озерск, пос. №2 | 40 | 6 | 20 | 2,2 |
| п. Метлино | 30 | 9 | 15 | 1,0 |
| п. Новогорный | 40 | 8 | 20 | 1,6 |
| г. Касли | 30 | 8 | 15 | 0,7 |
| п. Красный партизан | 20 | 1 | 12 | 0,5 |
| п. Б. Куяш | 30 | 2 | 12 | 0,7 |
| д. Т. Караболка | 30 | 5 | 12 | 0,3 |
| д. Сарыкульмяк | 50 | 11 | 14 | 0,3 |
| п. Башакуль | 30 | 8 | 13 | 0,6 |
| с. Калининское | 40 | 5 | 24 | 0,3 |
| п. Худайбердинский | 30 | 6 | 12 | 0,8 |
| п. Аргаяш | 50 | 13 | 14 | 0,7 |
| г. Кыштым | 30 | 4 | 16 | 0,4 |
| п. Слюдорудник | 40 | 7 | 26 | 0,3 |
| Среднее по зоне наблюдения | 35 | 7 | 17 | 0,8 |
| зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк» | | | | |
| с. Багаряк (ВУРС) | 20 | 1 | 13 | 0,3 |
| с. Муслумово (р. Теча) | 30 | 4 | 13 | 0,3 |
| с. Щелкун (ВУРС) | 30 | 2 | 16 | 0,2 |
| п. Кунашак (след 1967 г.) | 30 | 11 | 16 | 0,5 |
| Среднее по зоне аварийного загрязнения территории | 28 | 5 | 15 | 0,3 |
| зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк» | | | | |
| г. В. Уфалей | 10 | - | - | - |
| ДОО _{НАС} | | $2,7 \cdot 10^5$ | $27 \cdot 10^5$ | $2,5 \cdot 10^2$ |

Примечание: * – сумма α -излучающих изотопов плутония;
- – измерения не проводились.

В 2007 г. отбор проб аэрозолей в зоне наблюдения ПО «Маяк» проводился Уральским УГМС [12] в п.п. Новогорный, Бродокалмак, Аргаяш и Кыштым. Среднемесячные и среднегодовые объемные активности $\Sigma\beta$ в воздухе этих пунктов представлены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной активности $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2007 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Уральского УГМС)

| Пункт наблюдения | | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднее | |
|------------------------------------|---|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2007 г. | 2006 г. |
| Новогорный | с | 5,4 | 5,4 | 5,5 | 7,0 | 5,6 | 6,8 | 6,2 | 10,1 | 5,3 | 6,3 | 9,1 | 10,8 | 7,0 | 9,8 |
| | м | 13,9 | 16,1 | 11,9 | 38,0 | 13,1 | 16,3 | 32,9 | 137,8 | 10,2 | 14,9 | 27,5 | 40,1 | | |
| Аргаяш | с | 4,1 | 4,2 | 6,1 | 6,1 | 6,6 | 7,0 | 7,8 | 13,7 | 11,0 | 13,0 | 14,5 | 12,8 | 8,9 | 5,5 |
| | м | 6,2 | 8,1 | 13,4 | 14,8 | 8,1 | 10,7 | 15,8 | 34,6 | 31,2 | 46,8 | 63,6 | 30,1 | | |
| Бродокалмак | с | 4,3 | 3,8 | 6,7 | - | 9,8 | 6,2 | 5,7 | 12,3 | 9,6 | 13,3 | 15,1 | 13,8 | 9,1 | 7,1 |
| | м | 8,5 | 9,4 | 11,9 | - | 13,4 | 13,9 | 11,5 | 26,8 | 18,9 | 36,1 | 51,3 | 41,7 | | |
| Кыштым | с | - | 3,7 | 5,6 | 9,4 | 8,0 | 7,1 | 10,5 | 12,3 | 8,7 | 8,9 | 8,7 | 12,5 | 8,7 | - |
| | м | - | 6,1 | 11,3 | 26,3 | 20,2 | 19,5 | 48,9 | 42,2 | 24,3 | 31,5 | 37,9 | 41,3 | | |
| Среднее по 100-км зоне наблюдения: | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 г. | | 5,6* | 4,3 | 6,0 | 7,9* | 7,5 | 6,8 | 7,5 | 12,1 | 8,7 | 10,4 | 11,8 | 12,5 | 8,4 | |
| 2006 г. | | 7,6 | 10,5 | 5,2 | 6,9* | 6,2 | 11,8 | 11,8* | 5,4 | 7,7 | 5,3* | 6,4* | 4,8 | | 7,5 |

Примечание: - – наблюдения не проводились;
* – рассчитано с учетом среднемесячных значений объемной активности, равных соответствующим среднегодовым значениям.

Из данных табл. 2.4 видно, что среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе 100-км зоны ПО «Маяк» в 2007 г. незначительно увеличилась по сравнению с 2006 г. [13] и не превышала средневзвешенного значения на территории АТР ($17,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения изменялись от $3,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (п. Кыштым, февраль) до $15,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³

(п. Бродокалмак, ноябрь). Максимальная среднесуточная объемная активность $\Sigma\beta$ наблюдалась в п. Новогорный 21–22 августа и составляла $137,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 22 раза выше фонового значения ($6,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В пробе повышенной активности был обнаружен ¹³⁷Cs, объемная активность которого в воздухе составила $89 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом значении $0,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Помимо этого в 2007 г. в 100-км зоне ПО «Маяк» наблюдалось еще два случая, когда суточная объемная активность $\Sigma\beta$ превышала фоновое значение за предыдущий месяц в пять и более раз: в п. Новогорный – 13–14 апреля ($38,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом значении $5,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в п. Кыштым 8–9 сентября ($48,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом значении $7,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В обеих пробах повышенной активности присутствовал ¹³⁷Cs, объемная активность которого в воздухе составила, соответственно, $1,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (при фоновом значении $0,25 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и $25 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (при фоновом значении $0,02 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

В табл. 2.5 приведены средние объемные активности отдельных радионуклидов в воздухе в этих же пунктах контроля. Данные по ¹³⁷Cs в Новогорном и все данные по ⁹⁰Sr и изотопам плутония приведены по результатам анализа проб, выполненного в НПО «Тайфун». Гамма-спектрометрический анализ проб из п.п. Аргаяш, Бродокалмак и Кыштым по определению активности ¹³⁷Cs выполнялся в лаборатории Уральского УГМС (Челябинский ЦГМС).

Таблица 2.5

Объемные активности ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ^{239,240}Pu и ²³⁸Pu в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2007 г., 10^{-7} Бк/м³ (данные Уральского УГМС и НПО «Тайфун»)

| Месяц | Пункт наблюдения | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | Новогорный | | | | Аргаяш | | Бродокалмак | | Кыштым | |
| | ¹³⁷ Cs | ^{239,240} Pu | ²³⁸ Pu | ⁹⁰ Sr | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr |
| Январь | 162 | 0,62 | 1,20 | 97 | 5 | | 8 | | - | - |
| Февраль | 164 | 0,85 | 1,47 | 130 | 6 | { 3,9 | 5 | { 2,7 | 2 | { 2,4 |
| Март | 29 | 0,33 | 0,56 | 15 | 5 | | 8 | | * | |
| Апрель | 56 | 0,82 | 1,04 | 48 | 4 | | - | - | 15 | |
| Май | 29 | 0,48 | 0,12 | 13 | * | { 3,5 | 24 | { 10,5 | 7 | { 11,5 |
| Июнь | 41 | 1,95 | 1,70 | 61 | 7 | | 5 | | 11 | |
| Июль | 92 | 0,69 | 1,53 | 89 | 26 | | 5 | | 7 | |
| Август | 358 | 1,29 | 1,00 | 45 | 13 | { 9,9 | 13 | { 12,1 | 18 | { 13,8 |
| Сентябрь | 43 | 0,73 | 0,27 | 24 | 6 | | 8 | | 3 | |
| Октябрь | 41 | 1,20 | 0,20 | 27 | 7 | | 20 | | 10 | |
| Ноябрь | 153 | 0,97 | 0,49 | 85 | 7 | { 6,9 | 4 | { 12,5 | 6 | { 30,9 |
| Декабрь | 100 | 0,70 | 0,56 | 95 | 3 | | н | | 1 | |
| Среднее: | | | | | | | | | | |
| 2007 г. | 106 | 0,89 | 0,85 | 61 | 8,1 | 6,1 | 9,1 | 9,4 | 8,0 | 15,8 |
| 2006 г. | 240 | 1,5 | 2,5 | 104 | 7,6 | 4,3 | 9,8 | 22 | - | - |
| ДОО _{НАС} | $27 \cdot 10^7$ | $2,5 \cdot 10^4$ | $2,7 \cdot 10^4$ | $2,7 \cdot 10^7$ | $27 \cdot 10^7$ | $2,7 \cdot 10^7$ | $27 \cdot 10^7$ | $2,7 \cdot 10^7$ | $27 \cdot 10^7$ | $2,7 \cdot 10^7$ |

Примечание: * – измерения не проводились;
 - – наблюдения не проводились;
 н – ниже предела обнаружения ($\leq 0,01 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

В 2007 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs (см. табл. 2.5) в приземной атмосфере п. Новогорный уменьшилась в 2,3 раза по сравнению с 2006 г. и составила $106 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В п.п. Аргаяш и Бродокалмак среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs изменились незначительно по сравнению с предыдущим годом и находились примерно на одном уровне с п. Кыштым, составив $8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, $9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно. Наблюдаемые в этих пунктах активности ¹³⁷Cs в воздухе превышали средневзвешенную по территории РФ объемную активность ($2,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³): в Новогорном – в 38 раз, в Бродокалмак – в 3,2 раза, в Аргаяше и Кыштыме – в 2,9

раза. Среднемесячная объемная активность ^{137}Cs в Новогорном изменялась от $29 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в мае) до $358 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в августе). Максимальное из зарегистрированных значений объемной активности ^{137}Cs в зоне влияния ПО «Маяк» было в 128 раз выше средневзвешенной объемной активности по всей территории РФ, но более, чем на пять порядков ниже ДОА_{НАС} для ^{137}Cs по НРБ-99 [10].

Среднегодовые объемные активности изотопов плутония в приземном слое атмосферы в п. Новогорный в 2007 г. (см. табл. 2.5) уменьшились по сравнению с 2006 г.: ^{238}Pu – в 2,9 раза, $^{239,240}\text{Pu}$ – в 1,7 раза и составляли $0,85 \cdot 10^{-7}$ и $0,89 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, соответственно. Указанные значения на четыре порядка ниже ДОА_{НАС} для этих радионуклидов по НРБ-99 [10]. Среднемесячная объемная активность ^{238}Pu в приземном слое атмосферы в п. Новогорный в течение года изменялась в пределах от $0,12 \cdot 10^{-7}$ до $1,70 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, $^{239,240}\text{Pu}$ – от $0,33 \cdot 10^{-7}$ до $1,95 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Максимальные среднемесячные значения данных изотопов в воздухе наблюдались в июне. Среднее за год отношение изотопов ^{238}Pu и $^{239,240}\text{Pu}$ в воздухе этого пункта в 2007 г. составляло примерно 0,96, в то время как характерное отношение объемных активностей этих изотопов от глобального радиоактивного источника для северного полушария составляет 0,03 [14].

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в п. Новогорный в 2007 г. (см. табл. 2.5) уменьшилась в 1,7 раза по сравнению с предыдущим годом и составляла $61 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что более чем на пять порядков ниже ДОА_{НАС} для ^{90}Sr по НРБ-99, но в 67 раз выше средневзвешенного значения по территории РФ ($0,90 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наибольшая среднемесячная объемная активность ^{90}Sr в п. Новогорный была зарегистрирована в феврале – $130 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

С увеличением расстояния от ПО «Маяк» объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr уменьшаются. Однако, это изменение зависит не только от расстояния до источника, но и от направления ветра в конкретный промежуток времени. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземной атмосфере п. Аргаяш, расположенном в 25 км от источника в южном направлении, в 2007 г. были в 13 и 10 раз ниже соответствующих величин в п. Новогорный, расположенном в том же направлении в 7 км от источника; в п. Кыштым, расположенном в западном направлении в 10 км от источника, – соответственно в 13 и 4 раза ниже, чем в Новогорном; в п. Бродокалмак, расположенном в восточном направлении в 90 км от источника, – соответственно в 12 и 7 раз ниже, чем в Новогорном.

Необходимо отметить, что значения объемных активностей ^{137}Cs и изотопов плутония в приземной атмосфере ЗН ПО «Маяк», полученные в лабораториях Уральского УГМС и НПО «Тайфун», значительно ниже (более чем на порядок величины) данных, полученных ЦЗЛ ПО «Маяк». Этот вопрос требует дополнительного изучения.

Радиоактивные выпадения

Результаты измерения выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ПО «Маяк» по данным Уральского УГМС [12] представлены в табл. 2.6. Там же для сравнения приведены выпадения $\Sigma\beta$, характеризующие фоновое загрязнение на территории Уральского региона. Видно, что среднегодовая величина суточных выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ПО «Маяк» ($0,7$ Бк/м²·сутки) несколько снизилась по сравнению с 2006 г. и была в 1,4 раза выше фонового значения для Уральского региона. Случаев превышения суточных атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми более чем в 10 раз в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2007 г. зарегистрировано не было.

Таблица 2.6

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения выпадений ΣP в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2007 г., Бк/м²-сутки (данные Уральского УГМС)

| Пункт наблюдений | Месяц | | | | | | | | | | | | Средне-годовое | Сумма за год, Бк/м ² -год | |
|-----------------------------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------|--------------------------------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | |
| Аргаяш | с | 0,7 | 0,9 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 256 |
| | м | 3,6 | 2,4 | 1,6 | 2,0 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,3 | 2,1 | 4,0 | 2,1 | | |
| Бродокалмак | с | 0,7 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,9 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 256 |
| | м | 3,1 | 1,8 | 2,6 | 2,1 | 2,7 | 1,1 | 1,9 | 2,3 | 2,8 | 2,0 | 2,3 | 2,9 | | |
| Верхний Уфалей | с | 0,8 | 0,4 | 0,5 | 0,9 | 1,0 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 256 |
| | м | 2,6 | 1,0 | 2,5 | 3,3 | 2,7 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,2 | 2,9 | 1,6 | 3,1 | | |
| Златоуст | с | 0,8 | 0,4 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,5 | 1,1 | 0,7 | 256 |
| | м | 2,1 | 1,6 | 2,5 | 3,3 | 3,9 | 1,5 | 4,4 | 3,8 | 2,5 | 2,8 | 1,6 | 4,4 | | |
| Ибрагимово | с | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,9 | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 1,0 | 0,7 | 256 |
| | м | 2,7 | 1,2 | 1,4 | 2,3 | 3,4 | 3,4 | 1,8 | 2,1 | 3,8 | 3,0 | 2,1 | 3,2 | | |
| Калининский | с | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,9 | 0,6 | 219 |
| | м | 3,4 | 3,2 | 1,1 | 1,9 | 2,2 | 1,6 | 2,6 | 1,8 | 1,5 | 2,2 | 1,3 | 3,7 | | |
| Караболка | с | 0,7 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 0,6 | 219 |
| | м | 2,2 | 2,1 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 1,7 | 1,2 | 2,2 | 1,8 | 2,6 | 2,9 | | |
| Касли | с | 0,9 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 256 |
| | м | 2,9 | 2,1 | 1,7 | 2,6 | 3,5 | 1,7 | 2,4 | 3,1 | 2,1 | 1,9 | 2,0 | 3,1 | | |
| Кыштым | с | 1,0 | 0,6 | 0,6 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 292 |
| | м | 3,0 | 2,0 | 1,9 | 2,9 | 3,6 | 3,5 | 2,9 | 2,8 | 4,7 | 3,4 | 1,1 | 3,0 | | |
| Малый Куяш | с | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 1,0 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 256 |
| | м | 2,0 | 3,6 | 1,5 | 2,3 | 3,9 | 2,0 | 2,4 | 1,8 | 4,9 | 2,4 | 2,6 | 2,2 | | |
| Метлино | с | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,8 | 0,9 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 219 |
| | м | 3,2 | 2,1 | 1,1 | 1,8 | 2,7 | 1,6 | 2,1 | 2,7 | 2,1 | 2,1 | 3,3 | 2,0 | | |
| Миасс | с | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 292 |
| | м | 2,8 | 4,0 | 1,1 | 3,6 | 3,5 | 3,1 | 3,5 | 3,0 | 3,2 | 2,4 | 2,2 | 3,0 | | |
| Муслюмово | с | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 0,9 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 1,1 | 0,8 | 292 |
| | м | 2,9 | 2,0 | 2,1 | 3,6 | 2,3 | 1,7 | 2,0 | 3,6 | 3,4 | 3,6 | 2,8 | 2,7 | | |
| Новогорный | с | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 1,0 | 0,8 | 292 |
| | м | 2,5 | 2,2 | 4,3 | 5,8 | 2,9 | 1,5 | 2,8 | 2,9 | 2,2 | 1,6 | 2,0 | 4,6 | | |
| Нязепетровск | с | 0,9 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,7 | 256 |
| | м | 3,2 | 1,5 | 1,6 | 2,0 | 2,7 | 3,9 | 2,0 | 3,6 | 2,2 | 2,8 | 2,3 | 2,5 | | |
| Рыбниковское | с | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 146 |
| | м | 1,3 | 1,8 | 1,9 | 2,3 | 2,2 | 2,6 | 1,6 | 1,3 | 3,0 | 1,4 | 1,0 | 0,8 | | |
| Сысерть | с | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 146 |
| | м | 0,8 | 1,8 | 0,9 | 1,9 | 1,9 | 4,1 | 1,9 | 1,6 | 3,5 | 2,5 | 1,6 | 0,9 | | |
| Тюбук | с | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 0,7 | 256 |
| | м | 2,6 | 1,9 | 2,0 | 2,8 | 3,4 | 2,8 | 1,8 | 1,8 | 2,1 | 2,5 | 2,0 | 3,3 | | |
| Усть-Караболка | с | 0,9 | 0,5 | 0,7 | 0,6 | 1,0 | 0,4 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 219 |
| | м | 4,3 | 1,6 | 3,5 | 1,6 | 2,4 | 1,1 | 1,8 | 2,9 | 1,7 | 1,7 | 3,4 | 1,7 | | |
| Худайбер-дийский | с | 0,9 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 292 |
| | м | 2,9 | 1,9 | 1,5 | 2,5 | 2,2 | 2,7 | 3,1 | 3,2 | 1,9 | 2,8 | 5,8 | 2,2 | | |
| Челябинск - город | с | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,4 | 0,9 | 0,7 | 0,7 | 256 |
| | м | 1,7 | 1,3 | 1,3 | 2,3 | 2,6 | 1,9 | 2,5 | 2,1 | 2,1 | 1,1 | 2,4 | 2,2 | | |
| Среднее: | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 г. | | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 0,9 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 256 |
| 2006 г. | | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 292 |
| Фон для Уральского региона: | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 г. | | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 183 |
| 2006 г. | | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 183 |

В табл. 2.7 приведены данные об атмосферных выпадениях ⁹⁰Sr в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2007 г. [12]. Годовые выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в среднем по 100-км зоне ПО «Маяк» (6,65 Бк/м²-год) в 2007 г. незначительно уменьшились по сравнению с 2006 г. и были в 4 раза выше регионального фона (1,61 Бк/м²-год). Фоновые выпадения ⁹⁰Sr по Уральскому региону в 2007 г. уменьшились в 1,3 раза. Наибольшие годовые выпадения ⁹⁰Sr отмечались в п.п. Новогорный (13,32 Бк/м²-год) и Аргаяш (9,18 Бк/м²-год).

Таблица 2.7

**Выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2007 г., Бк/м²·месяц
(данные Уральского УГМС)**

| Пункт наблюдения | Месяц | | | | | | | | | | | | Средне-годовое | Сумма за год, Бк/м ² ·год | |
|-----------------------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|--------------------------------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | |
| Аргаяш | | 0,22 | | | 0,57 | | | 1,03 | | | 1,24 | | 0,77 | 9,18 | |
| Бродокалмак | | 0,25 | | | 0,55 | | | 0,88 | | | 0,71 | | 0,60 | 7,17 | |
| Ибрагимово | | 0,36 | | | 0,92 | | | 0,55 | | | 0,58 | | 0,60 | 7,23 | |
| Калининский* | | 0,50** | | | 0,50** | | | 0,50** | | | 0,45 | | 0,49 | 5,85 | |
| Караболка | | 0,35 | | | 0,43 | | | 0,34 | | | 1,15 | | 0,57 | 6,81 | |
| Касли | | 0,54 | | | 0,88 | | | 0,60 | | | 0,64 | | 0,67 | 7,98 | |
| Кыштым | | 0,13 | | | 0,51 | | | 0,57 | | | 0,27 | | 0,37 | 4,44 | |
| Малый Куяш | | 0,49 | | | 0,39 | | | 0,59 | | | 0,35 | | 0,46 | 5,46 | |
| Метлино (новое) | | 0,16 | | | 0,53 | | | 0,047 | | | 0,50 | | 0,31 | 3,71 | |
| Муслюмово | | 0,25 | | | 0,35 | | | 0,57 | | | 0,32 | | 0,37 | 4,47 | |
| Новогорный* | | 0,52 | | | 1,23 | | | 1,63 | | | 1,06 | | 1,11 | 13,32 | |
| Рыбниковское | | 0,86 | | | 0,29 | | | 0,94 | | | 0,72 | | 0,70 | 8,43 | |
| Тюбук | | 0,20 | | | 0,41 | | | 0,43 | | | 0,21 | | 0,31 | 3,75 | |
| Усть-Караболка | | 0,12 | | | 0,27 | | | 0,71 | | | 0,40 | | 0,38 | 4,50 | |
| Худайбердинский | | 0,56 | | | 0,80 | | | 0,58 | | | 0,52 | | 0,61 | 7,38 | |
| Среднее: | 2007 г. | 0,37 | | | 0,55 | | | 0,66 | | | 0,61 | | | 0,55 | 6,65 |
| | 2006 г. | 0,51 | | | 1,13 | | | 0,73 | | | 0,58 | | | 0,74 | 7,34 |
| Фон для Уральского региона: | 2007 г. | 0,07 | 0,06 | 0,08 | 0,20 | 0,13 | 0,22 | 0,20 | 0,18 | 0,16 | 0,14 | 0,09 | 0,08 | 0,13 | 1,61 |
| | 2006 г. | 0,13 | 0,07 | 0,23 | 0,12 | 0,18 | 0,17 | 0,20 | 0,16 | 0,15 | 0,21 | 0,17 | 0,24 | 0,17 | 2,03 |

Примечание: * – данные ГУ «НПО «Тайфун»;

** – значения, полученные расчетным путем из пробы, объединенной за 1–3 квартал.

Выпадения ¹³⁷Cs в пунктах наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» в 2007 г. [12] (см. табл. 2.8) в среднем незначительно увеличились, также как и фоновые выпадения ¹³⁷Cs по Уральскому региону, и колебались в диапазоне от 2,0 Бк/м²·год до 15,5 Бк/м²·год. Максимальные выпадения ¹³⁷Cs в 100-км зонное ПО «Маяк» в 2007 г. наблюдались, как и ранее, в п. Новогорный, составив 15,5 Бк/м²·год,

Таблица 2.8

**Выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2007 г., Бк/м²·месяц
(данные Уральского УГМС)**

| Пункт наблюдения | Месяц | | | | | | | | | | | | Средне-годовое | Сумма за год, Бк/м ² ·год | |
|-----------------------------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------|--------------------------------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | |
| Аргаяш | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,4 | 0,8 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 5,4 | |
| Бродокалмак | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,4 | 1,0 | 0,4 | н | 1,0 | н | 0,6 | н | 0,5 | 6,4 | |
| Ибрагимово | 0,7 | н | н | 1,0 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 0,7 | 1,1 | н | 0,6 | н | 0,5 | 6,5 | |
| Калининский | 0,9 | 0,6 | н | 0,3 | 1,8 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 0,4 | 1,0 | 0,8 | 9,1 | |
| Караболка | 0,2 | 0,3 | 0,6 | н | 0,8 | н | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 4,6 | |
| Касли | 0,5 | н | 1,0 | н | 0,2 | н | 0,4 | 0,7 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 4,8 | |
| Кыштым | н | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 0,5 | 0,4 | 0,9 | 1,4 | н | 1,2 | 0,7 | 8,4 | |
| Малый Куяш | 0,5 | 0,6 | 1,0 | н | 0,3 | н | н | 0,6 | 0,3 | 1,1 | н | 0,5 | 0,4 | 4,9 | |
| Метлино | 0,7 | 0,4 | 0,6 | 1,3 | 0,9 | 1,9 | 1,1 | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 0,2 | 1,1 | 0,9 | 10,8 | |
| Муслюмово | 0,6 | 1,2 | 0,7 | 1,2 | 1,6 | 0,5 | 1,0 | 0,5 | 0,7 | н | 0,6 | 0,1 | 0,7 | 8,7 | |
| Новогорный | 1,0 | 0,6 | 0,8 | 1,7 | 1,9 | 1,3 | 1,3 | 2,9 | 1,7 | 0,8 | 0,6 | 0,9 | 1,3 | 15,5 | |
| Рыбниковское | н | 0,3 | н | н | 0,5 | 0,1 | н | 0,6 | н | 0,2 | н | 0,2 | 0,2 | 2,0 | |
| Тюбук | н | 0,2 | н | 0,6 | 0,4 | 0,9 | 0,5 | 0,7 | 0,4 | н | 0,8 | 0,3 | 0,4 | 4,8 | |
| Усть-Караболка | н | н | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | н | 0,3 | н | 0,2 | 0,6 | 0,3 | 3,9 | |
| Худайбердинский | 1,2 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 1,3 | 1,0 | 0,6 | 1,3 | 0,7 | 0,6 | н | 0,7 | 0,8 | 9,5 | |
| Среднее: | 2007 г. | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 7,0 |
| | 2006 г. | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0,9 | 1,0 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 6,5 |
| Фон для Уральского региона: | 2007 г. | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | н | 0,1 | 0,1 | 0,1 | н | 0,1 | н | 0,08 | 0,9 |
| | 2006 г. | 0,03 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,04 | н | н | н | н | 0,10 | 0,20 | 0,10 | 0,07 | 0,8 |

Примечание: н – ниже порога обнаружения ($\leq 0,01$ Бк/м²·месяц).

что в 1,5 раза ниже, чем в 2006 г., однако в 17 раз выше регионального фона в 2007 г. Максимальные месячные выпадения ^{137}Cs в п. Новогорный – 2,9 Бк/м²·месяц – наблюдались в августе и в 29 раз превышали региональный фон. Средняя сумма выпадений ^{137}Cs за год в 100-км зоне наблюдения составила 7,0 Бк/м²·год, что почти в 8 раз превышает региональные фоновые выпадения (0,9 Бк/м²·год).

В табл. 2.9 приведены данные ЦЗЛ ПО «Маяк» [8] о выпадениях радионуклидов в СЗЗ и ЗН ПО «Маяк» в 2007 г. Максимальные выпадения $\Sigma\beta$ в ЗН ПО «Маяк» в 2007 г., согласно этим данным, наблюдались в п.п. Метлино, Озерск пос. № 2 и Б. Куяш (600, 590 и 580 Бк/м²·год соответственно); в зоне аварийного загрязнения территории – в п. Кунашак (750 Бк/м²·год). Выпадения ^{137}Cs в пунктах, расположенных в ЗН, а также в зоне аварийного загрязнения территории вне ЗН, остались примерно на уровне 2006 г. [13], изменяясь в диапазоне от 113 до 188 Бк/м²·год, что на два

Таблица 2.9

Годовые выпадения радионуклидов в районе расположения ПО «Маяк» в 2007 г., Бк/м²·год (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

| Место отбора пробы, расстояние и направление от центра промплощадки | $\Sigma\beta$ | ^{90}Sr | ^{137}Cs | Pu* |
|---|---------------|------------------|-------------------|-----|
| санитарно-защитная зона | | | | |
| В-17, 5 км на ЮВ | 15700 | 1800 | 11700 | 7,2 |
| П-16-3, 4 км на ВЮВ | 8900 | 900 | 2830 | 8,0 |
| В-3, 5 км на СВ | 22900 | 4200 | 8600 | 6,5 |
| Плотина 10, 11 км на ВЮВ | 6600 | 3400 | 492 | 3,8 |
| Скважина 2/57, 5 км на ЮЮВ | 530 | 37 | 270 | 4,8 |
| Скважина 65, 5 км на ЮЮВ | 650 | 19 | 263 | 4,8 |
| Скважина 96, 6 км на ВЮВ | 740 | 18 | 231 | 4,8 |
| Домна, 6 км на ЮВ | 920 | 56 | 245 | 3,2 |
| Лежневка, 7 км на ССВ | 490 | 21 | 245 | 3,2 |
| оз. Татыш, 8 км на ЮЗ | 370 | 14 | 189 | 1,0 |
| Среднее по санитарно-защитной зоне | 5780 | 1047 | 2507 | 4,7 |
| зона наблюдения | | | | |
| г. Озерск | 534 | 40 | 165 | 4,8 |
| г. Озерск, пос. № 2 | 590 | 10 | 188 | 3,2 |
| п. Новогорный | 340 | 11 | 150 | 1,0 |
| п. Метлино | 600 | 70 | 160 | 4,8 |
| г. Касли | 320 | 10 | 153 | 1,6 |
| п. Красный партизан | 280 | 16 | 168 | 3,2 |
| п. Б. Куяш | 580 | 8 | 134 | 1,1 |
| д. Т. Карabolка | 240 | 19 | 167 | 1,6 |
| д. Сарыкульмяк | 430 | 19 | 164 | 1,0 |
| п. Башакуль | 420 | 11 | 145 | 1,4 |
| с. Калининское | 360 | 8 | 130 | 1,0 |
| п. Худайбердинский | 560 | 26 | 175 | 1,6 |
| г. Кыштым | 530 | 14 | 126 | 1,1 |
| п. Слюдорудник | 410 | 16 | 150 | 2,3 |
| Среднее по зоне наблюдения | 442 | 20 | 155 | 2,1 |
| зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк» | | | | |
| с. Багаряк (ВУРС) | 440 | 22 | 113 | 1,6 |
| с. Булзи (ВУРС) | 540 | 10 | 172 | 1,4 |
| с. Муслумово (р. Теча) | 560 | 14 | 120 | 1,6 |
| с. Щелкун (ВУРС) | 610 | 14 | 175 | 1,6 |
| п. Кунашак (след 1967 г.) | 750 | 8 | 150 | 1,0 |
| Среднее по зоне аварийного загрязнения территории | 580 | 14 | 146 | 1,4 |
| зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк» | | | | |
| г. В. Уфалей | 170 | 10 | 80 | 0,3 |
| Фоновый уровень по Уральскому региону** | 183 | 1,6 | 0,9 | - |

Примечание: * – сумма α -излучающих изотопов плутония;

** – данные Уральского УГМС;

- – данные отсутствуют.

порядка выше фоновых выпадений по Уральскому региону. Выпадения ^{90}Sr в 2007 г. в среднем по ЗН ПО «Маяк» и по загрязненной территории уменьшились в 1,3 раза, изменяясь от 8 до 70 Бк/м²·год, но оставались на порядок выше фоновых значений для Уральского региона. Выпадения изотопов плутония в пунктах наблюдения [8] вне СЗЗ в 2007 г. колебались от 1,0 до 4,8 Бк/м²·год, при расчетном фоновом значении [8] 0,6 Бк/м²·год. При этом в среднем по ЗН выпадения изотопов плутония увеличились в 1,3 раза по сравнению с 2006 г., а по загрязненной территории вне ЗН – остались на уровне предыдущего года. Максимальные годовые выпадения ^{137}Cs в ЗН ПО «Маяк» в 2007 г. наблюдались в п. Озерск пос. № 2, ^{90}Sr – в п. Метлино, плутония – в п.п. Озерск и Метлино.

Поверхностные воды

На территории России наиболее загрязненными, в основном, ^{90}Sr остаются воды р. Течи. Этот радионуклид более чем на 95 % находится в водорастворимом состоянии, поэтому он мигрирует на большие расстояния по гидрографической системе. Влияние стоков ПО «Маяк» на загрязнение речной воды ^{90}Sr прослеживается на всем протяжении р. Течи и р. Исети (после впадения в нее р. Течи) вплоть до впадения р. Исети в р. Тобол [7]. В настоящее время в воде р. Течи он является основным дозообразующим радионуклидом.

В 2007 г. Уральским УГМС и ЦЗЛ ПО «Маяк» продолжался многолетний мониторинг загрязнения радионуклидами воды рек Течи и Исети, в которые происходит поступление загрязненных фильтрационных вод, а также рек Караболки и Синара, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк». Точки отбора проб воды из рек представлены на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Карта-схема открытой гидрографической сети в зоне влияния ПО «Маяк»

Пробы воды Уральским УГМС в 2007 г. отбирались: из р. Течи в трех пунктах ежемесячно, в двух пунктах – периодически, из р. Исеть в трех пунктах ежемесячно, из системы рек Караболка–Синара в трех пунктах ежемесячно. Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Теча и Исеть приведены в табл. 2.10 и 2.11 соответственно, а из рек Караболка и Синара – в разделе 5.2, в котором представлены данные радиационного мониторинга на территории ВУРС. Содержание ^{90}Sr в воде определялось параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и НПО «Тайфун». Поэтому в табл. 2.10, 2.11 и 5.4 приведены данные по результатам измерений трех лабораторий, а также данные ЦЗЛ ПО «Маяк».

Из анализа приведенных в табл. 2.10 данных видно, что среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи у д. Муслюмово в 78 км от источника в 2007 г. уменьшилась примерно в 1,5 раза по сравнению с предыдущим годом и составляла 7,7–8,9 Бк/л, что более чем в 1,5 раза выше уровня вмешательства для ^{90}Sr в питьевой воде по НРБ-99 [10] и примерно в 1600 раз выше фонового уровня для рек России (5,1 мБк/л). Самые высокие объемные активности ^{90}Sr в воде р. Течи в период с 1994 г. по настоящее время в п. Муслюмово наблюдались: в 1995 г. – 25,9 Бк/л, в 1997 г. – 32,2 Бк/л, в 1998 г. – 26,7 Бк/л, в 2004 г. – 26,0 Бк/л. В 1994 г. и в 1999–2003 гг. активность ^{90}Sr в р. Теча находилась на уровне (9,3–13,3) Бк/л. Вниз по течению р. Течи содержание ^{90}Sr в воде постепенно уменьшается: в п. Першинское среднегодовая объемная активность ^{90}Sr уже составляет 8,7 Бк/л.

Таблица 2.10

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Течи в 2007 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

| Месяц | Асановский мост | Новый мост | Муслюмово | | | | | | Нижнепетропавловское | Першинское | | Затеченское | | |
|------------|-----------------|--------------|--------------------|------------------|---------------------|-------------------|----------------|--------------|----------------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------|
| | ^3H | ^3H | $^{90}\text{Sr}^*$ | ^{90}Sr | $^{137}\text{Cs}^*$ | ^{137}Cs | $^3\text{H}^*$ | ^3H | ^3H | ^{90}Sr | ^{137}Cs | $^{90}\text{Sr}^*$ | $^{137}\text{Cs}^*$ | $^3\text{H}^*$ |
| январь | - | 292,4 | 13,0 | 16,8 | 0,54 | 0,49 | 170 | 284,4 | - | 14,7 | 0,094 | - | - | - |
| февраль | - | 275,3 | 17,7 | 15,0 | 0,90 | 0,50 | 220 | 275,4 | - | 19,4 | 0,091 | - | - | - |
| март | - | 220,0 | 12,7 | 17,1 | 0,56 | 0,31 | 185 | 206,0 | - | 13,0 | 0,122 | - | - | - |
| апрель | - | 67,9 | 4,2 | 4,8 | 0,57 | 0,11 | < 70 | 72,6 | - | 4,1 | 0,176 | - | - | - |
| май | 74,2 | 54,1 | 4,9 | 5,3 | 0,52 | 0,21 | < 70 | 63,9 | 47,2 | 1,9 | - | - | - | - |
| июнь | - | 75,0 | 4,3 | 5,6 | 0,91 | 0,22 | < 70 | 73,5 | - | - | - | 1,4 | 0,42 | < 70 |
| июль | 70,1 | 64,9 | 5,0 | 8,7 | 0,41 | 0,22 | < 70 | 58,6 | 54,7 | 4,6 | 0,137 | - | - | - |
| август | - | 56,8 | 4,5 | 6,2 | 0,40 | 0,29 | < 70 | 60,2 | - | - | - | - | - | - |
| сентябрь | - | 48,4 | 4,5 | 5,6 | 0,32 | 0,12 | < 70 | 54,4 | - | 6,0 | 0,087 | 2,3 | < 0,18 | < 70 |
| октябрь | - | 87,9 | 5,4 | 7,3 | 1,10 | 0,23 | < 70 | 92,4 | - | 5,6 | 0,076 | - | - | - |
| ноябрь | - | 170,9 | 7,9 | 10,4 | < 0,18 | 0,22 | < 70 | 163,9 | - | 10,2 | 0,072 | - | - | - |
| декабрь | - | 168,7 | 8,8 | 4,4 | 1,10 | 0,23 | 100 | 172,3 | - | 7,3 | 0,056 | - | - | - |
| Среднее: | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 г. | 72,2 | 131,9 | 7,7 | 8,9 | 0,60 | 0,26 | 103 | 131,5 | 51,0 | 8,7 | 0,101 | 1,9 | 0,3 | < 70 |
| 2006 г. | 153,5 | 235,7 | 12,9 | 13,7 | 0,57 | 0,31 | 175 | 233,7 | 107,3 | 11,3 | 0,060 | 6,0 | 0,4 | < 70 |
| УВ(НРБ-99) | 7700 | 7700 | 5 | 5 | 11 | 11 | 7700 | 7700 | 7700 | 5 | 11 | 5 | 11 | 7700 |

Примечание: * – данные ЦЗЛ ПО «Маяк»;
-- измерения не проводились.

Вниз по течению р. Исети после впадения в нее р. Течи в п.п. Красноисетское, Шадринск и Мехонское среднегодовая объемная активность ^{90}Sr также уменьшается (см. табл. 2.11) от 2,5 до 1,1 Бк/л. В п. Долматово, расположенном выше места впадения р. Течи в р. Исеть, средняя объемная активность ^{90}Sr в 2007 г. составила 0,06 Бк/л. В целом, в воде р. Исети объемная активность ^{90}Sr в 2007 г. была в 2–4,5 раза ниже УВ по НРБ-99.

Объемная активность ^{137}Cs в рассматриваемой системе рек не высока. Из табл. 2.10 видно, что наибольшая среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2007 г., как и ранее, наблюдалась в воде р. Течи в п. Муслюмово – (0,26–0,60) Бк/л. По мере удаления от ПО «Маяк» вниз по течению р. Течи и далее р. Исети концентрации этого радионуклида уменьшаются в 10 и более раз (см. табл. 2.11). Среднемесячная объемная активность ^{137}Cs в 2007 г. в воде р. Течи у д. Муслюмово колебалась в течение года от 0,11 Бк/л до 0,50 Бк/л (по данным Уральского УГМС) при среднегодовом значении 0,26 Бк/л, которое в 1,2 раза ниже, чем в 2006 г., и в 42 раза ниже уровня вмешательства (11 Бк/л) [10].

Таблица 2.11

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Исети в 2007 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

| Месяц | Долматово | Красноисетское | | | Шадринск | | Мехонское | |
|----------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | ⁹⁰ Sr* | ⁹⁰ Sr* | ⁹⁰ Sr | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr | ¹³⁷ Cs |
| январь | - | - | 4,4 | 0,047 | 2,0 | 0,044 | 1,5 | 0,085 |
| февраль | - | - | 3,0 | 0,050 | 3,0 | 0,074 | 1,6 | 0,026 |
| март | - | - | 3,2 | 0,048 | 2,1 | 0,032 | 1,4 | 0,037 |
| апрель | - | - | 1,5 | 0,057 | 0,80 | 0,029 | 0,34 | 0,033 |
| май | - | - | 0,91 | 0,051 | 0,74 | 0,066 | 0,50 | 0,042 |
| июнь | 0,07 | 0,71 | - | - | - | - | - | - |
| июль | - | - | 1,7 | 0,067 | 1,6 | 0,039 | 0,92 | 0,046 |
| август | - | - | 1,7 | 0,064 | 1,4 | 0,043 | 1,3 | 0,059 |
| сентябрь | 0,06 | 0,77 | 3,2 | 0,047 | 1,5 | 0,044 | 1,1 | 0,068 |
| октябрь | - | - | 2,9 | 0,056 | 2,0 | 0,041 | 1,1 | 0,067 |
| ноябрь | - | - | 2,3 | 0,061 | 1,9 | 0,052 | 1,2 | 0,072 |
| декабрь | - | - | 2,6 | 0,062 | 1,8 | 0,048 | 1,2 | 0,030 |
| Среднее: | | | | | | | | |
| 2007 г. | 0,06 | 0,74 | 2,5 | 0,055 | 1,7 | 0,047 | 1,1 | 0,051 |
| 2006 г. | 0,05 | 0,45 | 2,6 | 0,036 | 1,7 | 0,030 | 1,2 | 0,031 |

Примечание: * – данные ЦЗЛ ПО «Маяк»;
-- измерения не проводились.

Исследования отобранных проб воды в реках ЗН ПО «Маяк» на содержание в них трития, выполненные ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк», показали, что в реках наблюдается повышенное содержание этого радионуклида по сравнению с его глобальным уровнем в реках России. Из приведенных данных (см. табл. 2.10) видно, что объемная активность трития в воде р. Течи в 2007 г. снизилась в 1,7–2,1 раза, но продолжала превышать фоновый уровень в реках России (2,6 Бк/л) примерно в 50 раз. По мере удаления от ПО «Маяк» концентрация трития уменьшалась от 132 Бк/л у Нового моста вблизи ПО «Маяк» (см. рис. 2.2) до менее 70 Бк/л в п. Затеченское в 237 км от источника.

Результаты мониторинга радионуклидного состава воды озер, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», приведены в табл. 2.12 [8]. Из табл. 2.12 видно, что объемная активность ⁹⁰Sr в водах этих озер в 2007 г. колебалась от 0,08 до 0,24 Бк/л, а ¹³⁷Cs – от 0,15 до 0,57 Бк/л. Максимальные из полученных значений объемных активностей ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в воде озер в 21 и 19 раз ниже УВ по НРБ-99 [10] для указанных радионуклидов в питьевой воде соответственно. Озера Иртяш и Б. Акуля являются источниками питьевого водоснабжения г. Озерска. Содержание ⁹⁰Sr в оз. Б. Акуля

Таблица 2.12

**Объемная активность радионуклидов в озерах в зоне влияния ПО «Маяк» в 2007 г., Бк/л
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

| Озеро | Объемная активность | |
|-------------------|---------------------|-------------------|
| | ⁹⁰ Sr | ¹³⁷ Cs |
| Силач | ≤ 0,10 | 0,18 |
| Сунгуль | 0,13 | 0,21 |
| Киреты | ≤ 0,09 | ≤ 0,41 |
| Б. Касли | 0,15 | 0,47 |
| М. Касли | 0,11 | 0,15 |
| Куташи | 0,24 | 0,42 |
| Иртяш | 0,09 | ≤ 0,25 |
| Б. Наного | 0,08 | 0,17 |
| М. Наного | 0,23 | 0,16 |
| Б. Акуля | 0,10 | 0,57 |
| Акакуль | 0,17 | 0,15 |
| Увильды | 0,08 | 0,29 |
| Улагач | 0,13 | 0,19 |
| УВ по НРБ-99 [10] | 5 | 11 |

(0,10 Бк/л) и в оз. Иртяш (0,09 Бк/л) было в 50 раз ниже УВ, однако в 8 раз выше, чем в оз. Ханка, расположенном на территории АТР, и в 22 раза выше, чем в озерах на территории ЕТР (см. раздел 1.1).

В 2007 г. ПО «Маяк» [8] продолжало наблюдения за миграцией радиоактивных веществ в подземных водах в районе расположения водоемов 9, 17 и 11. Как и в предыдущие годы, в подземных водах было зафиксировано повышенное по сравнению с уровнем вмешательства [10] содержание ^{60}Co , ^{90}Sr , трития, что связано с поступлением в подземные водоносные горизонты техногенных растворов из водоемов 9, 17 и 11. В табл. 2.13 представлены данные [8] по радиохимическому контролю скважин, содержание радионуклидов в которых превышает уровень вмешательства по НРБ-99 [10].

Таблица 2.13

Содержание радионуклидов в подземных водах в СЗЗ ПО «Маяк» и водах р. Мишеляк в 2007 г. (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

| Дата отбора проб | Номер скважины | Интервал опробования, м | Объемная активность, Бк/л | | | |
|------------------------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|------------------|--------------|-------------------|
| | | | ^{90}Sr | ^{60}Co | ^3H | ^{137}Cs |
| Скважины у водоема 9 (оз. Карачай) | | | | | | |
| 14.03.07 | 217/70 | 40 | 40 | < 6,3 | 200000 | < 6,3 |
| 14.03.07 | 217/70 | 64 | 410 | < 6,3 | 460000 | < 6,3 |
| 14.03.07 | 227/70 | 40 | 0,57 | < 6,3 | 25000 | 6,5 |
| 10.04.07 | 10/68 | верх | 8700 | 250 | 3300 | 31 |
| 10.04.07 | 10/68 | 40 | 4400 | 970 | 28000 | 49 |
| 10.04.07 | 10/68 | 100 | 94000 | 2700 | 72000 | 15 |
| 10.04.07 | 3/68 | верх | 5000 | 320 | 1500 | 11 |
| 10.04.07 | 3/68 | 100 | 66000 | 1800 | 27000 | 13 |
| 10.04.07 | 9/68 | верх | 1900 | 220 | 3300 | < 6,3 |
| 10.04.07 | 9/68 | 100 | 54000 | 1300 | 18000 | 14 |
| 13.04.07 | 36/70 | 20 | 280000 | 1500 | 32000 | 200 |
| 13.04.07 | 36/70 | 40 | 820000 | - | 65000 | 1400 |
| 13.04.07 | 36/70 | 60 | 78000 | - | 82000 | 6100 |
| Точки наблюдения на р. Мишеляк | | | | | | |
| 21.03.07 | M1 | | 0,4 | < 6,3 | < 70 | 7,4 |
| 21.03.07 | M2 | | 0,3 | < 6,3 | < 70 | < 6,3 |
| 21.03.07 | M3 | | 0,6 | < 6,3 | < 70 | < 6,3 |
| 21.03.07 | M4 | | 0,6 | < 6,3 | < 70 | < 6,3 |
| 02.07.07 | M1 | | 0,8 | < 6,3 | 240 | < 6,3 |
| 02.07.07 | M2 | | 1,3 | < 6,3 | 320 | < 6,3 |
| 02.07.07 | M3 | | 1,0 | < 6,3 | 190 | < 6,3 |
| 02.07.07 | M4 | | 1,1 | < 6,3 | 360 | < 6,3 |
| 17.09.07 | M1 | | 0,2 | < 6,3 | 220 | < 6,3 |
| 17.09.07 | M2 | | 0,8 | < 6,3 | 220 | < 6,3 |
| 17.09.07 | M3 | | 0,2 | < 6,3 | 360 | < 6,3 |
| 17.09.07 | M4 | | 0,6 | < 6,3 | 420 | < 6,3 |
| УВ по НРБ-99 [10] | | | 5 | 41 | 7700 | 11 |

Примечание: - – измерения не проводились.

Содержание радионуклидов в воде р. Мишеляк, долины которой уже достигла линза загрязненных радионуклидами подземных вод из района оз. Карачай, также представлены в табл. 2.13 [8]. Объемные активности радионуклидов в воде р. Мишеляк пока ниже УВ по НРБ-99 [10]. Максимальное зарегистрированное значение по содержанию ^{90}Sr в 3,8 раза ниже УВ, по ^{60}Co – в 6,5 раз ниже УВ, по ^{137}Cs – в 1,2 раза ниже УВ.

С 2000 г. в ряде контрольных пунктов в 100-км зоне ПО «Маяк» Уральским УГМС проводится мониторинг содержания трития в атмосферных осадках. Анализ месячных проб осадков из этих

пунктов выполняется НПО «Гайфун». Результаты определения среднегодовых объемных активностей трития в атмосферных осадках приведены в табл. 2.14.

Таблица 2.14

Среднегодовая объемная активность трития в атмосферных осадках в некоторых пунктах 100-км зоны ПО «Маяк», Бк/л

| Год | Объемная активность трития | | | | | |
|-------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|
| | Челябинск | Аргаяш | Новогорный | Касли | В.Уфалей | Бродокалмак |
| 2001 | 4,7 | 13,2 | 71,9 | 18,1 | 5,7 | 5,1 |
| 2002 | 3,8 | 14,7 | 92,2 | 17,3 | 4,3 | 4,9 |
| 2003 | - | 18,5 | 91,9 | 27,4 | - | - |
| 2004 | - | 11,9 | 60,4 | 21,5 | - | - |
| 2005 | - | 19,5 | 108,9 | 21,8 | - | - |
| 2006 | - | 10,7 | 53,3 | 22,1 | - | - |
| 2007 | - | 15,8 | 71,4 | 18,2 | - | - |

Примечание: - - измерения не проводились.

Из приведенных в табл. 2.14 данных видно, что источником поступления трития в атмосферу является район расположения ПО «Маяк», поскольку наибольшее значение объемной активности трития в осадках имеет место в ближайшем к ПО «Маяк» п. Новогорный. С увеличением расстояния от источника объемная активность трития в осадках быстро уменьшается: на расстояниях 22–25 км от источника – в 4–5 раз. В 2007 г. содержание трития в осадках в п. Новогорный составило 71,4 Бк/л, что в 29 раз выше среднего значения по территории РФ (2,4 Бк/л) (см. раздел 1.1). Среднегодовая концентрация трития в атмосферных осадках в п.п. Аргаяш и Новогорный в 2007 г. была в 1,3–1,5 раза больше, чем в 2006 г. [13], а в п. Касли – в 1,2 раза меньше по сравнению с предыдущим годом. Среднемесячная объемная активность трития в атмосферных осадках (см. табл. 2.15), отобранных вблизи ПО «Маяк» (п. Новогорный), до 56 раз (167,1 Бк/л в феврале) превышала фоновый уровень для данного региона (~ 3 Бк/л), обусловленный глобальным источником.

Таблица 2.15

Объемная активность трития в осадках в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2007 г., Бк/л

| Месяц | Аргаяш, 25 км на Ю | Новогорный, 7 км на Ю | Касли, 22 км на С |
|----------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| Январь | 9,1±0,8 | 52,2±1,8 | 7,2±0,8 |
| Февраль | 6,2±0,8 | 167,1±3,9 | 4,9±0,8 |
| Март | - | 18,5±1,1 | - |
| Апрель | 18,9±1,1 | 88,7±2,5 | 5,8±0,8 |
| Май | 9,7±0,9 | 52,2±1,8 | 7,9±0,9 |
| Июнь | 12,6±1,0 | 53,0±1,8 | 6,2±0,8 |
| Июль | 20,0±1,2 | 66,9±2,1 | 18,4±1,1 |
| Август | 25,6±1,3 | 40,6±1,4 | 5,3±0,8 |
| Сентябрь | 5,6±0,8 | 87,3±2,3 | 56,2±1,8 |
| Октябрь | 22,3±1,2 | 90,7±2,3 | 9,7±0,9 |
| Ноябрь | 12,5±1,0 | 36,3±1,5 | 58,0±1,8 |
| Декабрь | 31,7±1,4 | 103,0±2,5 | 20,4±1,2 |
| Среднее за год | 15,8 | 71,4 | 18,2 |

Примечание: - - проба не поступала.

Снежный покров, растительность, почва

В марте в ЗН ПО «Маяк» Уральским УГМС в 10 пунктах были отобраны пробы снега, а в августе в тех же пунктах – пробы растительности (трава). Результаты анализа этих проб на содержание $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs приведены в табл. 2.16 [12].

Таблица 2.16

**Содержание $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в пробах снега и растительности в зоне наблюдения ПО «Маяк»
(данные Уральского УГМС)**

| Пункт отбора проб | Снег, Бк/м ² (14.03.2007) | | | | Растительность, Бк/кг (28.08.2007) | | | |
|----------------------------|---|---------|-------------------|---------|---------------------------------------|---------|-------------------|---------|
| | $\Sigma\beta$ | | ^{137}Cs | | $\Sigma\beta$ | | ^{137}Cs | |
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Ибрагимово | 9,44 | 12,03 | 1,33 | 1,55 | 358,3 | 318,5 | 6,49 | 3,30 |
| Касли | 18,01 | 33,00 | 1,33 | 2,34 | 419,4 | 324,3 | 3,44 | 5,44 |
| Кыштым | 17,37 | 10,32 | 2,25 | 0,77 | 354,6 | 415,7 | 6,06 | 2,08 |
| ЛЭП-60 | 17,59 | 17,25 | 3,54 | 1,02 | 467,6 | 298,2 | 2,47 | 2,71 |
| Малый Куяш | 21,63 | 12,80 | 2,15 | 1,56 | 554,9 | 516,7 | 4,99 | 2,69 |
| Метлино | 24,42 | 26,40 | 1,98 | 3,48 | 344,0 | 352,8 | 3,41 | 3,29 |
| Новая Теча | 19,44 | 17,08 | 2,44 | 1,86 | 335,8 | 393,2 | 3,43 | 4,26 |
| Новогорный | 28,88 | 29,78 | 6,61 | 2,30 | 510,1 | 641,8 | 44,24 | 55,94 |
| Татыш | 15,59 | 13,17 | 2,10 | 2,47 | 601,2 | 405,9 | 9,68 | 5,19 |
| Худайбердинский | 24,37 | 12,52 | 3,52 | 2,93 | 309,2 | 381,3 | 4,78 | 3,74 |
| Среднее по зоне наблюдения | 19,67 | 18,44 | 2,73 | 2,03 | 425,5 | 404,8 | 8,90 | 8,86 |

Усредненная по зоне наблюдения плотность загрязнения снежного покрова (см. табл. 2.16) [12] суммой β -активных радионуклидов в 2007 г., по сравнению с 2006 г., увеличилась незначительно, а ^{137}Cs – увеличилась в 1,3 раза. Наибольшее загрязнение снега $\Sigma\beta$ (28,9 Бк/м²) и ^{137}Cs (6,61 Бк/м²), превышающие соответствующие средние значения по зоне наблюдения в 1,5 и 2,4 раза, наблюдалось в п. Новогорный.

Наибольшая удельная активность $\Sigma\beta$ (601,2 Бк/кг) в растительности (см. табл. 2.16) в 2007 г. [12] наблюдалась в п. Татыш, а ^{137}Cs (44,24 Бк/кг) – в п. Новогорный, что соответственно в 1,4 и 5 раз выше средних значений по зоне наблюдения. Усредненное по зоне наблюдения содержание $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в растительности осталось практически на уровне 2006 г.

Результаты мониторинга содержания радионуклидов в почве в СЗЗ и ЗН по данным ЦЗЛ ПО «Маяк» [8] представлены в табл. 2.17. Из табл. 2.17 видно, что уровни загрязнения почвы ^{137}Cs , ^{90}Sr и изотопами плутония изменяются в широком диапазоне. Величина плотности загрязнения почвы в населенных пунктах зоны наблюдения не превышала: по ^{90}Sr – 60 кБк/м², по ^{137}Cs – 70 кБк/м², по плутонию – 3,3 кБк/м². В среднем, уровни загрязнения почвы ^{137}Cs и ^{90}Sr в ЗН ПО «Маяк» превышают глобальные уровни на порядок величины и более. Высокие уровни загрязнения почвы радионуклидами обусловлены упомянутыми радиационными авариями 1957 и 1967 гг.

Таблица 2.17

**Плотность загрязнения почвы основными дозообразующими радионуклидами в зоне влияния ПО «Маяк» в 2007 г., кБк/м²
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

| Пункт контроля | ^{90}Sr | ^{137}Cs | Pu* |
|---------------------------------------|------------------|-------------------|-----|
| по границам санитарно-защитной зоны | | | |
| В пределах городской черты г. Озерска | 10 | 25 | 1,6 |
| | 12 | 10 | 2,0 |
| | 12 | 28 | 3,0 |
| | 13 | 37 | 2,2 |
| | 10 | 88 | 2,9 |
| По южной границе | 16 | 110 | 2,4 |
| | 19 | 95 | 2,6 |
| | 12 | 37 | 3,3 |
| | 30 | 60 | 0,7 |
| | 22 | 100 | 1,5 |
| | 13 | 56 | 1,5 |
| | 14 | 15 | 3,7 |

Продолжение табл. 2.17

| | | | |
|--|------|------|------|
| У водоема 11 – ПБК | 170 | 209 | 1,6 |
| | 10 | 18 | 0,6 |
| | 216 | 425 | 1,5 |
| У водоема 11 - ЛБК | 89 | 290 | 2,8 |
| | 39 | 108 | 1,2 |
| По восточной границе | 80 | 110 | 0,8 |
| | 20 | 50 | 3,3 |
| | 68 | 140 | 1,9 |
| | 190 | 430 | 3,6 |
| зона наблюдения | | | |
| г. Озерск | 16 | 11 | 2,3 |
| г. Озерск, пос. №2 | 14 | 10 | 3,3 |
| п. Метлино | 10 | 17 | 2,6 |
| п. Новогорный | 23 | 67 | 1,8 |
| г. Касли | 18 | 25 | 1,4 |
| п. Красный партизан | 12 | 17 | 1,8 |
| п. Б. Куяш | 26 | 26 | 2,4 |
| д. Т. Караболка | 13 | 6,4 | 1,7 |
| с. Сарькульмяк | 60 | 70 | 1,0 |
| п. Башакуль | 23 | 55 | 2,0 |
| с. Калининское | 7,0 | 15 | 2,4 |
| п. Худайбердинский | 13 | 30 | 2,3 |
| п. Аргаяш | 15 | 15 | 1,8 |
| г. Кыштым | 8,4 | 6,1 | 0,8 |
| п. Слодуродник | 5,8 | 6,0 | 0,8 |
| Среднее по зоне наблюдения | 17,6 | 25,1 | 1,9 |
| зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк» | | | |
| с. Бузлы (ВУРС) | 11 | 2,4 | 1,4 |
| с. Багаряк (ВУРС) | 13 | 3,0 | 1,8 |
| с. Муслумово (р. Теча) | 19 | 20 | 1,5 |
| с. Щелкун (ВУРС) | 8,2 | 4,0 | 1,0 |
| п. Кунашак (след 1967 г.) | 7,9 | 25 | 0,9 |
| Среднее по зоне аварийного загрязнения территории | 11,8 | 10,9 | 1,3 |
| зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк» | | | |
| г. В. Уфалей | 7,1 | 4,4 | 0,6 |
| Глобальный уровень | 1,3 | 2,2 | 0,11 |

Примечание: * – сумма нуклидов плутония.

В населенных пунктах зоны наблюдения ЦЗЛ ПО «Маяк» регулярно проводится контроль за уровнями радиоактивного загрязнения производимой в частном секторе сельскохозяйственной продукции (молоко, картофель), результаты которого представлены в табл. 2.18 [8]. Содержание радионуклидов (^{90}Sr , ^{137}Cs) в основных продуктах питания местного производства (частный сектор) не превышают допустимых уровней удельной активности, установленных Санитарными правилами и нормами [15].

Радиационный фон на местности

Среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2007 г. по данным Уральского УГМС [12] находились в пределах 10–13 мкР/ч (при среднем значении 11 мкР/ч) и не отличались от данных за 2006 г. и естественного γ -фона для Уральского региона. По данным [8] МЭД в ЗН ПО «Маяк» также соответствовала уровню естественного γ -фона, изменяясь в диапазоне 9–14 мкР/ч. Индивидуальная эффективная доза, обусловленная сложившейся радиационной обстановкой в районе расположения ПО «Маяк», в 2007 г. составляла от 0,06 до 0,25 мЗв/год [8].

Удельная активность радионуклидов в продуктах питания, произведенных в зоне наблюдения (частный сектор) ПО «Маяк» в 2007 г., Бк/кг (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

| Пункт контроля | Молоко | | Картофель | |
|------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | ⁹⁰ Sr | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr | ¹³⁷ Cs |
| п. Метлино | 0,3 | 0,2 | 1,2 | 1,6 |
| п. Новогорный | 1,4 | 0,8 | 1,2 | 2,0 |
| г. Озерск, пос. №2 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 3,5 |
| г. Касли | 0,2 | 0,2 | 1,9 | 1,8 |
| п. Красный партизан | 0,2 | 0,3 | 0,6 | 2,0 |
| п. Б. Куяш | 0,6 | 0,2 | 0,6 | 1,4 |
| с. Татарская Караболка | 1,4 | 0,8 | 1,0 | 2,4 |
| с. Сарыкульмяк | 1,1 | 0,7 | 2,1 | 2,5 |
| п. Башакуль | 0,6 | 1,1 | 0,9 | 3,7 |
| п. Худайбердинский | 1,1 | 0,7 | 1,5 | 2,6 |
| п. Аргаяш | 0,1 | 0,2 | 0,7 | 1,8 |
| г. Кыштым | 0,5 | 0,3 | 1,1 | 1,6 |
| с. Бузли | 0,1 | 0,4 | 0,8 | 1,5 |
| с. Багаряк | 0,6 | 1,7 | 1,2 | 1,5 |
| с. Муслумово | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 4,5 |
| СанПиН [15] | 25 | 100 | 40 | 120 |

Подводя итоги, можно сказать, что в 2007 г. радиационная обстановка в 100-км зоне ПО «Маяк» продолжает оставаться сложной. Содержание ⁹⁰Sr и ³H в воде исследуемых рек уменьшилось по сравнению с 2006 г., но значительно превышало фоновые уровни. Объемная активность ⁹⁰Sr в воде р. Течи (п. Муслумово) на три порядка превышала региональный фоновый уровень и была в 1,5 раза выше уровня вмешательства для питьевой воды по НРБ-99; объемная активность ¹³⁷Cs и трития была на один – два порядка ниже УВ.

Среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs и изотопов плутония в приземной атмосфере п. Новогорный, расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк» (7 км), в 2007 г. также уменьшились в 1,7–2,9 раза, но по-прежнему превышали фоновые уровни: объемная активность ¹³⁷Cs в п. Новогорный в 38 раз превышала средневзвешенную объемную активность по РФ, а объемная активность ⁹⁰Sr – в 67 раз. Наблюдаемые уровни загрязнения приземной атмосферы на четыре – пять порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99.

Годовые выпадения техногенных радионуклидов в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» заметно превышали фоновые для Уральского региона: по ⁹⁰Sr – в 4 раза, по ¹³⁷Cs – в 8 раз. Содержание трития в осадках было выше, чем в 2006 г., и в 29 раз превышало среднее значение по территории РФ. Наибольшее загрязнение осадков наблюдалось, как и в предыдущие годы, в ближайшем к ПО «Маяк» п. Новогорный.

Наблюдается загрязнение подземных вод радионуклидами и расширение ареала загрязнения.

2.3. Горно-химический комбинат

На территории Красноярского края основным источником радиоактивного загрязнения природной среды является Горно-химический комбинат (ГХК), расположенный на правом берегу р. Енисей в 9 км от г. Железногорска и в 60 км ниже по течению реки от г. Красноярска. ГХК занимает площадь около 360 км² вдоль берега реки. Площадь промплощадки с СЗЗ составляет 56 км²

[16]. СЗЗ комбината вытянута вдоль правого берега реки и имеет форму, представленную на рис. 2.3.

В 30-км зоне наблюдения комбината проживает около 150 тыс. человек. Основная часть населения (примерно 130 тыс. человек) проживает в промышленных городах Железногорске и Сосноборске. Остальные населенные пункты 30-км зоны расположены, в основном, на левом берегу р. Енисей и представляют, в большинстве случаев, сельскохозяйственные отделения подсобных хозяйств. Ближайшими к комбинату населенными пунктами являются: с. Атаманово с населением ~ 2440 человек (расположено на границе СЗЗ (рис. 2.3) на левом берегу р. Енисей в 1 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод комбината) и д. Большой Бальчуг с населением 200 человек (расположена на правом берегу р. Енисей в 11 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод) [17].

Комбинат создавался исключительно для наработки оружейного плутония. В его состав входят реакторный и радиохимический заводы, цех хранения отработавших тепловыделяющих сборок, цех по переработке радиоактивных отходов, комплекс очистных сооружений по обращению с радиоактивными отходами. Реакторное и радиохимическое производства составляют основу комбината и являются основными источниками загрязнения природной среды за счет газоаэрозольных выбросов и водных сбросов, содержащих радионуклиды. Помимо выработки тепловой и электрической энергии, на комбинате производится продукция гражданского назначения (монокристаллический кремний, электроды, медицинские препараты и др.).

Основные производства комбината размещены на правом берегу р. Енисей по обе стороны р. Шумихи (рис. 2.3) в скальных выработках в глубине горного массива, часть объектов, связанных с переработкой, хранением и захоронением радиоактивных отходов, – на поверхности.

В 1992 г. на ГХК были остановлены для последующего вывода из эксплуатации два прямоточных реактора АД и АДЭ-1. В настоящее время на ГХК работает один двухцелевой промышленный уран-графитовый реактор АДЭ-2 для производства тепла и электроэнергии [18], имеющий замкнутый контур и работающий в энергетическом режиме с момента сдачи в эксплуатацию в 1964 г. В соответствии с Соглашением между Правительствами России и США о сотрудничестве в отношении реакторов, производящих плутоний, АДЭ-2 должен быть остановлен после создания замещающих энергетических мощностей.

Радиохимический завод введен в эксплуатацию в 1964 г. и предназначен для выделения оружейного плутония из облученного в реакторах урана. Образующиеся при переработке облученного урана жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) хранятся в специальных емкостях из нержавеющей стали, часть отходов закачивается на подземное захоронение на полигон «Северный». Радиохимический завод после остановки реактора АДЭ-2 должен переработать весь облученный уран и закончить переработку и утилизацию всех накопленных за период более чем сорокапятилетней эксплуатации жидких высокоактивных и среднеактивных отходов и пульп с переводом нерастворимых осадков в формы, пригодные для захоронения.

Очистные сооружения комбината введены в эксплуатацию в 1958 г. и предназначены для очистки жидких низкоактивных сбросов реакторного и радиохимического заводов, газоаэрозольных

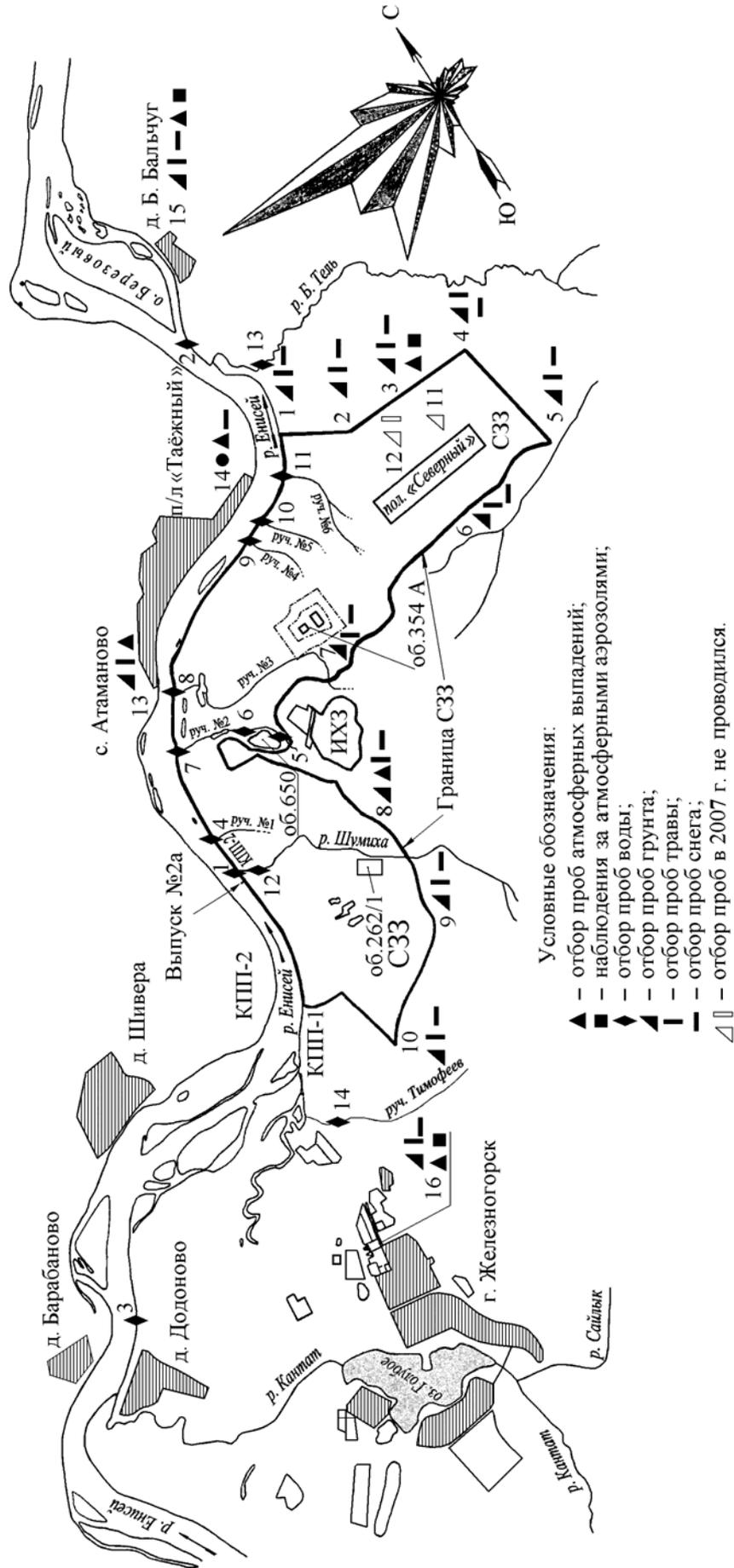


Рис. 2.3. Карта-схема расположения пунктов радиометрического контроля в районе ГХК

выбросов реакторного завода, утилизации и захоронения всех видов отходов. Очищенные до нормативных требований жидкие нетехнологические воды сбрасываются в р. Енисей. ЖРО различной активности захораниваются на полигоне «Северный». Твердые радиоактивные отходы помещаются в специальные грунтовые и бетонные хранилища. Газовые и аэрозольные выбросы после очистки удаляются в атмосферу.

Полигон «Северный» расположен на правом берегу р. Енисей на высокой (100 м) террасе (водораздел рек Енисей и Большая Тель) в 2–3 км от комбината вниз по течению реки в сторону д. Большой Бальчуг (рис. 2.3). Границы полигона удалены на расстояние 2,5–4 км от основных водных артерий. Суммарная площадь горного отвода под полигон составляет примерно 45 км². ЖРО ядерных реакторов и радиохимического производства подаются на полигон по магистральному трубопроводу длиной 15 км и закачиваются в геологические формации – подземные горизонты на глубину 130–220 м и 400–500 м, изолированные от водоносных горизонтов и дневной поверхности. При этом производится одновременная откачка пластовых подземных вод и контроль степени их чистоты [19].

Запланированный ранее завод РТ-2 по переработке отработавшего ядерного топлива с атомных электростанций окончательно не построен [16]. Первая очередь завода – комплекс хранилища ОЯТ (хранилище «мокрого» типа для ОЯТ промышленных реакторов и реакторов типа ВВЭР-1000 [18]) со вспомогательными зданиями и сооружениями принят в эксплуатацию в 1985 г. Емкость хранилища составляет 6 тыс. тонн. Поступающее с АЭС России, Украины и Болгарии отработавшее ядерное топливо пока только складывается в хранилище комбината. В настоящее время на территории ГХК строится хранилище ОЯТ «сухого» типа на 33 тыс. тонн для ОЯТ реакторов типа ВВЭР-1000 и РБМК-1000 [18].

За время деятельности ГХК, связанной с эксплуатацией реакторного и радиохимического заводов, часть территорий СЗЗ и ЗН загрязнены радионуклидами. По состоянию на 01.01.2008 площади фактически загрязненных участков составили 4,011 км², из них в зоне наблюдения 0,055 км² [1]. Подробные данные о загрязнении территории ГХК приведены в Приложении 1.

Основными источниками поступления радионуклидов в окружающую среду на ГХК являются газоаэрозольные выбросы в атмосферу и жидкие сбросы реакторного и радиохимического производств, а также ветровой вынос радионуклидов с поверхности открытых бассейнов-хранилищ радиоактивных отходов, расположенных на промплощадке комбината. Согласно [17], в 2007 г. все производства на ГХК работали в регламентном технологическом режиме, что обеспечивало соблюдение установленных Минприроды России норм по выбросам и сбросам радионуклидов.

Газоаэрозольные выбросы перед выбросом в атмосферу подвергаются очистке на очистных сооружениях комбината. По данным [1], представленным в табл. 2.19, в 2007 г. годовые выбросы в атмосферу отдельных радионуклидов на ГХК составляли от 0,67 % (для ⁵⁴Mn и суммы нуклидов европия) до 54,5 % (для ⁹⁵Zr+⁹⁵Nb) от величины допустимых выбросов. Выбросы ⁵¹Cr, ⁶⁵Zn, ⁵⁴Mn, ⁶⁰Co уменьшились в 2,2–4,3 раза, ^{141,144}Ce и ⁹⁵Zr+⁹⁵Nb – увеличились в 3,8 и 4,1 раза соответственно, выбросы остальных радионуклидов изменились незначительно.

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ГХК, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ^{32}P | $5,60 \cdot 10^{11}$ | $2,66 \cdot 10^{10}$ | $3,08 \cdot 10^{10}$ | $- 4,20 \cdot 10^9$ |
| ^{46}Sc | $1,00 \cdot 10^7$ | $4,00 \cdot 10^6$ | $5,00 \cdot 10^6$ | $- 1,00 \cdot 10^6$ |
| ^{51}Cr | $4,30 \cdot 10^{10}$ | $5,53 \cdot 10^8$ | $1,20 \cdot 10^9$ | $- 6,47 \cdot 10^8$ |
| ^{54}Mn | $3,00 \cdot 10^8$ | $2,00 \cdot 10^6$ | $8,00 \cdot 10^6$ | $- 6,00 \cdot 10^6$ |
| ^{59}Fe | $1,00 \cdot 10^8$ | $6,00 \cdot 10^6$ | $5,00 \cdot 10^6$ | $+ 1,00 \cdot 10^6$ |
| ^{58}Co | $3,06 \cdot 10^9$ | $2,10 \cdot 10^7$ | $4,10 \cdot 10^7$ | $- 2,00 \cdot 10^7$ |
| ^{60}Co | $3,08 \cdot 10^9$ | $5,00 \cdot 10^7$ | $2,15 \cdot 10^8$ | $- 1,65 \cdot 10^8$ |
| ^{65}Zn | $5,00 \cdot 10^8$ | $1,90 \cdot 10^7$ | $4,10 \cdot 10^7$ | $- 2,20 \cdot 10^7$ |
| ^{90}Sr | $2,67 \cdot 10^{10}$ | $5,80 \cdot 10^8$ | $4,78 \cdot 10^8$ | $+ 1,02 \cdot 10^8$ |
| $^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$ | $2,20 \cdot 10^9$ | $1,20 \cdot 10^9$ | $2,90 \cdot 10^8$ | $+ 9,10 \cdot 10^8$ |
| $^{103}, ^{106}\text{Ru}$ | $8,28 \cdot 10^{10}$ | $7,53 \cdot 10^8$ | $4,75 \cdot 10^8$ | $+ 2,78 \cdot 10^8$ |
| сумма нуклидов I | $1,56 \cdot 10^{10}$ | $4,88 \cdot 10^8$ | $6,34 \cdot 10^8$ | $- 1,46 \cdot 10^8$ |
| ^{134}Cs | $7,20 \cdot 10^7$ | $9,00 \cdot 10^6$ | $9,00 \cdot 10^6$ | - |
| ^{137}Cs | $6,21 \cdot 10^9$ | $2,38 \cdot 10^8$ | $2,53 \cdot 10^8$ | $- 1,50 \cdot 10^7$ |
| $^{140}\text{Ba} + ^{140}\text{La}$ | $5,00 \cdot 10^8$ | $1,30 \cdot 10^7$ | $1,00 \cdot 10^7$ | $+ 3,00 \cdot 10^6$ |
| $^{141}, ^{144}\text{Ce}$ | $7,12 \cdot 10^{10}$ | $2,71 \cdot 10^9$ | $7,10 \cdot 10^8$ | $+ 2,00 \cdot 10^9$ |
| сумма нуклидов Eu | $3,00 \cdot 10^8$ | $2,00 \cdot 10^6$ | $2,00 \cdot 10^6$ | - |
| сумма нуклидов Pu | $1,39 \cdot 10^9$ | $3,00 \cdot 10^7$ | $2,00 \cdot 10^7$ | $+ 1,00 \cdot 10^7$ |
| сумма ИРГ | $7,53 \cdot 10^{15}$ | $1,89 \cdot 10^{15}$ | $1,79 \cdot 10^{15}$ | $+ 1,00 \cdot 10^{14}$ |

Зона наблюдения комбината имеет радиус 20 км вокруг места расположения основного источника выбросов (объект 262/1, см. рис. 2.3) и 1000 км поймы р. Енисей вниз по течению реки от места сброса сточных вод [17]. Работавшие до 1992 г. прямочные реакторы АД и АДЭ-1 за период эксплуатации (с 1958 г. и 1961 г., соответственно) являлись в течение более 40 лет основными источниками поступления радионуклидов в р. Енисей. В настоящее время в р. Енисей сбрасываются воды охлаждения каналов СУЗ энергетического реактора АДЭ-2, а также трапные воды реакторного и радиохимического производств. По сравнению с 1991 г. сброс в р. Енисей радионуклидов значительно снижен и с 1993 г. осуществляется после бассейна выдержки, построенного для снижения активности среднеживущих радионуклидов. Однако последствия сброса загрязненных стоков, произведенных до 1992 г., прослеживаются на всем протяжении р. Енисей. Многолетние сбросы долгоживущих радионуклидов обусловили загрязнение ими донных отложений и почвы пойменных участков реки. Прекращение прямых сбросов мало повлияло на содержание долгоживущих радионуклидов в речных донных отложениях и почве поймы, в которых сосредоточена существенная часть радиоактивности. Тем не менее, с 1992 г. использование только одного энергетического реактора и бассейна выдержки привело к значительному снижению концентрации радионуклидов в воде р. Енисей, а также в водной растительности и рыбе [16].

Сбросы всех радионуклидов в р. Енисей в 2007 г., представленные в табл. 2.20, не превышали установленных нормативов и находились в пределах от 0,2 % (^{124}Sb) до 48 % (^{64}Cu) от допустимых сбросов [1]. Сбросы ^{90}Sr , ^{144}Ce , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{106}Ru в 2007 г. увеличились в 1,7–8,6 раза. Годовые сбросы ^{58}Co уменьшились в 2 раза, ^{54}Mn и ^{140}Ba – в 1,5 раза. Сброс остальных радионуклидов увеличился или уменьшился незначительно. Основной вклад в объемную активность смеси сбрасываемых в р. Енисей радионуклидов вносили ^{24}Na с периодом полураспада 15 часов, ^{32}P с периодом полураспада 14,3 суток и ^{239}Np с периодом полураспада 2,36 суток.

Сбросы радионуклидов со сточными водами ГХК в открытую гидрографическую сеть, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый сброс | Фактический сброс | | Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ²⁴ Na | $1,85 \cdot 10^{14}$ | $6,10 \cdot 10^{13}$ | $5,86 \cdot 10^{13}$ | $+ 2,40 \cdot 10^{12}$ |
| ³² P | $2,22 \cdot 10^{13}$ | $8,41 \cdot 10^{12}$ | $1,10 \cdot 10^{13}$ | $- 2,59 \cdot 10^{12}$ |
| ⁴⁶ Sc | $3,7 \cdot 10^{11}$ | $5,64 \cdot 10^{10}$ | $5,24 \cdot 10^{10}$ | $+ 4,00 \cdot 10^9$ |
| ⁵¹ Cr | $1,48 \cdot 10^{13}$ | $9,14 \cdot 10^{11}$ | $1,06 \cdot 10^{12}$ | $- 1,46 \cdot 10^{11}$ |
| ⁵⁴ Mn | $1,48 \cdot 10^{11}$ | $2,68 \cdot 10^9$ | $3,98 \cdot 10^9$ | $- 1,30 \cdot 10^9$ |
| ⁵⁸ Co | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $7,66 \cdot 10^9$ | $1,55 \cdot 10^{10}$ | $- 7,84 \cdot 10^9$ |
| ⁵⁹ Fe | $1,85 \cdot 10^{11}$ | $3,97 \cdot 10^{10}$ | $3,72 \cdot 10^{10}$ | $+ 2,50 \cdot 10^9$ |
| ⁶⁰ Co | $3,74 \cdot 10^{11}$ | $3,83 \cdot 10^{10}$ | $5,11 \cdot 10^{10}$ | $- 1,28 \cdot 10^{10}$ |
| ⁶⁴ Cu | $5,55 \cdot 10^{12}$ | $2,68 \cdot 10^{12}$ | $2,21 \cdot 10^{12}$ | $+ 4,70 \cdot 10^{11}$ |
| ⁶⁵ Zn | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $2,53 \cdot 10^{10}$ | $3,48 \cdot 10^{10}$ | $- 9,50 \cdot 10^9$ |
| ⁷⁶ As | $5,55 \cdot 10^{12}$ | $6,62 \cdot 10^{11}$ | $5,33 \cdot 10^{11}$ | $+ 1,29 \cdot 10^{11}$ |
| ⁹⁰ Sr | $8,14 \cdot 10^{10}$ | $1,57 \cdot 10^{10}$ | $9,44 \cdot 10^9$ | $+ 6,26 \cdot 10^9$ |
| ⁹⁵ Zr | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $7,30 \cdot 10^9$ | $6,84 \cdot 10^9$ | $+ 4,60 \cdot 10^8$ |
| ⁹⁵ Nb | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $9,05 \cdot 10^9$ | $7,47 \cdot 10^9$ | $+ 1,58 \cdot 10^9$ |
| ¹⁰³ Ru | $1,85 \cdot 10^{11}$ | $4,56 \cdot 10^9$ | $4,91 \cdot 10^9$ | $- 3,50 \cdot 10^8$ |
| ¹⁰⁶ Ru | $3,89 \cdot 10^{11}$ | $2,35 \cdot 10^{10}$ | $2,74 \cdot 10^9$ | $+ 2,08 \cdot 10^{10}$ |
| ¹²⁴ Sb | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $7,46 \cdot 10^8$ | $7,82 \cdot 10^8$ | $- 3,60 \cdot 10^7$ |
| ¹³¹ I | $5,55 \cdot 10^{11}$ | $2,72 \cdot 10^{10}$ | $3,23 \cdot 10^{10}$ | $- 5,10 \cdot 10^9$ |
| ¹³⁴ Cs | $2,96 \cdot 10^{10}$ | $2,31 \cdot 10^9$ | $7,82 \cdot 10^8$ | $+ 1,53 \cdot 10^9$ |
| ¹³⁷ Cs | $1,15 \cdot 10^{11}$ | $5,08 \cdot 10^{10}$ | $1,52 \cdot 10^{10}$ | $+ 3,56 \cdot 10^{10}$ |
| ¹⁴⁰ Ba | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $2,26 \cdot 10^{10}$ | $3,45 \cdot 10^{10}$ | $- 1,19 \cdot 10^{10}$ |
| ¹⁴¹ Ce | $1,85 \cdot 10^{11}$ | $7,74 \cdot 10^9$ | $1,00 \cdot 10^{10}$ | $- 2,26 \cdot 10^9$ |
| ¹⁴⁴ Ce | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $2,78 \cdot 10^{10}$ | $1,52 \cdot 10^{10}$ | $+ 1,26 \cdot 10^{10}$ |
| ¹⁵² Eu | $1,85 \cdot 10^{11}$ | $6,57 \cdot 10^9$ | $6,53 \cdot 10^9$ | $+ 4,00 \cdot 10^7$ |
| ¹⁵⁴ Eu | $3,70 \cdot 10^{10}$ | $7,46 \cdot 10^8$ | $7,84 \cdot 10^8$ | $- 3,80 \cdot 10^7$ |
| ²³⁹ Np | $7,40 \cdot 10^{12}$ | $2,22 \cdot 10^{12}$ | $2,83 \cdot 10^{12}$ | $- 6,10 \cdot 10^{11}$ |

Радиационный мониторинг объектов природной среды в СЗЗ и ЗН комбината осуществляется Радиоэкологическим центром ГХК [17]. В 2007 г. Радиоэкологическим центром ГХК контролировались следующие параметры, характеризующие радиационную обстановку в СЗЗ и ЗН (см. рис. 2.3):

- объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха на трех стационарных пунктах наблюдения, расположенных на расстоянии до 15 км от основного источника выбросов (объект 262/1) с учетом розы ветров. Пробы отбирались непрерывно с помощью ВФУ производительностью 300 м³/ч на фильтры из ткани ФПП-15-1,7 с экспозицией 6–9 суток;
- радиоактивность атмосферных выпадений в четырех пунктах, расположенных в радиусе до 15 км от ГХК (один – в СЗЗ, три – в ЗН), и в двух фоновых точках на расстоянии около 70 км (п. Емельяново и д. Сухая). Пробы отбирались с экспозицией 6–9 суток (в фоновых точках – с экспозицией один месяц) с помощью металлических кювет площадью 0,25 м² и высотой бортиков 10 см, на дно которых выстилался марлевый планшет. В каждом пункте контроля размещалось по две кюветы;
- содержание радионуклидов в почве и растительности в 15 пунктах, два из которых фоновые;
- содержание радионуклидов в снеге в 15 точках, две из которых фоновые;
- объемная активность радионуклидов в воде р. Енисей (в двух створах у правого берега) и в ручьях, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии спецканализации;
- мощность эквивалентной дозы внешнего γ -излучения во время маршрутных обследований,

а также с помощью системы АСКРО ГХК, состоящей из 10 постов контроля, размещенных на расстоянии от 4 до 28 км от источника выбросов с учетом расположения населенных пунктов; измерения производились с экспозицией 512 с (~ 9 мин), сбор данных осуществлялся 4 раза в сутки (каждые 6 ч).

Суммарная β -активность проб природной среды измерялась на радиометрах КРК-1. Содержание γ -излучающих нуклидов измерялось на полупроводниковом γ -спектрометре. Содержание $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{90}Sr определялось радиохимическими методами. Для измерения мощности дозы γ -излучения на местности использовался дозиметр-радиометр МКСМ-АТ1117М.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг ГХК проводятся Среднесибирским УГМС [16]. В 2007 г. Среднесибирское УГМС проводило наблюдения:

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы в четырех пунктах контроля (рис. 2.4) путем непрерывного ежесуточного отбора проб с помощью ВФУ с расходом $4800 \text{ м}^3/\text{час}$ на фильтр ФПП-15-1,5 или РФМ-1,7;
- за радиоактивностью атмосферных выпадений в семи пунктах (рис. 2.4) с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией;
- за содержанием радионуклидов в почве и снеге во время маршрутных обследований (рис. 2.5) в пунктах, расположенных в разных направлениях от комбината в радиусе до 30 км;

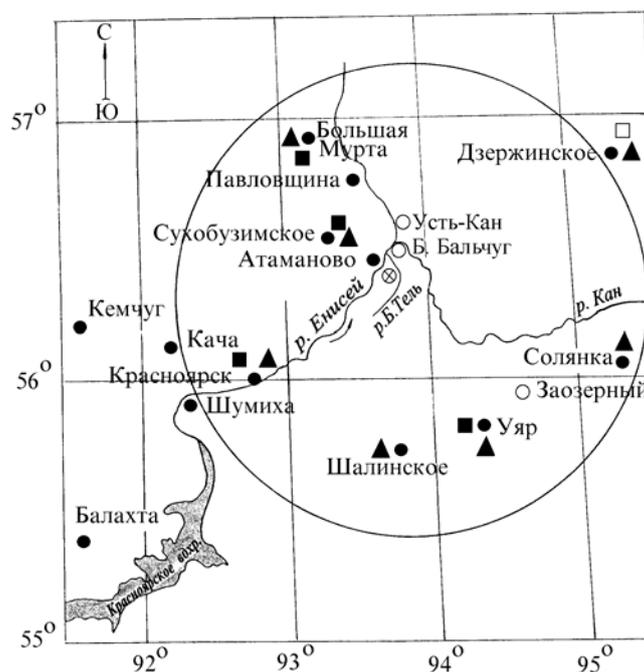


Рис. 2.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ГХК:

- * – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- □ – планируемые наблюдения.



Рис. 2.5. Маршруты экспедиционных обследований территории ближней зоны ГХК

- за объемной активностью радионуклидов в воде р. Енисей и других рек 100-км зоны;
- за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения на 11 метеостанциях (4 раза в сутки) и двух гидропостах (2 раза в сутки), а также при проведении маршрутной γ -съемки по шести маршрутам и двум населенным пунктам.

Измерения активности $\Sigma\beta$ в пробах производились на универсальных радиометрах РУБ-01П5 и РУБ-01П с детектором БДЖБ-05П1, γ -спектрометрический анализ – на радиометре-спектрометре РСУ-01 «Сигнал». Содержание ^{90}Sr в пробах определялось региональной радиометрической лабораторией Западно-Сибирского УГМС радиохимическим методом с последующим измерением на малофоновой установке РТ-10. Измерение мощности дозы γ -излучения проводились радиометрами-рентгенометрами ДП-5 (А, Б, В).

Приземная атмосфера

В табл. 2.21 приведены среднemesячные и максимальные суточные значения объемной активности $\Sigma\beta$ в атмосферном воздухе, полученные по результатам анализов недельных [17] и суточных проб [16].

Из табл. 2.21 видно, что объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном воздухе уменьшается с увеличением расстояния от ГХК. Объемная активность суммы β -излучающих радионуклидов в СЗЗ и ЗН ГХК в 2007 г. снизилась в 1,3–1,7 раза по сравнению с 2006 г. и была примерно в 3,5 раз выше, чем в г. Красноярске (опытное поле). Наибольшее содержание $\Sigma\beta$ в приземном воздухе СЗЗ [17] наблюдалось в июне, в ЗН – в марте. В пунктах 100-км зоны вокруг ГХК по данным Среднесибирского УГМС [16] среднemesячные значения объемных активностей $\Sigma\beta$ в воздухе изменялись в течение года в диапазоне от $7 \cdot 10^{-5}$ до $84 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовые значения в 100-км зоне также уменьшились

по сравнению с предыдущим годом в 1,1–1,8 раза. В п.п. Сухобузимское и Большая Мурта значения объемных активностей $\Sigma\beta$ в воздухе были почти в два раза выше, чем в п.п. Уяр и Красноярск. В г. Красноярске объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере находилась на уровне средневзвешенной по территории РФ объемной активности ($15,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Таблица 2.21

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) объемные активности $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения ГХК и в 100-км зоне вокруг ГХК в 2007 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Радиоэкологического центра [17] (рис. 2.3) и Среднесибирского УГМС [16] (рис. 2.4))

| Месяц | Размещение пунктов контроля относительно источника выбросов – объекта 262/1 | | | | | | | |
|----------|---|--|--|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------|
| | 10 км на северо-восток, граница СЗЗ, т. 3* | 15 км на северо-восток, д. Большой Бальчуг, ЗН, т. 15* | 9 км на юго-запад, г. Железнодорожск, ЗН, т. 16* | 60 км на юго-запад, г. Красноярск, опытное поле | 26 км на северо-запад, Сухобузимское | 67 км на северо-запад, Большая Мурта | 72 км на юго-восток, Уяр | |
| Январь | с | 75 | 65 | 63 | 23 | 84 | 77 | 21 |
| | м | 94 | 80 | 73 | 67 | 263 | 181 | 51 |
| Февраль | с | 59 | 64 | 66 | 24 | 20 | 65 | 15 |
| | м | 99 | 82 | 111 | 43 | 57 | 118 | 40 |
| Март | с | 79 | 66 | 76 | 15 | 17 | 43 | 12 |
| | м | 92 | 79 | 92 | 34 | 54 | 120 | 37 |
| Апрель | с | 48 | 44 | 47 | 14 | 19 | 22 | 12 |
| | м | 63 | 55 | 64 | 39 | 70 | 48 | 49 |
| Май | с | 50 | 51 | 50 | 12 | 17 | 14 | 8 |
| | м | 66 | 67 | 68 | 65 | 87 | 108 | 27 |
| Июнь | с | 131 | 35 | 31 | 10 | 16 | 13 | 10 |
| | м | 170 | 52 | 45 | 22 | 32 | 24 | 25 |
| Июль | с | 73 | 60 | 64 | 11 | 24 | 20 | 15 |
| | м | 119 | 73 | 100 | 18 | 64 | 45 | 43 |
| Август | с | 18 | 22 | 20 | 9 | 13 | 16 | 16 |
| | м | 24 | 40 | 23 | 21 | 37 | 33 | 45 |
| Сентябрь | с | 34 | 38 | 41 | 7 | 18 | 15 | 14 |
| | м | 54 | 58 | 53 | 22 | 115 | 62 | 64 |
| Октябрь | с | 42 | 42 | 37 | 8 | 10 | 9 | 7 |
| | м | 78 | 46 | 43 | 20 | 64 | 29 | 23 |
| Ноябрь | с | 38 | 41 | 48 | 16 | 26 | 20 | 13 |
| | м | 43 | 51 | 84 | 38 | 37 | 47 | 50 |
| Декабрь | с | 34 | 37 | 50 | 17 | 27 | 28 | 18 |
| | м | 41 | 48 | 58 | 38 | 116 | 96 | 55 |
| Среднее: | | | | | | | | |
| 2007 г. | | 57 | 47 | 49 | 14 | 24 | 28 | 13 |
| 2006 г. | | 79 | 81 | 66 | 16 | 43 | 31 | 14 |

Примечание: * – данные Радиоэкологического центра.

Максимальное среднесуточное значение объемной активности $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ГХК было зарегистрировано на станции Сухобузимское 19–20 января и составило $263 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом значении за предыдущий месяц $54 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В 2007 г. в 100-км зоне ГХК было зарегистрировано 4 случая пятикратного и более превышения объемной активности $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем предыдущего месяца [16]: в п. Сухобузимское 2–3 и 3–4 сентября ($115,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $90,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, соответственно, при фоновом значении $13,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в п. Уяр 2–3 и 16–17 ноября ($50,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $36,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, соответственно, при фоновом значении $6,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В результате γ -спектрометрического анализа проб повышенной активности ¹³⁷Cs был обнаружен в пробах из п. Сухобузимское, объемная активность которого составила, соответственно, $4,34 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $8,69 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом значении за второй квартал $0,03 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В пробах повышенной активности из п. Уяр были обнаружены только естественные радионуклиды.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей, отобранных Радиоэкологическим центром ГХК в СЗЗ и ЗН [17], представлены в табл. 2.22. Для сравнения в таблице приведены допустимые уровни содержания радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-99 [10].

Таблица 2.22

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на границе СЗЗ и в ЗН ГХК, 10^{-7} Бк/м³ (данные Радиоэкологического центра ГХК)

| Радионуклид | Размещение пунктов контроля относительно источника выбросов – объекта 262/1 (рис. 2.3) | | | | | | ДОО _{НАС.} по НРБ-99, Бк/м ³ |
|-----------------------|--|---------|---|---------|--|---------|--|
| | 10 км на северо-восток, граница СЗЗ, т. 3 | | 15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг ЗН, т. 15 | | 9 км на юго-запад, г. Железногорск ЗН, т. 16 | | |
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | |
| ⁶⁰ Co | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 11 |
| ⁹⁰ Sr | < 200 | 12* | < 200 | 8,8* | < 200 | 5,0* | 2,7 |
| ⁹⁵ Zr | 48 | < 20 | < 20 | < 20 | < 20 | < 20 | 23 |
| ⁹⁵ Nb | 290 | < 20 | < 20 | < 20 | < 20 | < 20 | 72 |
| ¹⁰³ Ru | < 20 | < 20 | < 20 | < 20 | < 20 | < 20 | 46 |
| ¹⁰⁶ Ru | 390 | < 20 | < 20 | < 20 | < 20 | < 20 | 4,4 |
| ¹³¹ I | < 200 | < 200 | < 200 | < 200 | < 200 | < 200 | 7,3 |
| ¹³⁷ Cs | 62 | 86 | 12 | 40 | 19 | 15 | 27 |
| ¹⁴⁰ Ba | < 400 | < 400 | < 400 | < 400 | < 400 | < 400 | 22 |
| ¹⁴¹ Ce | < 60 | < 60 | < 60 | < 60 | < 60 | < 60 | 33 |
| ¹⁴⁴ Ce | 300 | < 60 | < 60 | < 60 | < 60 | < 60 | 3,3 |
| ^{239,240} Pu | 2,3 | 1,3 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 1,0 | 0,0025 |
| Σα | 400 | 960 | 490 | 1120 | 650 | 890 | - |

Примечание: * – уточненные данные за 2006 г., поступившие в 2008 г.

Из табл. 2.22 видно, что в приземном слое воздуха в ЗН комбината объемная активность большинства радионуклидов (продуктов деления и нейтронной активации) ниже предела обнаружения используемой аппаратуры. Однако в СЗЗ в 2007 г. значительно увеличились объемные активности следующих радионуклидов: ⁹⁵Zr – в 2,4 раза, ⁹⁵Nb – в 15 раз, ¹⁰⁶Ru – в 20 раз, ¹⁴⁴Ce – в 5 раз. В СЗЗ и ЗН ГХК в приземном слое атмосферы в 2007 г. содержание α-активных радионуклидов по сравнению с 2006 г. снизилось в 1,4–2,4 раза, хотя содержание ^{239,240}Pu увеличилось до 2,2 раза. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs по сравнению с предыдущим годом в воздухе СЗЗ и ЗН в северо-восточном направлении уменьшилась в 1,4–3,3 раза, в юго-западном направлении – увеличилась в 1,3 раза и превышала средневзвешенную по РФ объемную активность: в СЗЗ – в 22 раза, в ЗН – в 4–17 раз. Однако, как видно из табл. 2.22, самые высокие из зарегистрированных объемных активностей радионуклидов были существенно ниже ДОО_{НАС.} по НРБ-99 [10].

В табл. 2.23 приведены данные радионуклидного анализа проб аэрозолей из 100-км зоны ГХК (рис. 2.4), проведенного НПО «Тайфун» и Западно-Сибирским УГМС [20]. Из табл. 2.23 видно, что среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы контролируемых пунктов в 2007 г. уменьшились по сравнению с 2006 г. в 1,1–2,5 раза и не превышали средневзвешенную объемную активность ¹³⁷Cs для территории Западной Сибири. Самая высокая среднеквартальная объемная активность ¹³⁷Cs наблюдалась в пробах, отобранных в третьем квартале в п. Сухобузимское ($3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), там же наблюдалась максимальная среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs ($3,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), однако, эти величины были значительно ниже допустимого критерия для данного радионуклида в воздухе по НРБ-99 (ДОО_{НАС.} = 27 Бк/м³) [10]. Из сравнения данных табл. 2.23 и 2.22

следует, что объемные активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на расстоянии от источника более 25 км в 4–62 раза ниже, чем в СЗЗ и ЗН.

Таблица 2.23

**Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы
в 100-км зоне вокруг ГХК в 2003–2007 гг., 10^{-7} Бк/м³
(данные НПО «Тайфун» и Западно-Сибирского УГМС)**

| Пункт наблюдения | Год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. | Среднее за год | Средневзвешенное по территории Западной Сибири |
|-------------------------------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|----------------|--|
| ^{137}Cs | | | | | | | |
| Б. Мурта | 2003 | 4,7 | 3,4 | 7,3 | 4,7 | 5,0 | 6,5 |
| | 2004 | 3,0 | 4,7 | 9,6 | 4,1 | 5,4 | 4,3 |
| | 2005 | 4,4 | 8,2 | н | 9,0 | 5,6 | 4,8 |
| | 2006 | н | 5,8 | 2,3 | 2,9 | 3,0 | 3,3 |
| | 2007 | 2,4 | 2,3 | 3,4 | 3,2 | 2,8 | 3,4* |
| Красноярск (опытное поле) | 2003 | н | н | 7,7 | 94,1 | 26,0 | 6,5 |
| | 2004 | н | 5,4 | н | 2,9 | 4,2 | 4,3 |
| | 2005 | 11,9 | 25,7 | н | н | 9,4 | 4,8 |
| | 2006 | н | 3,7 | 3,7 | 1,7 | 2,5 | 3,3 |
| | 2007 | 1,9 | 0,8 | 0,18 | 1,0 | 1,0 | 3,4* |
| Сухобузимское | 2003 | 1,9 | 11,4 | 8,0 | 3,7 | 6,3 | 6,5 |
| | 2004 | 2,7 | 10 | 16,3 | 2,5 | 7,9 | 4,3 |
| | 2005 | 2,2 | 13,5 | 8,3 | 6,3 | 7,6 | 4,8 |
| | 2006 | 9,3 | 5,2 | 2,5 | 2,2 | 4,8 | 3,3 |
| | 2007 | 3,2 | 3,2 | 3,6 | 2,1 | 3,0 | 3,4* |
| Уяр | 2003 | 2,1 | 6,2 | 5,7 | 3,7 | 4,4 | 6,5 |
| | 2004 | 1,5 | 3,0 | н | 1,9 | 1,6 | 4,3 |
| | 2005 | 5,3 | 9,8 | н | 6,6 | 5,7 | 4,8 |
| | 2006 | 5,0 | 2,8 | 1,1 | 1,5 | 2,6 | 3,3 |
| | 2007 | 1,5 | 1,0 | 2,5 | 1,1 | 1,5 | 3,4* |
| ^{90}Sr | | | | | | | |
| Б. Мурта | 2003 | 1,1 | 2,2 | 3,1 | 1,8 | 2,1 | 2,4 |
| | 2004 | 2,1 | 2,2 | 3,6 | 1,0 | 2,2 | 2,4 |
| | 2005 | 3,2 | 1,3 | 2,0 | 0,8 | 1,8 | 2,1 |
| | 2006 | 1,0 | 2,2 | 1,4 | 0,6 | 1,3 | 2,4 |
| | 2007 | 0,5 | 1,4 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 2,0 |
| Красноярск (опытное поле) | 2003 | 1,5 | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 2,4 |
| | 2004 | 1,4 | 2,2 | 1,2 | 1,5 | 1,6 | 2,4 |
| | 2005 | 1,4 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 2,1 |
| | 2006 | 0,7 | 1,3 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 2,4 |
| | 2007 | 2,2 | 1,5 | 0,9 | 2,2 | 1,7 | 2,0 |
| Сухобузимское | 2003 | 4,3 | 3,8 | 3,6 | 0,5 | 3,1 | 2,4 |
| | 2004 | 1,4 | 5,9 | 4,7 | 1,4 | 3,4 | 2,4 |
| | 2005 | 1,9 | 1,2 | 6,4 | 1,3 | 2,7 | 2,1 |
| | 2006 | 1,0 | 6,4 | 3,3 | 1,0 | 2,9 | 2,4 |
| | 2007 | 2,1 | 2,0 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Уяр | 2003 | 0,5 | 2,5 | 1,8 | 0,3 | 1,3 | 2,4 |
| | 2004 | 0,8 | 1,3 | 1,5 | 0,6 | 1,1 | 2,4 |
| | 2005 | 1,2 | 0,9 | 1,5 | 1,0 | 1,2 | 2,1 |
| | 2006 | 1,1 | 2,4 | 2,4 | 1,2 | 1,8 | 2,4 |
| | 2007 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 2,0 |

Примечание: н – ниже порога обнаружения;

* – см. раздел 1.1 табл. 1.3.

В 2007 г. в 100-км зоне ГХК среднегодовая объемная активность ^{90}Sr изменялась в пределах от $0,9 \cdot 10^{-7}$ до $2,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ при средневзвешенном значении по территории Западной Сибири $2,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. При этом содержание ^{90}Sr в приземном слое воздуха в п. Красноярск увеличилось в 1,4 раза, в п.п. Сухобузимское и Уяр – уменьшилось в 1,5 и 2 раза соответственно, в п. Большая Мурта – осталось примерно на уровне предыдущего года.

Радиоактивные выпадения

В 2007 г. Радиоэкологическим центром ГХК [17] осуществлялся контроль величины атмосферных выпадений радионуклидов с недельной (на территории СЗЗ и ЗН) и месячной (в пунктах контроля глобального фона) экспозицией, поэтому количественные результаты этих измерений в Ежегоднике не приводятся, так как они не могут быть сопоставлены с суточными измерениями, проводимыми Росгидрометом, из-за неопределенности коэффициента пересчета (эффективность улавливания планшета изменяется с увеличением экспозиции пробы). Однако необходимо отметить, что согласно данным Радиоэкологического центра ГХК [17], наибольшие годовые выпадения $\Sigma\beta$ в 2007 г., также как и в 2006 г., наблюдались в г. Железногорске, расположенном в 9 км на юго-запад от ГХК, и были в 1,5 раза выше годовых выпадений в фоновых точках. Из техногенных радионуклидов в выпадениях был обнаружен только ^{137}Cs . В 2007 г. выпадения ^{137}Cs в фоновых точках уменьшились в среднем в 1,4 раза по сравнению с 2006 г., в СЗЗ – в 1,4 раза, а в ЗН – увеличились в 1,3–1,7 раза. Выпадения ^{137}Cs в пунктах, расположенных в СЗЗ и ЗН комбината, превышали значения в фоновых точках в среднем в 3,3 раза.

Отбор проб радиоактивных выпадений в 100-км зоне ГХК в 2007 г. проводился Среднесибирским УГМС в семи пунктах [16]. Расположение пунктов отбора проб приведено на рис. 2.4. Среднемесячные и максимальные за каждый месяц суточные значения выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ГХК приведены в табл. 2.24.

Таблица 2.24

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг ГХК в 2007 г., Бк/м²-сутки (данные Среднесибирского УГМС)

| Пункт наблюдения | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднее | | |
|---------------------------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2007 г. | 2006 г. | |
| Большая Мурта | с | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 0,6 | 0,9 | 1,1 | 0,8 | 0,8 |
| | м | 1,2 | 1,2 | 1,8 | 3,1 | 2,0 | 5,0 | 2,6 | 1,7 | 3,0 | 2,3 | 3,0 | 6,7 | | |
| Дзержинское | с | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 |
| | м | 1,6 | 1,9 | 1,4 | 2,3 | 1,4 | 1,6 | 3,1 | 7,3 | 2,6 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | | |
| Красноярск (опытное поле) | с | 0,6 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,7 |
| | м | 1,7 | 2,4 | 1,1 | 1,3 | 1,2 | 1,6 | 1,8 | 3,3 | 1,3 | 2,1 | 1,0 | 2,8 | | |
| Солянка | с | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,7 |
| | м | 1,8 | 2,1 | 1,2 | 1,6 | 1,8 | 2,4 | 2,3 | 4,1 | 2,9 | 1,7 | 1,2 | 1,4 | | |
| Сухобузимское | с | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 1,4 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| | м | 1,2 | 1,6 | 1,9 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,9 | 4,7 | 5,9 | 2,4 | 1,5 | 1,5 | | |
| Уяр | с | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,7 |
| | м | 2,1 | 1,9 | 1,1 | 3,0 | 1,5 | 2,8 | 1,6 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | 2,2 | 1,4 | | |
| Шалинское | с | 1,1 | 1,0 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,9 | 0,5 | 0,7 | 0,8 |
| | м | 3,7 | 2,2 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 2,2 | 2,4 | 3,2 | 2,2 | 1,6 | 2,1 | 1,3 | | |
| Среднее по 100-км зоне: | 2007 г. | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | |
| | 2006 г. | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | | 0,7 |

Из табл. 2.24 видно, что средние по 100-км зоне ГХК выпадения $\Sigma\beta$ остались на уровне 2006 г. и были в 1,9 раза ниже фоновых для территории Западной Сибири (1,3 Бк/м²-сутки). В 2007 г. случаев десятикратного и более превышения выпадений $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем в 100-км зоне ГХК зафиксировано не было. В целом в 2007 г. выпадения ^{137}Cs в 100-км зоне ГХК были ниже предела обнаружения [16], как и по всему Западно-Сибирскому региону. Радиоактивность атмо-

сферных выпадений и аэрозолей вокруг ГХК в 2007 г. в основном определялась радионуклидами естественного происхождения, из которых наиболее заметный вклад вносил космогенный ⁷Be [16].

Почва, растительность

Отбор проб почвы для контроля ее загрязнения радионуклидами в СЗЗ и ЗН ГХК в 2007 г. производился Радиозэкологическим центром ГХК [17] с помощью специального керн с фиксированной площадью отбора. На каждом участке контроля отбиралось по две параллельные пробы почвы на открытых участках с ровной поверхностью из верхнего десятисантиметрового слоя, в котором сосредоточено около 90 % активности, обусловленной выпадениями из атмосферы.

Контроль удельной активности техногенных радионуклидов в растительности [17] осуществлялся путем отбора проб травы в тех же точках, где осуществлялся отбор почвы. На каждом участке отбиралось по две параллельные пробы травы, которая срезалась косой с фиксированной площади.

Одновременно в местах отбора проб на высоте 1 м от поверхности земли проводились измерения мощности экспозиционной дозы γ -излучения.

В табл. 2.25 приведены результаты радиоизотопного анализа [17] отобранных проб почвы и травы на содержание ¹³⁷Cs, как основного радионуклида техногенного происхождения.

Таблица 2.25

Содержание ¹³⁷Cs в растительности и в 10-см слое почвы в СЗЗ и ЗН ГХК в 2007 г. (данные Радиозэкологического центра ГХК)

| Размещение пунктов отбора проб относительно источника выбросов – объекта 262/1, (рис. 2.3) | Удельная активность | | Плотность загрязнения | | МЭД в точке отбора, мкР/ч |
|--|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | почва, Бк/кг | травя, Бк/кг в.-с. | почва, кБк/м ² | травя, Бк/м ² | |
| санитарно-защитная зона | | | | | |
| 9,5 км на северо-восток, т. 1 | 27±3 | 3,5±0,6 | 2,3±0,3 | 0,46±0,10 | 9 |
| 9 км на северо-восток, т. 2 | 27±4 | 1,9±0,4 | 3,0±0,4 | 0,34±0,07 | 12 |
| 10 км на северо-восток, т. 3 | 39±5 | 0,77±0,25 | 3,0±0,4 | 0,21±0,08 | 11 |
| 11 км на северо-восток, т. 4 | 16±2 | 1,2±0,3 | 1,4±0,2 | 0,20±0,06 | 12 |
| 10,5 км на северо-восток, т. 5 | 27±3 | 0,93±0,25 | 2,1±0,3 | 0,22±0,07 | 10 |
| 4 км на восток от ограждения об. 354А, т. 6 | 13±2 | < 0,4 | 0,68±0,14 | < 0,05 | 14 |
| 1 км на юг от ограждения об. 354А, т. 7 | 13±2 | 2,1±0,3 | 1,0±0,2 | 0,38±0,07 | 18 |
| 1 км на северо-восток, т. 8 | 14±2 | 3,9±0,7 | 1,3±0,2 | 0,82±0,17 | 14 |
| 3 км на юг, т. 9 | 17±2 | 1,5±0,3 | 1,2±0,2 | 0,24±0,06 | 8 |
| 4 км на юго-запад, т. 10 | 17±2 | 1,3±0,5 | 1,1±0,2 | 0,17±0,05 | 12 |
| зона наблюдения | | | | | |
| 7 км на север, с. Атаманово, т. 13 | 22±3 | < 0,4 | 1,1±0,2 | < 0,05 | 10 |
| 15 км на северо-восток, д. Б.Бальчуг, т. 15 | 24±2 | 1,4±0,3 | 2,0±0,2 | 0,23±0,06 | 11 |
| 9 км на юго-запад, г. Железнодорожск, т. 16 | 21±3 | < 0,4 | 1,5±0,2 | < 0,05 | 9 |
| контрольные точки | | | | | |
| 70 км на запад, п. Емельяново | 25±3 | 0,51±0,13 | 1,4±0,2 | 0,36±0,10 | 10 |
| 73 км на юго-запад, д. Крутая | 31±4 | < 0,4 | 1,7±0,2 | < 0,05 | 10 |

Из табл. 2.25 видно, что плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs в СЗЗ и ЗН ГХК в 2007 г. составляла от 0,68 до 3,0 кБк/м² (т. 2 – 9 км на северо-восток от ГХК, рис. 2.3). Фоновые значения плотности загрязнения почвы (в контрольных точках) составляли 1,4–1,7 кБк/м². Удельная активность ¹³⁷Cs в пробах травы в СЗЗ и ЗН изменялась от < 0,4 до 3,9 Бк/кг в.-с. (т. 8 – 1 км на северо-восток от ГХК) при значении фона не превышающем 0,51 Бк/кг в.-с. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в точках отбора проб (8–18 мкР/ч) находилась на уровне фоновых значений.

В 2007 г. Среднесибирское УГМС [16] также проводило обследование территории 30-км зоны ГХК посредством проведения маршрутной γ -съемки местности и отбора проб объектов природной среды (снег, вода, почва). Карта-схема маршрутов обследования представлена на рис. 2.5. Гамма-съемка местности производилась с февраля по сентябрь в 131 точке по 6 маршрутам и двум населенным пунктам. Отбор проб объектов природной среды производился в пунктах, расположенных, по возможности, в разных направлениях от комбината.

В период с 30 мая по 21 сентября 2007 г. Среднесибирским УГМС [16] были отобраны 14 проб почвы возле населенных пунктов: Атаманово, Барабаново, Большой Бальчуг, Большие Пруды, Додоново, Кононово, Мингуль, Новый Путь, Павловщина, Сухобузимское, Толстомысово, Хлоптуново, Шивера и Красноярск (опытное поле – фоновая точка). Места отбора проб объектов природной среды выбирались с учетом местных условий. Пробы почвы отбирались методом «конверта»; глубина отбора составляла 5 см. При отборе проб производились измерения МЭД на высотах 3–4 см и 1 м от поверхности почвы. Измеренные в точках отбора проб значения МЭД находились в пределах колебаний естественного γ -фона и не превышали 15 мкР/ч.

Результаты анализа проб почвы [16] приведены в табл. 2.26. Согласно этим данным в 30-км зоне ГХК во всех пробах почвы из техногенных радионуклидов присутствовал только ^{137}Cs , плотность загрязнения почвы которым варьировала в диапазоне (0,26–1,20) кБк/м² и не превышала фоновый уровень загрязнения для территории России 1,9 кБк/м². Содержание природных ^{232}Th , ^{226}Ra и ^{40}K в почве было на фоновом уровне.

Таблица 2.26

Содержание радионуклидов в 5-см слое почвы в 30-км зоне вокруг ГХК в 2007 г.
(данные Среднесибирского УГМС)

| Место отбора проб | Дата отбора | Удельная активность $\Sigma\beta$, кБк/кг | Радионуклид | Содержание радионуклидов | |
|-------------------|-------------|--|-------------------|----------------------------|----------------------------------|
| | | | | удельная активность, Бк/кг | запас в слое, кБк/м ² |
| Атаманово | 10.07 | 0,891 | ^{40}K | 430,90 | 18,39 |
| | | | ^{226}Ra | 17,87 | 0,76 |
| | | | ^{232}Th | 24,34 | 1,04 |
| | | | ^{137}Cs | 16,92 | 0,72 |
| Барабаново | 04.09 | 0,777 | ^{40}K | 450,80 | 21,63 |
| | | | ^{226}Ra | 14,88 | 0,71 |
| | | | ^{232}Th | 30,82 | 1,47 |
| | | | ^{137}Cs | 8,69 | 0,42 |
| Большой Бальчуг | 27.06 | 0,947 | ^{40}K | 422,10 | 16,29 |
| | | | ^{226}Ra | 21,04 | 0,81 |
| | | | ^{232}Th | 18,72 | 0,72 |
| | | | ^{137}Cs | 7,71 | 0,30 |
| Большие Пруды | 04.09 | 0,824 | ^{40}K | 397,40 | 15,54 |
| | | | ^{226}Ra | 20,80 | 0,81 |
| | | | ^{232}Th | 33,26 | 1,30 |
| | | | ^{137}Cs | 22,90 | 0,90 |
| Додоново | 27.06 | 0,867 | ^{40}K | 449,00 | 14,79 |
| | | | ^{226}Ra | 13,39 | 0,44 |
| | | | ^{232}Th | 26,24 | 0,86 |
| | | | ^{137}Cs | 8,12 | 0,27 |
| Кононово | 10.07 | 1,115 | ^{40}K | 407,50 | 18,76 |
| | | | ^{226}Ra | 17,46 | 0,80 |
| | | | ^{232}Th | 16,12 | 0,74 |
| | | | ^{137}Cs | 17,70 | 0,81 |

Продолжение табл. 2.26

| Место отбора проб | Дата отбора | Удельная активность $\Sigma\beta$, кБк/кг | Радионуклид | Содержание радионуклидов | |
|---|-------------|--|-------------------|----------------------------|----------------------------------|
| | | | | удельная активность, Бк/кг | запас в слое, кБк/м ² |
| Мингуль | 10.07 | 0,604 | ⁴⁰ K | 392,50 | 22,24 |
| | | | ²²⁶ Ra | 26,57 | 1,50 |
| | | | ²³² Th | 32,16 | 1,82 |
| | | | ¹³⁷ Cs | 21,18 | 1,20 |
| Новый Путь | 30.05 | 0,622 | ⁴⁰ K | 348,20 | 19,06 |
| | | | ²²⁶ Ra | 29,47 | 1,61 |
| | | | ²³² Th | 25,09 | 1,37 |
| | | | ¹³⁷ Cs | 4,65 | 0,26 |
| Павловщина | 10.07 | 0,812 | ⁴⁰ K | 595,30 | 31,63 |
| | | | ²²⁶ Ra | 11,78 | 0,63 |
| | | | ²³² Th | 50,34 | 2,67 |
| | | | ¹³⁷ Cs | 10,47 | 0,56 |
| Сухобузимское | 19.06 | 0,799 | ⁴⁰ K | 338,40 | 12,05 |
| | | | ²²⁶ Ra | 21,77 | 0,77 |
| | | | ²³² Th | 21,46 | 0,76 |
| | | | ¹³⁷ Cs | 21,88 | 0,78 |
| Толстомысово | 19.06 | 0,647 | ⁴⁰ K | 366,30 | 13,43 |
| | | | ²²⁶ Ra | 19,48 | 0,71 |
| | | | ²³² Th | 23,48 | 0,86 |
| | | | ¹³⁷ Cs | 10,98 | 0,40 |
| Хлопуново | 10.07 | 0,757 | ⁴⁰ K | 218,60 | 9,48 |
| | | | ²²⁶ Ra | 22,41 | 0,97 |
| | | | ²³² Th | 37,46 | 1,62 |
| | | | ¹³⁷ Cs | 10,63 | 0,46 |
| Шивера | 04.09 | 0,622 | ⁴⁰ K | 396,80 | 21,57 |
| | | | ²²⁶ Ra | 15,74 | 0,85 |
| | | | ²³² Th | 37,68 | 2,04 |
| | | | ¹³⁷ Cs | 4,94 | 0,27 |
| Красноярск (опытное поле) – фоновая точка | 21.09 | 1,062 | ⁴⁰ K | 398,60 | 9,17 |
| | | | ²³² Th | 22,01 | 0,50 |
| | | | ¹³⁷ Cs | 23,48 | 0,54 |

Снежный покров

Пробы снега в СЗЗ и ЗН ГХК в 2007 г. Радиоэкологическим центром ГХК [17] отбирались с 28 февраля по 28 марта. Места отбора проб выбирались с учетом возможного загрязнения снежного покрова в результате ветрового выноса радионуклидов из открытых хранилищ радиоактивных отходов, а также за счет газоаэрозольных выбросов из вентиляционных труб ГХК. В каждой точке контроля отбирались по две параллельные пробы с площади от 0,2 до 1,0 м² на всю глубину снежного покрова. Масса проб составляла от 19,3 до 97,7 кг в зависимости от толщины снежного покрова и места расположения точек отбора относительно потенциальных источников загрязнения. Пробы упаривались до сухого остатка, активность которого измерялась на полупроводниковом γ -спектрометре.

Результаты измерений приведены в табл. 2.27, где для сравнения также даются сведения о результатах наблюдений в контрольных фоновых точках. По результатам γ -спектрометрических анализов в пробах снега из техногенных радионуклидов обнаруживался практически только ¹³⁷Cs. Из табл. 2.27 видно, что максимальная плотность загрязнения снега долгоживущими β -активными радионуклидами (29 Бк/м²) была зарегистрирована в т. 1 (СЗЗ), расположенной в 9,5 км на северо-восток от ГХК, ¹³⁷Cs (0,51 Бк/м²) – в т. 4 (СЗЗ), расположенной в 11 км на северо-восток от ГХК, что примерно в 1,5 и 1,8 раза выше соответствующих фоновых значений. Плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ и ¹³⁷Cs в СЗЗ и ЗН ГХК была, в основном, на уровне или незначительно превышала «фоновую».

Таблица 2.27

**Содержание радионуклидов в снеге в СЗЗ и ЗН ГХК в 2007 г.
(данные Радиоэкологического центра ГХК)**

| Размещение пунктов отбора проб относительно источника выбросов – объекта 262/1 и 354 (рис. 2.3) | Объемная активность в талой воде | | Плотность загрязнения, Бк/м ² | |
|---|----------------------------------|--------------------------|--|-------------------|
| | Σβ, Бк/л | ¹³⁷ Cs, мБк/л | Σβ | ¹³⁷ Cs |
| | санитарно-защитная зона | | | |
| 9,5 км на северо-восток, т. 1 | 0,34±0,06 | 3,9±1,4 | 29±5 | 0,34±0,12 |
| 9 км на северо-восток, т. 2 | 0,19±0,03 | 2,9±1,2 | 16±3 | 0,24±0,10 |
| 10 км на северо-восток, т. 3 | 0,32±0,05 | 4,8±1,3 | 24±4 | 0,36±0,10 |
| 11 км на северо-восток, т. 4 | 0,18±0,03 | 4,4±1,7 | 22±4 | 0,51±0,20 |
| 8 км на северо-восток, т. 5 | 0,19±0,03 | < 3,0 | 20±4 | < 0,3 |
| 4 км на восток от границы ограждения об. 354А, т. 6 | 0,24±0,04 | < 3,0 | 15±3 | < 0,3 |
| 1 км на юг от границы ограждения об. 354А, т. 7 | 0,28±0,05 | 5,9±1,9 | 22±4 | 0,44±0,14 |
| 1 км на северо-восток, т. 8 | 0,19±0,03 | < 3,0 | 19±3 | < 0,3 |
| 3 км на юг, т. 9 | 0,22±0,03 | < 3,0 | 28±4 | < 0,3 |
| 4 км на юго-запад, т. 10 | 0,23±0,04 | < 3,0 | 22±4 | < 0,3 |
| | зона наблюдения | | | |
| 8 км на север, п/л «Таежный», т. 14 | 0,21±0,04 | 2,5±1,0 | 17±4 | 0,20±0,08 |
| 15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг, т. 15 | 0,24±0,04 | 4,6±1,8 | 17±3 | 0,33±0,13 |
| 9 км на запад, г. Железнодорожск, т. 16 | 0,26±0,06 | 4,6±1,6 | 25±6 | 0,44±0,14 |
| | контрольные точки | | | |
| 70 км на запад, п. Емельяново | 0,23±0,05 | 3,3±1,0 | 26±5 | 0,38±0,11 |
| 72 км на запад, д. Сухая | 0,24±0,04 | 3,6±0,8 | 13±2 | 0,19±0,04 |

В 2007 г. в 30-км зоне ГХК Среднесибирским УГМС [16] были отобраны 12 проб снега в период с 20 февраля по 20 марта возле населенных пунктов (см. рис. 2.5): Атаманово, Барабаново, Большой Бальчуг, Большие Пруды, Додоново, Кононово, Мингуль, Новый Путь, Тартат, Хлоптуново, Шивера и Красноярск (опытное поле, фоновая проба). Для концентрирования радиоактивности пробы снега подвергались выпариванию.

Результаты анализа, приведенные в табл. 2.28, показали, что содержание Σβ в снеге в 2007 г. изменялось от 19,4 Бк/м² (п. Шивера) до 74,0 Бк/м² (п. Додоново) и в среднем в 1,2 раза превышало плотность загрязнения снега Σβ в 2006 г. [13]. В пробах снега из п.п. Большой Бальчуг, Додоново, Мингуль, Тартат, Хлоптуново, Шивера был обнаружен ¹³⁷Cs с плотностью загрязнения 3,5–7,2 Бк/м². В фоновой пробе снега из п. Красноярск также был обнаружен ¹³⁷Cs с плотностью загрязнения 3,1 Бк/м².

Таблица 2.28

**Содержание Σβ в снеге в 30-км зоне вокруг ГХК в 2007 г.
(данные Среднесибирского УГМС)**

| Пункт отбора пробы (рис. 2.5) | Дата отбора | Объемная активность в талой воде | | Плотность загрязнения, Бк/м ² | |
|---|-------------|----------------------------------|--------------------------|--|-------------------|
| | | Σβ, Бк/л | ¹³⁷ Cs, мБк/л | Σβ | ¹³⁷ Cs |
| Атаманово | 20.02 | 0,52 | н | 32,6 | н |
| Барабаново | 27.02 | 0,44 | н | 56,7 | н |
| Большой Бальчуг | 06.03 | 0,40 | 7,2 | 37,2 | 6,6 |
| Большие Пруды | 27.02 | 0,36 | н | 35,4 | н |
| Додоново | 06.03 | 0,73 | 7,0 | 74,0 | 7,2 |
| Кононово | 20.02 | 0,39 | н | 40,4 | н |
| Мингуль | 20.02 | 0,26 | 4,7 | 39,3 | 4,4 |
| Новый Путь | 06.03 | 0,38 | н | 27,8 | н |
| Тартат | 06.03 | 0,66 | 5,3 | 61,2 | 4,9 |
| Хлоптуново | 20.02 | 0,60 | 8,5 | 27,9 | 3,9 |
| Шивера | 27.02 | 0,31 | 5,6 | 19,4 | 3,5 |
| Красноярск (опытное поле) – фоновая проба | 20.03 | 0,47 | 5,2 | 28,2 | 3,1 |

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Поверхностные воды

Содержание радионуклидов в воде р. Енисей Радиозэкологическим центром [17] ежегодно определяется в двух контрольных створах у правого берега: в 250 м и в 10 км ниже выпуска сбросных вод ГХК, что на 1 км выше первого населенного пункта по правому берегу – д. Б. Бальчуг, (см. рис. 2.3, т.т. 1, 2). В период навигации пробы отбирались с лодки на расстоянии ~ 100 м от правого берега (в струе сточных вод), а в зимний период – непосредственно с берега. В первом створе пробы воды отбирались с мая по октябрь, поскольку в зимний период нет безопасных подходов с берега. Фоновое содержание радионуклидов в воде р. Енисей определялось ежемесячно в течение всего года у д. Додоново, расположенной на 17 км выше выпуска сбросных вод ГХК (рис. 2.3, т. 3). Для повышения чувствительности и достоверности результатов осадки, полученные после концентрирования месячных проб, объединялись за год. Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей приведены в табл. 2.29, там же приведены уровни вмешательства для населения по НРБ-99 [10].

Таблица 2.29

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей в 2007 г., Бк/л
(данные Радиозэкологического центра ГХК)**

| Радионуклид | Пункт контроля (рис. 2.3) | | Уровень вмешательства по НРБ-99 |
|-------------------|---------------------------|---|---------------------------------|
| | 250 м ниже выпуска, т. 1 | 10 км ниже выпуска (1 км выше д. Б.Бальчуг), т. 2 | |
| ²⁴ Na | 3,7±1,0 | 1,3±0,1 | 2900** |
| ³² P | 0,38±0,06 | 0,13±0,03 | 58 |
| ⁴⁶ Sc | < 0,01* | < 0,002* | 93 |
| ⁵¹ Cr | < 0,3* | < 0,02* | 3700 |
| ⁵⁴ Mn | < 0,001* | < 0,002* | 200 |
| ⁵⁹ Fe | < 0,01* | < 0,002* | 77 |
| ⁵⁸ Co | < 0,001* | < 0,001* | 190 |
| ⁶⁰ Co | < 0,003 | < 0,001* | 41 |
| ⁶⁵ Zn | < 0,01* | < 0,001* | 36 |
| ⁷⁶ As | < 0,2* | < 0,04* | 87 |
| ⁹⁰ Sr | 0,0052±0,0012 | 0,0033±0,0006 | 5 |
| ⁹⁵ Zr | < 0,005* | < 0,001* | 150 |
| ⁹⁵ Nb | < 0,005* | < 0,001* | 240 |
| ¹⁰³ Ru | < 0,003* | < 0,0005* | 190 |
| ¹⁰⁶ Ru | < 0,003* | < 0,001* | 20 |
| ¹³¹ I | < 0,01* | < 0,002* | 6,3 |
| ¹³⁴ Cs | < 0,0001* | < 0,00003* | 7,3 |
| ¹³⁷ Cs | < 0,003 | < 0,001 | 11 |
| ¹⁴⁰ Ba | < 0,02* | < 0,002* | 53 |
| ¹⁴¹ Ce | < 0,006* | < 0,001* | 200 |
| ¹⁴⁴ Ce | < 0,006* | < 0,001* | 27 |
| ¹⁵² Eu | < 0,001* | < 0,0003* | 99 |
| ¹⁵⁴ Eu | < 0,0003* | < 0,00004* | 69 |
| ²³⁹ Np | < 1* | < 0,2* | 170 |

Примечание: фоновые объемные активности в 2007 г. для ⁹⁰Sr ~ 3,9 мБк/л, для ¹³⁷Cs – < 1 мБк/л (17 км выше выпуска, д. Додоново) [17];

* – содержание радионуклидов ниже предела обнаружения, оценка значений активности выполнена расчетным методом по разбавлению реперных радионуклидов;

** – ДУА_{НАС} по НРБ-96 [21], т.к. уровень вмешательства по НРБ-99 [10] для ²⁴Na не нормируется.

Из табл. 2.29 видно, что ниже выпуска сбросных вод ГХК в воде присутствовали радионуклиды техногенного происхождения, отсутствующие в фоновой точке. Основной вклад в объемную активность воды вносили ²⁴Na (T_{1/2}=15 ч) и ³²P (T_{1/2}=14 суток). По сравнению с 2006 г. содержание

в воде ^{32}P , ^{24}Na и ^{90}Sr незначительно увеличилось или осталось на том же уровне, за исключением ^{32}P , объемная активность которого в точке, расположенной в 10 км ниже выпуска, увеличилась в 1,5 раза. С увеличением расстояния от места сброса сточных вод объемные активности радионуклидов в воде уменьшаются. Так, в 10 км ниже выпуска сбросных вод содержание ^{90}Sr , ^{24}Na , ^{32}P в воде в 1,6–2,9 раза меньше, чем в 250 м ниже места сброса, наличие остальных радионуклидов также еще прослеживается. Концентрации всех обнаруженных радионуклидов на три – семь порядков ниже УВ по НРБ-96 [21] и НРБ-99 [10].

Среднесибирское УГМС осуществляет контроль за загрязнением воды в р. Енисей с 1983 г. в трех створах: на расстоянии 250 км вниз по течению от ГХК (п. Широкий Лог), 850 км (п. Бор) и 1360 км (г. Туруханск). Пробы отбираются ежемесячно (в 2007 г. в п. Широкий Лог – с мая по октябрь, в п.п. Бор и Туруханск – с июня по октябрь) и высылаются в НПО «Тайфун» на γ -спектрометрический анализ. По данным этих наблюдений до 1992 г. в воде р. Енисей на расстоянии до 1360 км вниз по течению реки наблюдался широкий спектр техногенных радионуклидов. С 1993 г., после остановки в 1992 г. двух прямоточных реакторов, на всех створах в воде регистрировался только ^{137}Cs . Объемная активность ^{137}Cs на расстоянии от 250 км до 1360 км ниже по течению реки от ГХК в 2007 г. составляла $< 2,2$ мБк/л, что находится на уровне последних лет (в 2006 г. – $< 1,6$ мБк/л, 2005 г. – $< 2,3$ мБк/л, в 2004 г. – $< 2,9$ мБк/л, в 2003 г. – $< 2,2$ мБк/л, в 2002 г. – $< 2,0$ мБк/л).

На расстоянии 1650 км вниз по течению от ГХК (п. Игарка) в р. Енисей Среднесибирское УГМС шесть раз в год производит отбор проб воды с целью последующего анализа на содержание в ней ^{90}Sr . В 2007 г. среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в р. Енисей в п. Игарка составила 7,0 мБк/л [20], что 1,5 раза выше, чем в 2006 г. (4,6 мБк/л), и в 1,6 раза выше средней объемной активности ^{90}Sr в воде рек АТР (см. раздел 1.1 табл. 1.11). Максимальное содержание ^{90}Sr (8,8 мБк/л) было зафиксировано в пробе, отобранной 29 марта (гидрологическая фаза – зимняя межень), минимальное (5,6 мБк/л) – в пробе, отобранной 3 сентября (гидрологическая фаза – осенняя межень).

В 2007 г., как и в предыдущие годы, пробы воды отбирались Среднесибирским УГМС [16] во время маршрутных обследований с 24 апреля по 27 июня в реках напротив тех населенных пунктов, где возможно обнаружение техногенных радионуклидов (п.п. Атаманово, Большой Бальчуг, Додоново, Кононово, Павловщина, Подпорог, Хлоптуново), и в фоновой точке в пруду д. Новый Путь (деревня расположена с наветренной стороны на правом берегу р. Енисей юго-западнее комбината и удалена от него примерно на 22 км). Объем пробы составлял 20 л. Для концентрирования радиоактивности пробы воды перед измерением содержания $\Sigma\beta$ выпаривались до объема 1 л, а перед проведением γ -спектрометрического анализа – до сухого остатка и объединялись с зольными остатками фильтров, используемых для фильтрации воды. Содержание $\Sigma\beta$ в пробах воды в 2007 г. во всех пунктах отбора (см. табл. 2.30) снизилось (до 1,7 раза) по сравнению с предыдущим годом [13], за исключением проб, отобранных в р. Енисей у п.п. Кононово и Хлоптуново, в которых объемная активность $\Sigma\beta$ увеличилась в 1,3–1,4 раза. Объемная активность $\Sigma\beta$ во всех пробах воды не превышала уровень вмешательства по НРБ-99 (1 Бк/л) [10], изменяясь в диапазоне 0,45–0,97 Бк/л. Гамма-излучающие техногенные радионуклиды в пробах обнаружены не были [16].

Таблица 2.30

**Объемная активность $\Sigma\beta$ в воде поверхностных водоемов в ближней зоне ГХК в 2007 г.
(данные Среднесибирского УГМС)**

| Пункт контроля | Дата отбора | МЭД, мкР/ч на высоте | | Объемная активность $\Sigma\beta$, Бк/л |
|-------------------------------------|-------------|----------------------|-----|--|
| | | 0,01 м | 1 м | |
| р. Енисей, д. Атаманово | 24.04 | 11 | 11 | 0,45 (0,78) |
| р. Енисей, д. Хлоптуново | 24.04 | 9 | 12 | 0,71 (0,50) |
| р. Енисей, д. Кононово | 24.04 | 9 | 10 | 0,61 (0,47) |
| р. Енисей, д. Павловщина | 24.04 | 10 | 10 | 0,74 (1,20) |
| р. Енисей, д. Додоново | 27.06 | 11 | 10 | 0,81 (1,15) |
| р. Енисей, д. Большой Бальчуг | 27.06 | 21 | 16 | 0,53 (-) |
| р. Большая Тель, д. Большой Бальчуг | 27.06 | 15 | 10 | 0,97 (1,08) |
| р. Кан, д. Подпорог | 23.05 | - | - | 0,70 (0,80) |
| пруд д. Новый Путь (контр. точка) | 30.05 | 12 | 10 | 0,93 (0,95) |

Примечание: в скобках приведены данные за 2006 г.;
- - измерения не проводились.

Для обнаружения возможной миграции радионуклидов с грунтовыми водами из хранилищ ТРО и ЖРО, а также возможной утечки радиоактивных продуктов из линий спецканализации в случае нарушения их герметичности, на ГХК [17] осуществляется контроль за содержанием радионуклидов в воде всех ручьев, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии спецканализации (рис. 2.3). В 2007 г. отбор проб производился 2 раза – в мае и в октябре. Результаты анализа проб воды в ручьях приведены в табл. 2.31.

Таблица 2.31

**Объемная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов в окрестностях ГХК в 2007 г., Бк/л
(данные Радиоэкологического центра ГХК)**

| Пункт контроля (рис. 2.3) | ^{137}Cs | ^{90}Sr | ^{58}Co | ^{60}Co | ^{106}Ru | $^{239,240}\text{Pu}$ | $\Sigma\alpha$ | $\Sigma\beta$ |
|-------------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------------|----------------|---------------|
| ручей № 1, устье, т. 4 | 0,84 | 0,05 | | | | 0,0008 | 0,10 | < 0,7 |
| ручей № 2, выше об. 650, т. 5 | <0,001 | <0,008 | | <0,002 | | | < 0,1 | < 0,3 |
| ручей № 2, ниже об. 650, т. 6 | <0,002 | 0,018 | | <0,002 | | | < 0,1 | < 0,4 |
| ручей № 2, устье, т. 7 | 0,004 | 0,053 | | <0,001 | <0,007 | <0,001 | < 0,1 | < 0,2 |
| ручей № 3, устье, т. 8 | 0,073 | 0,062 | <0,02 | 0,082 | | <0,001 | < 0,1 | - |
| ручей № 4, устье, т. 9 | <0,001 | 0,0048 | | | | | - | - |
| ручей № 5, устье, т. 10 | 0,002 | <0,002 | | | | | - | - |
| ручей № 6, устье, т. 11 | 0,005 | 0,012 | | | | | - | - |
| река Шумиха, устье, т. 12 | 0,029 | 0,15 | | | | <0,001 | 0,07 | < 0,3 |
| река Б. Тель, т. 13 | <0,0006 | 0,019 | | | | | - | - |
| ручей Тимофеев, устье, т. 14 | | | | | | <0,001 | < 0,1 | - |
| УВ по НРБ-99 | 11 | 5 | 190 | 41 | 20 | 0,56 | 0,1 | 1 |

Примечание: - - данные не поступали.

Из табл. 2.31 видно, что в 2007 г. в воде ручьев, протекающих в СЗЗ комбината, содержание $\Sigma\beta$ не превышало 1 Бк/л. В устье ручья № 3 (т. 8), как и в предыдущие годы, наблюдался самый широкий спектр регистрируемых радионуклидов: ^{58}Co , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{137}Cs , а также ^{65}Zn (0,043 Бк/л), ^{46}Sc (0,07 Бк/л), ^{51}Cr (1,8 Бк/л), ^{59}Fe (0,044 Бк/л). Повышенное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr по сравнению с фоновым уровнем для р. Енисей (см. табл. 2.29, примечание) выявлено в воде почти всех ручьев. Как и в 2006 г. [13], максимальная объемная активность ^{90}Sr (0,15 Бк/л) имела место в устье р. Шумихи (т. 12), а ^{137}Cs (0,84 Бк/л) – в устье ручья № 1 (т. 4), однако, они были, соответственно, в 33 и 13 раз ниже УВ по НРБ-99 [10]. Максимальное содержание ^{137}Cs в пробах воды более чем на два порядка превышало фоновый уровень в р. Енисей, а ^{90}Sr – в 38 раз.

Контроль радиационного фона на местности в СЗЗ и ЗН проводился с помощью АСКРО ГХК [17]. По данным Радиозоологического центра ГХК в 2007 г. среднегодовое значение МЭД составило 11 мкР/ч, варьируя в пунктах наблюдения от 10 до 13 мкР/ч, что соответствует γ -фону Западно-Сибирского региона. Максимальное значение МЭД (17 мкР/ч) по данным АСКРО наблюдалось в 4,5 км от источника выбросов (лаборатория РЦ).

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне ГХК контролировалась Средне-сибирским УГМС [16]. Значения МЭД в 2007 г., полученные в результате измерений на 11 метеостанциях и двух гидропостах на высоте 1 м от поверхности земли, в основном находились в пределах колебаний естественного γ -фона и не превышали установленного для оперативного радиационного контроля значения (30 мкР/ч), за исключением двух случаев, когда были зафиксированы величины МЭД, достигающие или превышающие это значение: на гидропосту Павловщина 4 мая – 31 мкР/ч и на метеостанции Балахта 17 декабря – 30 мкР/ч. Помимо этого, на гидропосту Атаманово ежемесячно максимальные значения МЭД достигали 23–24 мкР/ч, а среднемесячные значения составляли 21–22 мкР/ч. Это связано с загрязнением поймы р. Енисей долгоживущими радионуклидами, о котором упоминалось выше. В остальных пунктах наблюдались единичные случаи, когда МЭД превышала 20 мкР/ч: в Павловщине в феврале, июне и июле (от 21 до 25 мкР/ч), в Сухобузимском в январе (до 28 мкР/ч), в Шалинском в июне (до 22 мкР/ч).

Таким образом, в 2007 г. радиационная обстановка вокруг ГХК оставалась стабильной. Выбросы Красноярского ГХК в 2007 г. не оказывали существенного влияния на поступление радионуклидов в приземный слой атмосферы за пределами санитарно-защитной зоны комбината. Среднегодовая объемная активность радионуклидов, обусловленная выбросами комбината, в атмосферном воздухе СЗЗ и населенных пунктах была значительно ниже допустимых уровней, установленных НРБ-99, и не превышала 0,03 % в СЗЗ и 0,01 % в населенных пунктах в сумме по всем радионуклидам [17]. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности, измеряемая в пунктах контроля 100-км зоны комбината, в основном, соответствовала естественному γ -фону. Объемные активности техногенных радионуклидов в воде р. Енисей были существенно ниже допустимых по НРБ-99, но в воде некоторых ручьев, протекающих в СЗЗ, наблюдалось повышенное содержание $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr по сравнению с фоновым, что объясняется миграцией радионуклидов с загрязненных участков промплощадки. Основной вклад в суммарную эффективную дозу облучения в настоящее время вносит внешнее облучение, связанное со временем пребывания населения на загрязненной пойме, в то время как ранее доза складывалась, в основном, из внутреннего облучения, связанного с потреблением загрязненной рыбы [16]. Радиационная обстановка вокруг ГХК требует постоянного контроля.

2.4. Сибирский химический комбинат

Сибирский химический комбинат (СХК) расположен в Томской области в г. Северске в 16 км к северо-востоку от г. Томска.

СХК был создан около пятидесяти лет назад и является крупнейшим в России и мире предприятием ядерно-топливного цикла. Основная задача СХК – создание компонентов ядерного оружия на основе делящихся материалов (высокообогащенного урана и плутония), а также наработка

делящихся материалов в разной форме (в том числе энергетического назначения). Основу СХК в настоящее время составляют пять главных заводов (реакторный завод с двумя двухцелевыми промышленными уран-графитовыми реакторами, завод по разделению изотопов, сублиматный и радиохимический заводы, химико-металлургическое производство) и ТЭЦ, научно-исследовательский и конструкторский институт, а также целый ряд вспомогательных подразделений, 50 хранилищ жидких и твердых радиоактивных отходов, в том числе три бассейна открытого типа (на двух бассейнах Б-1 и Б-2, предназначенных для хранения среднеактивных отходов, ведутся работы по выводу из эксплуатации [18]), два пульпохранилища, три водохранилища и подземные хранилища ЖРО. Более подробное описание представлено в [22]. Дальнейшее развитие СХК, связано, в первую очередь, со строительством двухблочной атомной станции теплоснабжения АСТ-500, а также с расширением производства – наращиванием мощности по переработке высокообогащенного урана в низкообогащенный и радиоактивных продуктов для международных компаний. Кроме того, 07.04.2003 г. министром атомной промышленности А. Рязанцевым был подписан приказ о начале строительства в 2005 г. в Томской области завода по производству радиоактивного МОКС-топлива [23].

В СЗЗ СХК находятся населенные пункты: г. Северск и д. Чернильщиково. В 30-км зоне вокруг СХК расположено более 80 населенных пунктов с населением около 650 тыс. человек, в том числе г. Томск, граница которого вплотную примыкает к СЗЗ СХК [24].

Воздействие СХК на природную среду многокомпонентно и усиливается за счет совместного воздействия радиоактивных и химических веществ. Производственная деятельность СХК сопровождается образованием большого количества, в основном, жидких, а также твердых и газоаэрозольных РАО.

К недостаткам в обеспечении безопасности СХК можно отнести следующие [18]:

- хранение емкостей с отвальным гексафторидом урана на открытых площадках при значительной величине риска разгерметизации емкостей;
- накопление и временное хранение облученных ТВЭЛ ДАВ-90 без их переработки, что приводит к коррозионному разрушению их оболочек и вызывает проблемы с дальнейшим обеспечением безопасности при обращении с ними;
- поступление жидких радиоактивных веществ в открытые промышленные водоемы – бассейны;
- эксплуатация промышленных уран-графитовых реакторов сверх первоначальных проектных сроков эксплуатации.

В 2007 г. радиационная обстановка в районе СХК характеризовалась отсутствием каких-либо значимых аварий и инцидентов, связанных с деятельностью комбината [23].

Согласно [1], площадь загрязненных вокруг СХК территорий в 2007 г. не изменилась и на конец года составляла 10,393 км², из них 7,185 км² земель и 3,208 км² водоемов. Все загрязненные территории, в основном, находятся на промплощадке СХК – 10,093 км² и 0,3 км² – в СЗЗ. Более подробные данные приведены в Приложении 1.

В состав газоаэрозольных выбросов СХК входят: ИРГ, ⁹⁰Sr, ¹³¹I, плутоний, β-активные радионуклиды. По данным [1] в 2007 г. выбросы радиоактивных веществ в атмосферу составляли (см.

табл. 2.32) от 0,8 % (для суммы нуклидов I) до 33,2 % (для суммы α -активных радионуклидов) от допустимых выбросов. В 2007 г. выбросы $^{89,90}\text{Sr}$ увеличились в 1,2 раза, β -активных радионуклидов – в 1,3 раза, нуклидов I – в 1,7 раза. Выбросы α -активных радионуклидов и инертных радиоактивных газов остались примерно на уровне 2006 г.

Таблица 2.32

Выбросы радионуклидов в атмосферу на СХК, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| $^{89,90}\text{Sr}$ | $5,18 \cdot 10^9$ | $2,44 \cdot 10^8$ | $2,00 \cdot 10^8$ | $+ 4,40 \cdot 10^7$ |
| Сумма нуклидов ^{131}I | $3,64 \cdot 10^{11}$ | $3,00 \cdot 10^9$ | $1,77 \cdot 10^9$ | $+ 1,23 \cdot 10^9$ |
| Сумма α -активных радионуклидов | $6,81 \cdot 10^9$ | $2,26 \cdot 10^9$ | $2,37 \cdot 10^9$ | $- 1,10 \cdot 10^8$ |
| Сумма β -активных радионуклидов | $6,88 \cdot 10^{11}$ | $3,94 \cdot 10^{10}$ | $3,00 \cdot 10^{10}$ | $+ 9,40 \cdot 10^9$ |
| Сумма ИРГ | $6,29 \cdot 10^{15}$ | $1,15 \cdot 10^{15}$ | $1,14 \cdot 10^{15}$ | $+ 1,00 \cdot 10^{13}$ |

Основными источниками радиоактивного загрязнения поверхностных вод в районе размещения комбината являются реакторы СХК [23]. При строительстве комбината путем расширения и углубления русла р. Ромашки в средней части течения образовали канал. Перекрыв канал дамбой в нижней его части, образовали искусственный водоем ВХ1. Вода из реакторов непрерывно попадает в водохранилище ВХ1. Водохранилище имеет два слива (основной и резервный), через которые вода поступает в р. Ромашку и далее в р. Томь в районе д. Чернильщикова (Чернильщиковскую протоку). Сбросы радиоактивных вод, осуществленные в прошлые годы, привели к значительному накоплению радионуклидов в донных отложениях и биоте, а также в прибрежной (затопляемой) части местности.

В 2007 г. в сточных водах комбината, поступающих в р. Томь, регистрировались радионуклиды нейтронной активации [1]: ^{24}Na , ^{32}P , ^{239}Np , сбросы которых составили соответственно 21, 50 и 85 % от допустимых сбросов (см. табл. 2.33). По сравнению с предыдущим годом сбросы ^{24}Na и ^{32}P увеличились в 1,3 и 1,5 раза соответственно; сбросы ^{239}Np уменьшились примерно в 1,2 раза.

Таблица 2.33

Сбросы радионуклидов со сточными водами СХК в открытую гидрографическую сеть, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый сброс | Фактический сброс | | Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ^{24}Na | $7,77 \cdot 10^{14}$ | $1,60 \cdot 10^{14}$ | $1,24 \cdot 10^{14}$ | $+ 3,60 \cdot 10^{13}$ |
| ^{32}P | $4,07 \cdot 10^{13}$ | $2,05 \cdot 10^{13}$ | $1,40 \cdot 10^{13}$ | $+ 6,50 \cdot 10^{12}$ |
| ^{239}Np | $1,48 \cdot 10^{13}$ | $1,26 \cdot 10^{13}$ | $1,46 \cdot 10^{13}$ | $- 2,00 \cdot 10^{12}$ |

Мониторинг радиоактивного загрязнения объектов природной среды вокруг СХК осуществляется Западно-Сибирским УГМС [20]. Вокруг комбината выделены две зоны радиационного контроля: первая – ближняя с радиусом 30 км, вторая – в пределах 100 км (включает в себя часть Кемеровской, Новосибирской и Томской областей) (рис. 2.6).

В 2007 г. в районе размещения СХК контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды [23]:

- радиоактивность атмосферных выпадений, которая определялась путем отбора проб с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией на восьми гидрометеорологических станциях и пяти постах, расположенных в 100-км зоне РОО;

- содержание γ -излучающих радионуклидов в воде, в донных отложениях поверхностных водоемов и в почве в 30-км зоне СХК, а также в снеге в 30-км и 100-км зонах РОО;
- мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности, которая контролировалась во время маршрутных обследований, а также круглосуточно на 15 постах автоматического контроля (АПК) автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО), расположенных в 30-км зоне СХК, и в каждый синоптический срок на 18 станциях сети СНЛК, входящих в 100-км зону, и ежедневно на шести станциях, не входящих в 100-км зону СХК.

Содержание $\Sigma\beta$ в пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялось с помощью тонкопленочного сцинтилляционного детектора с эталонированием по $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$; ошибка интерполяции получаемых результатов не превышала 15%. Для радионуклидного анализа использовался γ -спектрометр с ППД типа ДГДК-100В. Радиохимический анализ проводился с использованием малофоновой установки РТ-10. Для измерения мощности дозы γ -излучения использовались переносные дозиметры типа ДРГ-01Т, ДБГ-06Т, ДКГ-03Д «Грач», ДКГ-02У «Арбитр». Радиационный фон измерялся на ИРФ-3П.

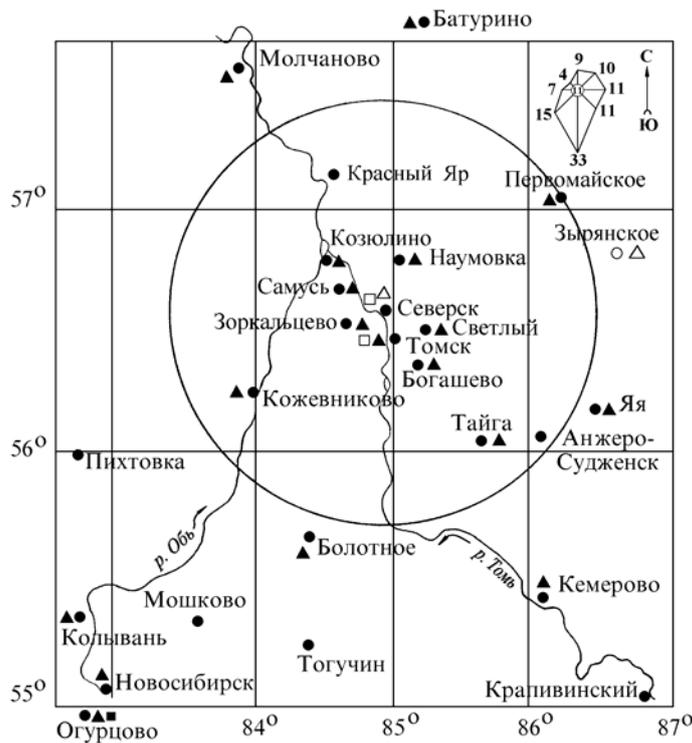


Рис. 2.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг СХК:

- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- Δ □ — планируемые наблюдения.

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

В 100-км зоне наблюдения СХК отбор аэрозолей для определения содержания радиоактивных веществ в приземной атмосфере отсутствует. Пробы аэрозолей на территории Томской области отбираются в г. Колпашево, который расположен примерно в 250 км на северо-западе от СХК и нахо-

дится вне зоны влияния комбината, поскольку для района СХК характерны ветра северо-восточного направления. Таким образом, радионуклидный состав проб аэрозолей, отобранных в г. Колпашево, характеризует уровни регионального радиоактивного загрязнения атмосферы и, по сути, является фоновым.

Результаты анализа проб аэрозолей, отобранных в г. Колпашево в 2006–2007 гг., приведены в табл. 2.34. Из табл. 2.34 видно, что в 2007 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в г. Колпашево уменьшилась в 2 раза по сравнению с предыдущим годом и составляла $5,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальная среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ ($13 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалась в январе. В 2007 г. в г. Колпашево наблюдалось два случая повышенной активности суммы β -активных радионуклидов (превышение в 5 и более раз фонового уровня за предыдущий месяц): 18–19 и 19–20 января. Величина $\Sigma\beta$ в пробах составила $44,2 \cdot 10^{-5}$ и $45,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, соответственно, при фоновом значении $6,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Техногенных радионуклидов в пробах повышенной активности обнаружено не было.

Таблица 2.34

Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Колпашево, Бк/м³

| Год | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднее за год | |
|--|-------|-----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|----------------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2007 г. | 2006 г. |
| $\Sigma\beta, 10^{-5}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 г. с | 13 | 9 | 8 | 9 | 5 | 5 | 7 | 2 | 2 | 2 | 4 | 6 | 5,9 | |
| м | 45 | 25 | 15 | 21 | 15 | 14 | 23 | 6 | 10 | 9 | 11 | 18 | | |
| 2006 г. с | 29 | 30* | 13 | 8 | 10 | 10 | 9 | 4 | 7 | 6 | 8 | 7 | 11,7* | |
| м | 91 | 86 | 67 | 47 | 38 | 22 | 27 | 20 | 21 | 20 | 32 | 21 | | |
| $^{90}\text{Sr}, 10^{-7}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 г. | 0,5 | | | 0,5 | | | 0,4 | | | 0,6 | | | 0,5 | |
| 2006 г. | 0,6 | | | 0,9 | | | 0,8 | | | 0,7 | | | 0,8 | |
| $^{137}\text{Cs}, 10^{-7}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 г. | 2,5 | | | - | | | - | | | - | | | - | |
| 2006 г. | 2,8 | | | 2,5 | | | 2,2 | | | 1,1 | | | 2,2 | |

Примечание: * – уточненные данные за 2006 г., поступившие в 2007 г.;
 – γ -спектрометрическая установка не работала.

В 1-ом квартале 2007 г. объемная активность ^{137}Cs в г. Колпашево составила $2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что несколько ниже, чем в 1-ом квартале 2006 г. (см. табл. 2.34). Анализ содержания γ -излучающих радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Колпашево за весь 2007 г. провести не удалось из-за отсутствия данных измерений.

Объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в г. Колпашево в 2007 г. уменьшилась в 1,6 раза по сравнению с 2006 г. и составила $0,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 4 раза ниже средневзвешенного значения по территории Западно-Сибирского региона ($2,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Данные наблюдений за величиной выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне наблюдения вокруг СХК и за пределами этой зоны (п.п. Батурино, Колпашево, Молчаново и Первомайское) приведены в табл. 2.35. Из табл. 2.35 видно, что в 2007 г. выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне практически не отличались от выпадений вне этой зоны. Среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне СХК в 2007 г. увеличились примерно в 1,3 раза по сравнению с 2006 г., но оставались на уровне средневзвешенных выпадений $\Sigma\beta$ по территории Западной Сибири ($1,3$ Бк/м²·год). Максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 30-км зоне СХК были зафиксированы в г. Томск 30–31 августа и составляли

7,1 Бк/м²·сутки. В 100-км зоне СХК максимальная плотность радиоактивных выпадений, равная 14,5 Бк/м²·сутки, была зарегистрирована в пробе, экспонированной на станции Яя 17–18 сентября. Вне 100-км зоны СХК максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ (8,3 Бк/м²·сутки) были зафиксированы в п. Колпашево 2–3 июля. Случаев превышения суточных выпадений фоновое значения за предыдущий месяц в 10 и более раз в 2007 г. в ЗН СХК зарегистрировано не было.

Таблица 2.35

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения $\Sigma\beta$ в районе размещения СХК в 2007 г., Бк/м²·сутки

| Пункт наблюдения | | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднее | | |
|--------------------------|---|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2007 г. | 2006 г. | |
| в 30-км зоне | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Богашево | с | 1,2 | 1,6 | 1,4 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 1,0 | 1,4 | 1,4 | 1,7 | 1,6 | 1,4 | 1,5 | 1,2 | |
| | м | 3,4 | 3,1 | 3,3 | 3,1 | 3,7 | 4,6 | 2,7 | 3,2 | 4,1 | 6,0 | 4,9 | 3,2 | | | |
| Зоркальцево | с | 1,2 | 0,7 | 1,3 | 1,7 | 1,7 | 1,5 | 1,6 | 1,1 | 1,2 | 1,6 | 1,8 | 1,2 | 1,4 | 1,0 | |
| | м | 3,6 | 1,8 | 3,1 | 3,8 | 3,7 | 3,7 | 4,3 | 2,7 | 3,5 | 3,7 | 2,9 | 3,8 | | | |
| Козюлино | с | 1,1 | 0,9 | 1,4 | 1,3 | 2,0 | 1,6 | 1,0 | 1,1 | 1,5 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,0 | |
| | м | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,5 | 4,5 | 3,0 | 2,2 | 3,0 | 4,0 | 4,3 | 2,5 | 3,4 | | | |
| Наумовка | с | 2,3 | 0,7 | 1,4 | 0,9 | 1,2 | 1,4 | 1,9 | 1,4 | 1,3 | 1,5 | 1,1 | 1,5 | 1,4 | 1,1 | |
| | м | 4,5 | 1,8 | 3,1 | 2,1 | 3,3 | 3,4 | 3,9 | 3,5 | 3,5 | 3,7 | 4,5 | 3,7 | | | |
| Самусь | с | 1,3 | 1,1 | 1,4 | 1,9 | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,6 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,0 | 1,4 | 1,1 | |
| | м | 3,4 | 3,9 | 3,0 | 3,7 | 3,3 | 2,1 | 3,7 | 4,1 | 3,0 | 2,4 | 2,5 | 3,3 | | | |
| Светлый | с | 1,3 | 0,7 | 1,2 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 0,9 | 1,2 | 1,1 | 1,4 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | |
| | м | 3,9 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,0 | 2,4 | 3,7 | 3,3 | 3,2 | | | |
| Томск | с | 1,7 | 1,5 | 1,4 | 1,6 | 1,9 | 1,2 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 1,7 | 1,3 | 1,1 | 1,5 | 1,1 | |
| | м | 4,6 | 3,2 | 2,8 | 5,1 | 5,7 | 3,0 | 4,2 | 7,1 | 5,3 | 5,7 | 3,4 | 3,7 | | | |
| Среднее по 30-км зоне: | | 2007 г. | 1,4 | 1,0 | 1,4 | 1,4 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,4 | |
| | | 2006 г. | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,4 | 0,9 | | 1,1 |
| в 100-км зоне | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Болотное* | с | 1,1 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 0,9 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 1,1 | 1,6 | 2,9 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | |
| | м | 5,0 | 4,2 | 5,6 | 4,2 | 2,6 | 4,5 | 4,3 | 3,5 | 3,3 | 4,2 | 8,0 | 3,4 | | | |
| Кожевниково | с | 1,0 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 1,6 | 1,7 | 1,2 | 1,4 | 2,2 | 1,6 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | |
| | м | 2,3 | 4,6 | 3,3 | 2,5 | 3,0 | 2,7 | 3,9 | 4,2 | 3,2 | 4,1 | 5,2 | 1,6 | | | |
| Первомайское | с | 1,0 | 1,7 | 1,0 | 1,5 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,8 | 2,0 | 1,5 | 1,8 | 1,9 | 1,5 | 1,2 | |
| | м | 4,7 | 3,2 | 2,6 | 3,5 | 4,1 | 4,2 | 3,0 | 9,5 | 4,1 | 4,8 | 4,7 | 4,5 | | | |
| Тайга* | с | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,5 | 2,2 | 2,1 | 2,2 | 1,9 | 1,7 | 1,0 | 1,5 | 1,3 | |
| | м | 3,2 | 3,6 | 2,4 | 2,7 | 3,6 | 3,4 | 4,6 | 5,0 | 8,7 | 4,6 | 4,0 | 2,9 | | | |
| Яя* | с | 1,2 | 0,9 | 1,4 | 1,1 | 0,8 | 1,5 | 2,7 | 2,0 | 2,7 | - | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,1 | |
| | м | 3,8 | 2,4 | 2,2 | 2,4 | 2,8 | 3,7 | 6,1 | 4,0 | 14,5 | - | 3,8 | 3,7 | | | |
| Среднее по 100-км зоне: | | 2007 г. | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,4 | 1,8 | 1,6 | 1,9 | 1,8 | 1,9 | 1,5 | 1,5 | |
| | | 2006 г. | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 0,9 | 1,4 | 1,4 | 1,2 | | 1,2 |
| вне 100-км зоны | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Александровское | с | 0,9 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 0,8 | 1,5 | 1,5 | 1,0 | 2,1 | 1,9 | 1,7 | 1,4 | 1,4 | 1,0 | |
| | м | 3,2 | 3,7 | 3,2 | 4,3 | 4,2 | 3,4 | 3,3 | 3,8 | 6,8 | 4,2 | 3,8 | 3,2 | | | |
| Батурино | с | 1,4 | 1,3 | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,1 | 1,7 | 1,3 | 1,5 | 1,9 | 2,1 | 1,7 | 1,5 | 1,2 | |
| | м | 3,9 | 4,1 | 2,1 | 3,1 | 6,4 | 3,1 | 3,9 | 5,1 | 6,1 | 3,6 | 5,1 | 4,2 | | | |
| Колпашево | с | 1,8 | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,6 | 1,4 | 2,1 | 1,3 | 1,7 | 1,6 | 2,4 | 1,3 | 1,5 | 1,4 | |
| | м | 4,2 | 2,1 | 2,7 | 2,6 | 5,8 | 4,1 | 8,3 | 2,8 | 6,8 | 2,6 | 4,7 | 3,5 | | | |
| Молчаново | с | 1,1 | 1,0 | 1,7 | 1,7 | 0,9 | 2,1 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 2,1 | 1,7 | 1,3 | 1,5 | 1,2 | |
| | м | 3,4 | 3,0 | 6,3 | 3,8 | 3,0 | 4,4 | 3,0 | 3,6 | 3,7 | 5,7 | 4,2 | 4,3 | | | |
| Среднее вне 100-км зоны: | | 2007 г. | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,5 | 1,7 | 1,3 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 1,4 | 1,5 | |
| | | 2006 г. | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 0,9 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | | 1,2 |

Примечание: * – пункты отбора проб, входящие в 100-км зону СХК, административно расположенные на территориях Кемеровской (Тайга, Яя) и Новосибирской (Болотное) областей;
- – отбор проб не производился.

Выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы [23] в 30-км зоне СХК в 2007 г. составили 1,53 Бк/м²·год, что в 2,4 раза выше выпадений ⁹⁰Sr в этой зоне в 2006 г. (0,63 Бк/м²·год). Выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в 100-км зоне СХК в 2007 г. составили 1,04 Бк/м²·год, что в 1,2 раза выше выпадений ⁹⁰Sr в этой зоне

в 2006 г. и выпадений ^{90}Sr по Западно-Сибирскому региону вне 100-км зоны СХК и других РОО в 2007 г. (0,84 Бк/м²·год).

Почва, донные отложения, снежный покров

Отбор проб почвы в 2007 г. проводился в г. Томске и области, а также в СЗЗ СХК [23] в июне, июле, сентябре и октябре. Пробы почвы отбирались лопатой на глубину 10 см, площадь отбора – 20 см².

Гамма-спектрометрический анализ проб, отобранных вне СЗЗ СХК (см. табл. 2.36), показал, что в почве присутствовали, в основном, естественные радионуклиды и ^{137}Cs . Содержание ^{137}Cs в почве распределено неравномерно. Наибольшее количество ^{137}Cs в 30-км зоне наблюдения СХК наблюдалось в пробах, отобранных в д. Георгиевка (41 Бк/кг) и на 28,5 км шоссе «Томск–Самусь» (38 Бк/кг); в 100-км зоне наблюдения СХК – в с. Первомайское (19 Бк/кг), расположенном примерно в 98 км от СХК (см. рис. 2.6). Также повышенное по сравнению с фоновым содержание ^{137}Cs наблюдалось в пробах почвы, отобранных вне 100-км зоны СХК: в с. Молчаново (42 Бк/кг) и в с. Батурино (23 Бк/кг). В остальных точках отбора удельная активность ^{137}Cs в почве находилась на фоновом уровне (до 12 Бк/кг). Содержание естественных радионуклидов в почве – фоновое.

Таблица 2.36

Мощность дозы в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы, отобранных в г. Томске и области в 2007 г.

| Пункт отбора проб | МЭД, мкР/ч | | Дата отбора | Удельная активность, Бк/кг | | | |
|-------------------------------|------------|-----|-------------|----------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| | 3–4 см | 1 м | | ^{232}Th | ^{226}Ra | ^{137}Cs | ^{40}K |
| в 30-км зоне | | | | | | | |
| п. Самусь | 10 | 9 | 30.09 | 7 | 8 | 1 | 413 |
| д. Наумовка | 11 | 10 | 29.07 | 19 | 10 | 5 | 236 |
| п. Светлый | 12 | 10 | 20.07 | 24 | 15 | 5 | 498 |
| д. Георгиевка | 11 | 11 | 06.09 | 7 | 12 | 41 | 350 |
| д. Козюлино | 9 | 8 | 21.09 | 14 | 7 | 5 | 447 |
| с. Зоркальцево | 10 | 10 | 20.07 | 16 | 11 | 6 | 378 |
| Шоссе «Томск–Самусь», 28,5 км | 13 | 10 | 06.09 | 21 | 20 | 38 | 346 |
| г. Томск, Лагерный сад, пр. 1 | 12 | 9 | 18.07 | 16 | 11 | н | 362 |
| г. Томск, Лагерный сад, пр. 1 | 12 | 9 | 18.07 | 23 | 16 | 1 | 466 |
| в 100-км зоне | | | | | | | |
| с. Кожевниково | 14 | 15 | 18.09 | 23 | 6 | 12 | 599 |
| с. Первомайское | 12 | 11 | 20.06 | 26 | 18 | 19 | 115 |
| вне 100-км зоны | | | | | | | |
| с. Александровское | 13 | 12 | 03.07 | 29 | 24 | 10 | 311 |
| | 13 | 12 | 03.07 | 30 | 17 | 6 | 479 |
| с. Бакчар | 10 | 9 | 27.06 | 32 | 10 | 10 | 408 |
| с. Батурино | 9 | 9 | 16.10 | 14 | 9 | 23 | 244 |
| г. Колпашево | 11 | 10 | 03.07 | 19 | 14 | 7 | 253 |
| с. Молчаново | 9 | 10 | 05.10 | 32 | 20 | 42 | 440 |
| с. Старица | 12 | 11 | 30.06 | 44 | 22 | 9 | 544 |
| с. Средний Васюган | 10 | 10 | 27.07 | 5 | 3 | 7 | 348 |
| с. Тегульдэт | 11 | 9 | 30.06 | 15 | 20 | 4 | 337 |

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Отбор проб почвы и донных отложений в СЗЗ СХК (в районе р. Ромашки и Чернильщиковской протоки р. Томи после впадения в нее р. Ромашки, см. рис. 2.7) в 2007 г. проводился 27 сентября. Отбор проб донных отложений также, как и в предыдущие годы, осуществлялся из поверхностного слоя дна (объем пробы не менее 1 л) по урезу воды, граница которого ежегодно изменяется; проб почвы – в непосредственной близости от воды как в СЗЗ, так и за ней [23]. Результаты радиоизотопного анализа проб почвы и донных отложений приведены в табл. 2.37.



Рис. 2.7. Расположение точек отбора проб объектов окружающей среды в СЗЗ СХК:
 ○ – отбор проб воды;
 Δ – отбор проб почвы и донных отложений.

Таблица 2.37

Мощность дозы (мкР/ч) в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы (Бк/кг) и донных отложений (Бк/кг в.-с.) в СЗЗ СХК в 2007 г., Бк/кг в.-с. (рис. 2.7)

| Радио- нуклид | р. Ромашка, т. 1 | | 500 м вниз от устья р. Ромашки, т. 2 | | 1000 м вниз от устья р. Ромашки, т. 3 | | 1500 м вниз от устья р. Ромашки, т. 4 | | Чернилещиковская протока, т. 5 | |
|-------------------|---------------------|---------------------|---|---------------------|--|---------------------|--|---------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | почва | донные отложения | почва | донные отложения | почва | донные отложения | почва | донные отложения | почва | донные от- ложения |
| ⁴⁶ Sc | 18 | 129 | н | 33 | н | 26 | н | 5 | н | 53 |
| ⁵¹ Cr | н | 416 | 11 | 125 | н | 23 | н | 99 | н | 414 |
| ⁵⁴ Mn | н | 29 | н | 3 | н | 1 | н | 5 | н | 16 |
| ⁵⁹ Fe | н | 22 | н | 2 | н | 6 | н | н | н | 9 |
| ⁶⁰ Co | 113 | 64 | 45 | 45 | 3 | 31 | 8 | 14 | 1 | 54 |
| ⁶⁵ Zn | 84 | 197 | 34 | 33 | 3 | 29 | 1 | 18 | н | 8 |
| ¹⁰³ Ru | н | н | н | 2 | н | н | н | 4 | н | н |
| ¹⁰⁶ Ru | 10 | н | н | н | н | н | н | н | н | н |
| ¹³⁴ Cs | н | 7 | н | н | н | н | н | н | н | н |
| ¹³⁷ Cs | 1891 | 37 | 63 | 8 | 15 | 647 | 24 | 13 | 10 | 30 |
| ¹⁴⁴ Ce | н | 12 | н | н | н | н | н | н | н | н |
| ¹⁵² Eu | 44 | 12 | 11 | 5 | н | 152 | н | н | н | 16 |
| ¹⁵⁴ Eu | 10 | 10 | н | н | н | 2 | н | н | н | 2 |
| ⁴⁰ K | 356 | 328 | 133 | 450 | 462 | 336 | 313 | 442 | 311 | 209 |
| ²²⁶ Ra | 25 | 9 | 11 | 14 | 34 | 17 | 14 | 16 | 6 | 4 |
| ²³² Th | 13 | н | 18 | 19 | 30 | 19 | 14 | 17 | 6 | 11 |
| МЭД, мкР/ч | 36 | - | 19 | - | 17 | - | 15 | - | 15 | - |
| | 30 | - | 18 | - | 15 | - | 14 | - | 11 | - |

Примечание: значения МЭД в верхней строке измерены на высоте 3–4 см, а в нижней – на высоте 1 м;
 н – ниже предела обнаружения;
 - – измерения не проводились.

Из табл. 2.37 видно, что в поверхностном слое донных отложений и почве поймы, наряду с естественными радионуклидами, присутствует практически постоянный набор γ -излучающих радионуклидов техногенного происхождения, отсутствующих в составе глобального фона, характерный для сточных вод комбината: ⁶⁰Co, ⁵¹Cr, ⁵⁴Mn, ⁶⁵Zn и др. Содержание техногенных радионуклидов в почве на р. Ромашка и вниз по течению р. Томь, в основном, меньше, чем в донных отложени-

ях. В целом, по мере удаления от устья р. Ромашки наблюдается уменьшение удельной активности техногенных радионуклидов в почве и донных отложениях. В рассматриваемых объектах природной среды за все время наблюдений из года в год (например, [13] и [25]) обнаруживается довольно высокое содержание радионуклидов, период полураспада которых менее года, что указывает на то, что загрязнение этими радионуклидами «свежее» и происходит непрерывно.

В марте – апреле 2007 г. в 14 точках 30-км зоны СХК и на 7 постах за 30-км зоной был организован отбор проб снега для определения его загрязнения радиоактивными выпадениями в зимний период [23]. Отбор проб производился в соответствии с [26] на всю глубину снежного покрова с измеренной площади с таким расчетом, чтобы объем талой воды был не менее 10 л. Гамма-спектрометрический и β -радиометрический анализы талой воды, полученной из 24 проб снега, значимых количеств техногенных радионуклидов не выявили.

Перед отбором проб снега и почвы в местах отбора проб измерялись уровни МЭД на высотах 3–4 см и 1 м от поверхности. Значения МЭД при отборе проб снега варьировали в диапазоне 6–22 мкР/ч, при отборе проб почвы (см. табл. 2.36 и 2.37) – в пределах 8–19 мкР/ч. Исключением является место отбора проб почвы в пойме р. Ромашка (т. 1 рис. 2.7), где значения МЭД на высоте 3–4 см над поверхностью достигали 36 мкР/ч.

Среднемесячные значения МЭД в населенных пунктах 30-км зоны СХК в 2007 г. [23] по данным АСКРО колебались в пределах от 8 до 12 мкР/ч. Среднемесячные значения МЭД в населенных пунктах 100-км зоны СХК колебались в пределах 9–12 мкР/ч, т.е. на фоновом уровне. Максимальные значения МЭД не превышали 20 мкР/ч.

На территории Томского политехнического института расположен учебный реактор «Спутник» [23]. Включение реактора производится один раз в неделю для учебных целей и выполнения договорных научно-исследовательских работ. На крыше корпуса, где размещен реактор, смонтирован пост № 13 АСКРО, постоянно контролирующей мощность дозы γ -излучения. Как показали результаты мониторинга, в 2007 г. МЭД на контролируемой территории учебного реактора не превышала фоновый уровень [23].

Поверхностные воды

Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных вод в ближней зоне СХК в 2007 г. проводился, как и в предыдущие годы, путем ежемесячного отбора (за исключением случаев, когда по погодным, либо по организационно-техническим условиям не удавалось организовать отбор проб) и анализа проб воды в четырех точках [23] (см. рис. 2.7):

- 1 т. – в р. Томь выше СХК (в районе коммунального моста);
- 2 т. – в сбросном канале (г. Северск, место слива из водохранилища ВХ1 в канал);
- 3 т. – в р. Ромашка (пост милиции, примерно 500 м до впадения р. Ромашки в р. Томь);
- 4 т. – в р. Томь ниже СХК (Чернильщикова протока в районе д. Чернильшиково).

При отборе проб производились измерения МЭД на высоте 3–4 см и 1 м над поверхностью воды.

Во всех пробах, отобранных в р. Томь выше сбросов в районе коммунального моста, значимых количеств радиоактивных веществ обнаружено не было [23]. Радиоактивные изотопы присут-

стествовали в пробах воды, отобранных в т.т. 2, 3 и 4. Результаты γ -спектрометрического анализа проб воды в сравнении с нормативами НРБ-99, а также значения МЭД приведены в табл. 2.38.

Таблица 2.38

Объемная активность радионуклидов в пробах воды в районе СХК в 2007 г., Бк/л

| Радионуклид | Месяцы | | | | | | | | | | | | УВ по НРБ-99 |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|------------|----------|------------|------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| в сбросном канале (т. 2 рис. 2.7) | | | | | | | | | | | | | |
| ^{24}Na | 5823 | 2241 | 3997 | 935 | 1185 | 989 | 1801 | - | 3957 | - | 2402 | 3950 | 2900* |
| ^{239}Np | 173 | 96 | 197 | 123 | 170 | 56 | 91 | - | 151 | 194 | 169 | 204 | 170 |
| ^{99}Mo | н | 3 | н | н | 8 | 12 | н | - | 8 | 4 | 9 | 17 | 230 |
| ^{76}As | 289 | 159 | 311 | 238 | 322 | 304 | 592 | - | 541 | 255 | 801 | 798 | 87 |
| ^{152}Eu | н | н | н | 170 | н | 11 | н | - | н | н | н | н | 99 |
| ^{42}K | 512 | н | н | н | н | н | н | н | н | н | н | 159 | 3700 |
| МЭД, мкР/ч | 723 643 | 299 279 | 817 752 | 142 132 | 181 161 | 150 145 | 228 198 | 14 14 | 333 278 | 38 33 | 254 217 | 409 268 | |
| в р. Ромашке (т. 3 рис. 2.7) | | | | | | | | | | | | | |
| ^{24}Na | 1159 | 377 | 1539 | 55 | 35 | 175 | 429 | - | 1656 | - | 722 | 735 | 2900* |
| ^{239}Np | 45 | 11 | н | 33 | н | 27 | 11 | - | 44 | - | 122 | 119 | 170 |
| ^{99}Mo | н | н | 16 | н | 51 | 15 | н | - | н | - | н | н | 230 |
| ^{133}I | н | н | н | н | н | н | н | - | н | - | 3 | н | 6,3 |
| ^{76}As | 78 | 11 | 104 | н | н | 46 | 157 | - | 228 | - | 129 | 119 | 87 |
| ^{42}K | н | н | н | н | 88 | н | н | - | н | - | н | н | 3700 |
| МЭД, мкР/ч | 151 109 | 59 44 | 193 145 | 18 15 | 22 20 | 37 33 | 73 65 | 17 33 | 30 26 | 19 19 | 97 69 | 119 93 | |
| в Чернильщиковой протоке (т. 4 рис. 2.7) | | | | | | | | | | | | | |
| ^{24}Na | - | - | - | - | - | - | 42 | - | 435 | - | 32 | 23 | 2900* |
| ^{239}Np | - | - | - | - | - | - | н | - | 10 | - | 32 | 75 | 170 |
| ^{76}As | - | - | - | - | - | - | 40 | - | 46 | - | 7 | 92 | 87 |
| МЭД, мкР/ч | - | - | - | 8 | 11 | 14 | 11 | 15 | 30 | 14 | 14 | 11 | |
| | - | - | - | 9 | 11 | 12 | 13 | 10 | 26 | 13 | 12 | 9 | |

Примечание: данные приведены на момент измерения;

* – ДУА_{НАС} для населения по НРБ-96 [21];

- – измерения не проводились;

н – ниже порога обнаружения;

МЭД – верхняя строка – на высоте 3–4 см, нижняя – на высоте 1 м.

Из табл. 2.38 видно, что наибольшее содержание радионуклидов наблюдалось в сбросном канале СХК в т. 2 (рис. 2.7). Далее, по ходу разбавления водой рек Ромашки и Томи (т.т. 3 и 4), объемные активности радионуклидов заметно снижались. Наибольший вклад в загрязнение вод канала и р. Ромашки в 2007 г. продолжал вносить ^{24}Na . Его объемная активность превышала допустимую для питьевой воды по НРБ-96 [21] (в НРБ-99 [10] нет норматива для ^{24}Na) в сбросном канале в январе, марте, сентябре и декабре в 1,4–2 раза. Помимо ^{24}Na , в сбросном канале содержание ^{76}As , ^{152}Eu , ^{239}Np и ^{42}K также превышало уровень вмешательства по НРБ-99 [10]: ^{42}K – в январе и декабре (в 7,2 и 23,3 раза, соответственно), ^{152}Eu – в апреле (в 1,7 раза), ^{239}Np – в январе, марте, октябре и декабре (до 1,2 раза), ^{76}As – на протяжении всего года (в 1,8–9,2 раза). В р. Ромашке в т. 3 (рис. 2.7) в марте, июле, сентябре, ноябре и декабре также превышался УВ по НРБ-99 для ^{76}As (до 2,6 раза). Объемные активности остальных радионуклидов в точках отбора были ниже уровня вмешательства по НРБ-99. Значения МЭД в т.т. 2 и 3 на один – два порядка превышали уровень естественного γ -фона, достигая на высоте 3–4 см от поверхности воды 817 мкР/ч, на высоте 1 м от поверхности воды – 752 мкР/ч. Необходимо отметить тот факт, что в воде, как и в предыдущие годы, наблюдался сильный разброс наличия радиоактивных веществ от пробы к пробе (т.е. в разные дни), что объясняется тем, что слив из водохранилища производится не постоянно, а периодически [23]. Полученные ре-

зультаты не позволяют определить полный объем загрязнения поверхностных вод с одной стороны – из-за малой частоты обора проб, с другой – из-за отсутствия анализа проб воды на содержание бета-активного радионуклида ^{32}P [23].

В целом, радиационная обстановка в районе СХК в 2007 г. оставалась стабильной и не ухудшилась по сравнению с предыдущими годами. Мощность дозы γ -излучения на территории Томской области по данным наблюдательной сети и АСКРО в течение 2007 г. находилась в пределах естественного γ -фона (диапазон изменения среднемесячных значений составил 8–12 мкР/ч). Однако, по-прежнему вызывает опасение и требует усиленного контроля состояние поверхностных вод в окрестностях СХК, поскольку основной вклад плановых радиоактивных сбросов комбината приходится на поверхностные воды.

2.5. ОАО «Новосибирский завод химконцентратов»

Предприятие ядерно-энергетического цикла ОАО «Новосибирский завод химконцентратов» (НЗХК) расположено в Калининском районе г. Новосибирска (северная часть города). На НЗХК перерабатывается природный и обогащенный уран и изготавливаются тепловыделяющие элементы для атомной энергетики. В 3–4 км от завода на трассе Новосибирск–Кемерово расположено хранилище РАО (хвостохранилище), содержащее радионуклиды уранового ряда, литий и ртуть. Хвостохранилище функционирует с 1949 г. Объем хвостохранилища составляет 384 000 м³ [24]. Ежегодное количество образующихся РАО в НЗХК составляет примерно 380 т. Отходы, в основном, в виде низкоактивной суспензии (пульпы) гидротранспортом доставляются по пульпопроводу на хвостохранилище непосредственно с территории завода [27]. Вокруг НЗХК установлена СЗЗ, размеры которой меняются до 1000 м от границы территории промплощадки [27]. Хвостохранилище имеет СЗЗ радиусом около 1000 м, в пределах которой проходит железная дорога и автомагистраль. С территории хвостохранилища вытекает ручей Пашенский. Вблизи хвостохранилища расположено оз. Круглое, в которое впадает ручей Пашенский.

В результате деятельности НЗХК через вентиляционные системы производственных цехов НЗХК и из хвостохранилища происходит поступление радионуклидов в окружающую среду (природный и обогащенный уран и продукты его распада (радий, радон и т.д.)). Поступление ^{222}Rn в атмосферу происходит, в основном, с поверхностной части хвостохранилища. Зона наблюдения (ЗН) завода охватывает более половины территории Калининского района, на которой проживает около 80 % населения района. Источником поступления радионуклидов в окружающую среду этого района является не только НЗХК, но и ТЭЦ-4 [28]. Согласно [1], выбросы суммы α -активных радионуклидов в атмосферу на НЗХК на протяжении последних 8 лет были близки к величине допустимого выброса и в 2007 г. составили $2,95 \cdot 10^9$ Бк/год при допустимом выбросе $2,95 \cdot 10^9$ Бк/год.

Источником водопользования технической, хозяйственной водой и приемником сточных вод НЗХК является р. Обь. Сброс производственных стоков в р. Обь с 01.02.2006 прекращен [27], и в настоящее время сброс радионуклидов в открытую гидрографическую сеть НЗХК не производит. Однако, на хвостохранилище имеются три водоема-отстойника (секции), где под слоем воды хранятся радиоактивные отходы. Водоемы-отстойники предназначены для разделения РАО на твердую

и жидкую фазы и являются частью технологического процесса обезвреживания РАО [27]. Первая секция хвостохранилища заполнена (сброс в нее не производится с 1963 г.), вторая (эксплуатируется с 1964 г.) – близка к заполнению, третья – строящаяся. По информации главного физика НЗХК Устюгова А.Г. строительство третьей секции отстойника «заморожено» на 5–10 лет, а на второй секции укреплена дамба [27]. Поступление радионуклидов в окружающую среду происходит, в основном, в период весеннего паводка, когда идет стихийный сброс на рельеф местности радиоактивной воды через дамбу второй секции. К тому же, в период между паводками наблюдается просачивание относительно небольшого количества воды через дамбы секций. Существует также потенциальная возможность попадания радионуклидов из секций-отстойников в грунтовые воды [27].

В результате предшествующей деятельности НЗХК на 01.01.2008 загрязнено 0,314 км² почвы [1], из которых 0,122 км² находятся на промплощадке, 0,192 км² – в СЗЗ. Более подробные данные о загрязнении территории приведены в Приложении 1.

Контроль радиационной обстановки в зоне радиусом 100 км вокруг НЗХК проводится подразделениями Западно-Сибирского УГМС [20]. Основное внимание уделяется территории вблизи предприятия (в радиусе 5–7 км).

Радиационный мониторинг в контролируемой зоне НЗХК в 2007 г. был организован следующим образом [20]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась ежедневно в п. Огурцово (15 км от НЗХК) путем отбора проб атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5 (рис. 2.8);



Рис. 2.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга вокруг НЗХК:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями.

- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась ежедневно в трех пунктах, два из которых расположены на расстоянии до 25 км (рис. 2.8), путем отбора проб с помощью марлевых горизонтальных планшетов;
- определялось содержание радионуклидов в воде и в донных отложениях ручья Пашенский (весной и осенью) и оз. Круглое (осенью), а также в почве в 10–12 м от уреза озера, напротив точек отбора проб воды и донных отложений (рис. 2.9);
- в трех населенных пунктах ближней контролируемой зоны НЗХК отбирались пробы питьевой воды (рис. 2.9);
- на семи станциях 100-км зоны (п.п. Болотное, Кольвань, Коченево, Мошково, Огурцово, Ордынское, аэропорт «Новосибирск-Северный») и на пяти постах наблюдения в разных районах г. Новосибирска ежедневно в каждый синоптический срок (8 раз в сутки), измерялась мощность экспозиционной дозы γ -излучения;
- в 20 контрольных точках 5–7-км зоны наблюдения вокруг НЗХК в марте, апреле и сентябре во время маршрутных обследований измерялась МЭД. В этих же точках в марте были отобраны пробы снега, в июне – пробы почвы (рис. 2.9);

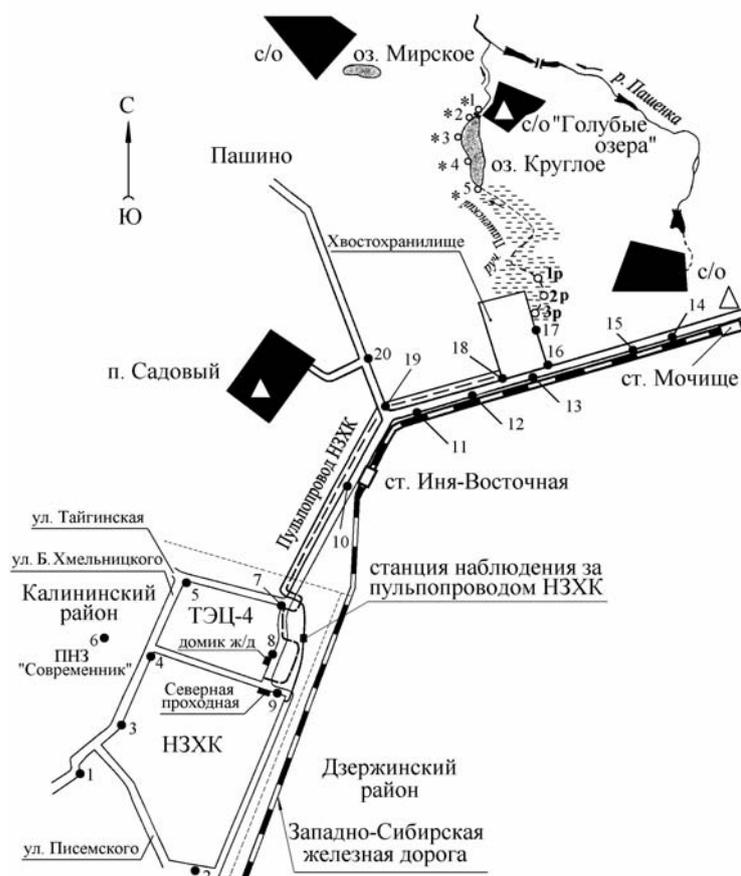


Рис. 2.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в ближней зоне вокруг НЗХК и хвостохранилища НЗХК:

- – отбор проб почвы, снега и ежемесячный контроль МЭД;
- * – отбор проб почвы;
- – отбор проб воды и донных отложений;
- △ – отбор проб питьевой воды.

– один раз в год проводилась маршрутная γ -съемка вдоль пульпопровода с интервалом 100 м (рис. 2.10).

Для измерения активности $\Sigma\beta$ в пробах аэрозолей, выпадений и воды использовались радиометры РУБ-01П с датчиком БДЖБ-05П1 и БДЖБ-06П. Гамма-спектрометрический анализ проводился с помощью полупроводникового γ -спектрометра «ПРОГРЕСС-3.10». Наличие ^{90}Sr определялось радиохимическим методом. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения контролировалась с помощью переносных дозиметров ДРГ-01Т1, ДКГ-03Д «ГРАЧ», СРП-88Н.

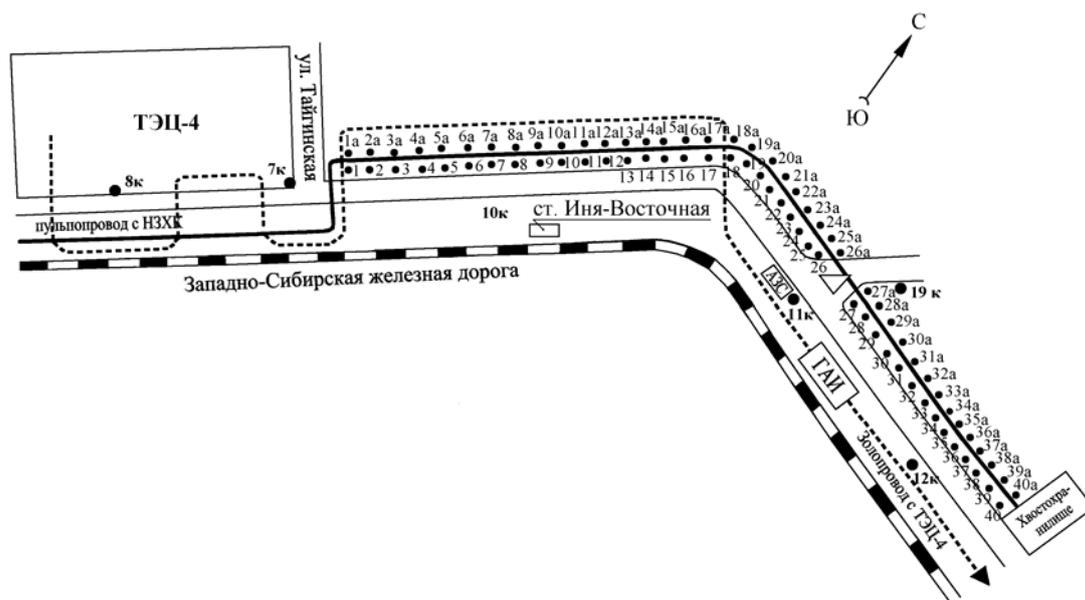


Рис. 2.10. Схема расположения точек контроля радиационной обстановки в районе пульпопровода НЗХК:

- дорога с асфальтированным покрытием;
- 7к; 8к; 10к; – контрольные точки измерения γ -фона в контролируемой зоне НЗХК;
- 11к; 12к; 19к; – точки измерения γ -фона вдоль пульпопровода НЗХК.
- 1–40;
- 1а–40а

Приземная атмосфера

Наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы проводились в п. Огурцово (см. рис. 2.8). Результаты анализов проб приведены в табл. 2.39. Из табл. 2.39 видно, что среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе в п. Огурцово в 2007 г. снизилась в 1,2 раза по сравнению с 2006 г. и составила $13 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что не превышает средневзвешенную объемная активность $\Sigma\beta$ по территории РФ ($15,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в 1,3 раза ниже средней по Западно-Сибирскому региону ($16,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) (см. раздел 1.1 табл. 1.1). Максимальное среднесуточное значение объемной активности $\Sigma\beta$ наблюдалось в мае $130 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В 2007 г. в п. Огурцово было зафиксировано четыре случая пятикратного и более превышения среднесуточной объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе над фоновой: 29–30 апреля и 30 апреля – 1 мая ($110,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $79,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, соответственно, при фоновом уровне $8,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), а также 2–3 мая ($130 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом уровне $18,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и 17–18 сентября ($102 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом уровне $16,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Тех-

ногенных радионуклидов в пробах повышенной активности обнаружено не было. Гамма-активность проб определялась, в основном, космогенным ^7Be .

Таблица 2.39

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения (Р, Бк/м²·сутки)
и объемная активность (q, 10⁻⁵ Бк/м³) Σβ в атмосфере в 100-км зоне вокруг НЗХК
(данные Западно-Сибирского УГМС)**

| Месяц | | Новосибирск | | Огурцово | | | | Болотное | |
|--|---|-------------|---------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|
| | | Р | | Р | | q | | Р | |
| | | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Январь | с | 0,9 | 0,9 | 1,3 | 2,3 | 14 | 26 | 1,1 | 1,0 |
| | м | 2,8 | 3,1 | 6,3 | 8,3 | 46 | 87 | 5,0 | 2,2 |
| Февраль | с | 1,8 | 2,3 | 1,4 | 3,2 | 10 | 12 | 1,7 | 1,2 |
| | м | 5,5 | 5,0 | 6,2 | 20,5 | 45 | 57 | 4,2 | 3,2 |
| Март | с | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 2,0 | 8 | 13 | 1,6 | 1,4 |
| | м | 3,2 | 6,0 | 4,0 | 17,4 | 25 | 45 | 5,6 | 3,3 |
| Апрель | с | 1,7 | 1,1 | 1,5 | 2,9 | 18 | 14 | 1,5 | 1,5 |
| | м | 3,5 | 4,5 | 4,0 | 13,7 | 111 | 45 | 4,2 | 2,8 |
| Май | с | 2,1 | 1,0 | 1,5 | 2,2 | 15 | 27 | 0,9 | 1,4 |
| | м | 11,2 | 3,7 | 6,0 | 7,1 | 130 | 63 | 2,6 | 4,0 |
| Июнь | с | 1,0 | 1,5 | 1,9 | 3,1 | 15 | 24 | 1,2 | 1,1 |
| | м | 3,9 | 6,0 | 7,8 | 14,3 | 34 | 60 | 4,5 | 4,0 |
| Июль | с | 1,6 | 1,1 | 1,6 | 3,2 | 15 | 16 | 1,3 | 1,2 |
| | м | 6,3 | 3,0 | 4,5 | 8,6 | 35 | 43 | 4,3 | 4,3 |
| Август | с | 5,0 | 1,2 | 1,7 | 2,9 | 17 | 10 | 1,1 | 1,0 |
| | м | 11,6 | 4,2 | 12,0 | 10,5 | 61 | 28 | 3,5 | 3,4 |
| Сентябрь | с | 1,9 | 0,7 | 1,4 | 1,3 | 19 | 14 | 1,1 | 0,7 |
| | м | 5,8 | 2,7 | 4,1 | 3,1 | 102 | 45 | 3,3 | 3,0 |
| Октябрь | с | 1,7 | 1,9 | 1,6 | 1,9 | 10 | 12 | 1,6 | 1,6 |
| | м | 6,6 | 6,7 | 6,3 | 8,2 | 35 | 42 | 4,2 | 4,0 |
| Ноябрь | с | 1,4 | 1,4 | 2,1 | 1,9 | 8 | 18 | 2,9 | 1,1 |
| | м | 6,7 | 5,8 | 6,3 | 8,6 | 30 | 50 | 8,0 | 2,8 |
| Декабрь | с | 1,3 | 1,4 | 1,0 | 1,7 | 5 | 10 | 1,5 | 1,0 |
| | м | 3,3 | 7,6 | 4,3 | 7,2 | 24 | 33 | 3,4 | 3,0 |
| Среднее: Бк/м ² ·сутки 10 ⁻⁵ Бк/м ³ | | 1,8 | 1,3 | 1,5 | 2,4 | 13 | 16 | 1,5 | 1,2 |
| Сумма: Бк/м ² ·год | | 657 | 475 | 548 | 876 | | | 548 | 438 |
| Среднее по ЗапСиб региону: Бк/м ² ·год 10 ⁻⁵ Бк/м ³ | | 475 | 475 | 475 | 475 | 16,8 | 22,0 | 475 | 475 |

Радионуклидный состав и объемная активность γ -излучающих радионуклидов в приземном слое атмосферы г. Огурцово определялись в объединенных за месяц пробах аэрозолей; ^{90}Sr определялся в объединенных поквартально пробах. Из техногенных γ -излучающих радионуклидов в измеренных пробах аэрозолей присутствовал только ^{137}Cs . Среднегодовые и усредненные за квартал объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в 2003–2007 гг. в приземной атмосфере п. Огурцово представлены в табл. 2.40. В 2007 г. среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr увеличились в 1,4 раза по сравнению с предыдущим годом, при этом объемная активность ^{137}Cs была на уровне фоновой по Западно-Сибирскому региону, а ^{90}Sr – превышала фоновое значение в 1,4 раза.

Таблица 2.40

**Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в п. Огурцово в 2003–2007 гг., 10^{-7} Бк/м³
(данные НПО «Тайфун» и Западно-Сибирского УГМС)**

| Пункт наблюдения | Год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. | Среднее за год | Средневзвешенное по территории Западной Сибири |
|-------------------------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|----------------|--|
| ^{137}Cs | | | | | | | |
| Огурцово | 2003 | 1,9 | 1,7 | 6,4 | 4,7 | 3,7 | 6,5 |
| | 2004 | 1,7 | 4,0 | 2,4 | 1,9 | 2,5 | 4,3 |
| | 2005 | 1,4 | 2,5 | 1,4 | н | 1,6 | 4,9 |
| | 2006 | 1,7 | 4,6 | 2,3 | 0,8 | 2,4 | 3,3 |
| | 2007 | 2,0 | 8,7 | 2,5 | 0,5 | 3,4 | 3,4* |
| ^{90}Sr | | | | | | | |
| Огурцово | 2003 | 1,6 | 2,1 | 3,0 | 4,3 | 2,8 | 2,4 |
| | 2004 | 0,7 | 2,5 | 1,9 | 1,2 | 1,6 | 2,4 |
| | 2005 | 0,2 | 2,0 | 1,8 | 1,4 | 1,4 | 2,1 |
| | 2006 | 1,1 | 4,7 | 1,8 | 0,5 | 2,0 | 2,4 |
| | 2007 | 1,2 | 3,5 | 4,6 | 1,5 | 2,7 | 2,0 |

Примечание: н – ниже предела обнаружения;

* – см. раздел 1.1 табл. 1.3.

Атмосферные выпадения в 2007 г. измерялись в п.п. Новосибирск (аэропорт «Новосибирск-Северный»), Огурцово и Болотное [27]. Результаты измерения выпадений $\Sigma\beta$ приведены в табл. 2.39. Из табл. 2.39 видно, что годовые выпадения $\Sigma\beta$ в п.п. Болотное и Новосибирск увеличились по сравнению с 2006 г. в 1,3 и 1,4 раза соответственно, а в п. Огурцово – снизились в 1,6 раза. При этом выпадения $\Sigma\beta$ в п.п. Огурцово и Болотное находились на одном уровне и были в 1,2 раза ниже, чем в п. Новосибирск. Выпадения $\Sigma\beta$ в Новосибирске в 2007 г. в 1,4 раза превышали средневзвешенное значение по Западно-Сибирскому региону ($475 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$). Случаев превышения фоновых значений в 10 и более раз в 2007 г. зафиксировано не было. Содержание ^{137}Cs в выпадениях было ниже предела обнаружения. Выпадения ^{90}Sr в 100-км зонах РОО Новосибирской области (кроме НЗХК в Новосибирской области также расположен ПЗРО Новосибирского СК «Радон», результаты обследования которого приводятся в разделе 3.7) в 2007 г. составили $1,11 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ [27].

Снег, почва, радиационный фон на местности

В пунктах отбора проб выпадений в 30-км зоне наблюдения НЗХК (п. Огурцово и аэропорт «Новосибирск-Северный») в период перед началом снеготаяния отбирались пробы снега на всю глубину снежного покрова. Кроме этого отбор проб снега проводился в 19 контрольных точках 5-км зоны вокруг НЗХК (см. рис. 2.9); в т. 17 (рис. 2.9) отбор пробы не проводился.

Результаты анализа проб показали, что среднее значение содержания $\Sigma\beta$ в снежном покрове ближней зоне НЗХК в 2007 г. составляло 128 Бк/м^2 (при максимальном 359 Бк/м^2 в т. 10), что несколько выше среднего значения в 2006 г. (119 Бк/м^2) и в 1,4 раза превышает среднее значение за последние пять лет (94 Бк/м^2). Уровень загрязнения снега $\Sigma\beta$ не превышал уровня выпадений из атмосферы за период накопления снежного покрова, который на ст. аэропорт «Новосибирск-Северный» составлял $203,3 \text{ Бк/м}^2$, а в п. Огурцово – $176,4 \text{ Бк/м}^2$. Значения МЭД в точках отбора проб снега в 5-км зоне НЗХК на высоте 3–4 см изменялись от 6 до 24 мкР/ч , на высоте 1 м – от 5 до 21 мкР/ч [27].

Отбор проб почвы в 5-км зоне вокруг НЗХК был проведен в июне в точках, совпадающих с точками отбора проб снега (т.т. 1–20 рис. 2.9). Отбор проб почвы осуществлялся методом конверта.

Гамма-спектрометрический анализ проб почвы не проводился из-за выхода из строя γ -спектрометра [27].

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 5–7-км зоне вокруг НЗХК в 2007 г. измерялась во время маршрутных обследований в марте, апреле и сентябре на высоте 1 м от поверхности земли. Значения МЭД вокруг предприятия НЗХК (т.т. 1–9 рис. 2.9) на высоте 1 м колебались в пределах 5–21 мкР/ч (исключение представляет измеренное в апреле значение МЭД в т. 8 (рядом с домиком работников железнодорожной ветки), которое составило 29 мкР/ч), вдоль пульпопровода (т.т. 10–12) – от 7 до 23 мкР/ч, вокруг хвостохранилища (т.т. 13–20) – от 7 до 20 мкР/ч [27].

Маршрутная γ -съемка вдоль пульпопровода (т.т. 1–40 по правой стороне вдоль пульпопровода, т.т. 1а–40а – по левой стороне, рис. 2.10) в 2007 г. была проведена в апреле. Измерения МЭД проводились на высоте 1 м от поверхности земли с обеих сторон пульпопровода через каждые 100 м на расстоянии 3–5 м от него. Протечки и другие неисправности пульпопровода при визуальном осмотре обнаружены не были [27]. Результаты γ -съемки показали, что мощность дозы γ -излучения вдоль пульпопровода колебалась в пределах от 10 до 22 мкР/ч по правой стороне и от 13 до 23 мкР/ч по левой стороне.

Среднемесячные значения МЭД, наблюдавшиеся в 100-км зоне вокруг НЗХК [27], в 2007 г. изменялись от 7 до 15 мкР/ч и находились в пределах колебаний естественного γ -фона. Максимальные значения МЭД, отмеченные в п. Коченево в октябре и в п. Ордынское в июне и июле, не превышали 18 мкР/ч.

Вода и донные отложения

В период весеннего паводка на хвостохранилище НЗХК возможен стихийный сброс загрязненных радионуклидами вод из водоема-отстойника на рельеф местности. Кроме того, возможно просачивание этих вод сквозь дамбу. Через ручей Пашенский эти воды попадают в оз. Круглое (см. рис. 2.9). Поскольку озеро доступно жителям Новосибирска, оно находится под постоянным радиационным контролем Западно-Сибирского УГМС.

В 2007 г. отбор проб воды проводился (см. рис. 2.9): в ручье Пашенский (т.т. 1р–3р) – 29 апреля, в озере (т.т. 1–5) – 20 сентября. В местах отбора проб воды 20 сентября был произведен отбор проб донных отложений. Помимо этого, в 10–12 м выше уреза воды оз. Круглое напротив точек отбора проб воды и донных отложений 20 сентября были отобраны пробы почвы. Гамма-спектрометрический анализ проб окружающей среды не проводился по вышеуказанным причинам. Объемная активность $\Sigma\beta$ воды в оз. Круглом (т.т. 1–5 рис. 2.9) в 2007 г. в среднем увеличилась в 1,3 раза по сравнению с 2006 г. и составляла 1,3 Бк/л (0,95 Бк/л в 2006 г.). МЭД в местах отбора проб на высоте 1 м от поверхности колебалась от 11 до 15 мкР/ч [27].

Объемная активность $\Sigma\beta$ в пробах питьевой воды в трех населенных пунктах 10-км зоны НЗХК (п.п. Садовый, Мочище и с/о «Голубые озера», см. рис. 2.9) в 2007 г. не превышала 0,33 Бк/л [27] и была ниже допустимой по НРБ-99 (1 Бк/л) [10].

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что, в целом, в 2007 г. радиационная обстановка в районе расположения НЗХК практически не изменилась. Деятельность ОАО НЗХК не ухудшила сложившуюся к этому времени радиационную обстановку в 100-км зоне вокруг предприятия.

2.6. Приаргунское производственное горно-химическое объединение

ОАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (далее ППГХО), до акционирования известное как Приаргунский горно-химический комбинат, более 30 лет является основным уранодобывающим предприятием в России и одним из крупнейших в мире поставщиком природного урана. Монопольными потребителями уранового концентрата, производимого ППГХО, являются предприятия корпорации «ГВЭЛ» – Новосибирский завод химконцентратов и Машиностроительный завод (г. Электросталь, Московская обл.), на которых изготавливаются тепловыделяющие элементы, используемые в качестве топлива на АЭС.

ППГХО – крупнейшее многоотраслевое горно-добывающее предприятие, в состав которого входят [29] подразделения, оказывающие влияние на радиационную обстановку:

- подземная добыча урановых руд (урановое горнорудное управление – УГРУ);
- переработка этих руд гидрометаллургическим способом с получением природной закиси-окиси урана (гидрометаллургический завод – ГМЗ);
- выработка электрической энергии и тепловодоснабжение промышленных и городских объектов (теплоэлектростанция – ТЭЦ).

ППГХО расположено в п. Октябрьский юго-восточной части Читинской области, что в 18 км северо-восточнее г. Краснокаменска и в 460 км от г. Читы. Поселок Октябрьский расположен непосредственно над урановым месторождением и со всех сторон окружен добывающими, перерабатывающими и вспомогательными объектами ППГХО. По порам и микротрещинам на поверхность из эманлирующих пород просачивается радон, поэтому в ряде жилых домов п. Октябрьский эффективная доза за счет повышенных концентраций радона превышает допустимую, равную 1 мЗв/год. Город Краснокаменск расположен в равнинной части пади Сухой Урулюнгуи, имеет наиболее благоприятную в санитарном отношении розу ветров с господствующими ветрами западных румбов, которые исключают перенос вредных промышленных веществ в направлении города. Объекты ППГХО расположены за горными хребтами, примыкающими к пади Сухой Урулюнгуи с северо-восточной стороны. Горные хребты экранируют наиболее опасные для г. Краснокаменска восточные ветры.

Выбросы ППГХО и их радионуклидный состав в 2007 г. и для сравнения в 2006 г. по данным [1, 29] представлены в табл. 2.41. Смесь радионуклидов урана, ^{222}Rn , ^{218}Po , ^{210}Po , ^{214}Pb и ^{214}Bi выбрасывается из ГМЗ, из шахтных стволов и вентиляционных шурфов УГРУ, а также из труб ТЭЦ. Радионуклиды ^{232}Th и ^{40}K выбрасываются только из труб ТЭЦ.

Таблица 2.41

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ППГХО, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ^{40}K | $2,04 \cdot 10^9$ | $6,52 \cdot 10^9$ | $8,74 \cdot 10^9$ | $- 2,22 \cdot 10^9$ |
| ^{218}Po | $8,44 \cdot 10^{14}$ | $1,84 \cdot 10^{13}$ | $5,64 \cdot 10^{12}$ | $+ 1,28 \cdot 10^{13}$ |
| ^{214}Pb | $2,79 \cdot 10^{14}$ | $9,58 \cdot 10^{13}$ | $2,94 \cdot 10^{13}$ | $+ 6,64 \cdot 10^{13}$ |
| ^{214}Bi | $7,20 \cdot 10^{13}$ | $7,00 \cdot 10^{13}$ | $2,14 \cdot 10^{13}$ | $+ 4,86 \cdot 10^{13}$ |
| ^{222}Rn | $8,51 \cdot 10^{14}$ | $3,80 \cdot 10^{14}$ | $5,68 \cdot 10^{14}$ | $- 1,88 \cdot 10^{14}$ |
| ^{232}Th | $1,92 \cdot 10^9$ | $1,60 \cdot 10^9$ | $1,22 \cdot 10^9$ | $+ 3,80 \cdot 10^8$ |
| ДЖН | $1,75 \cdot 10^{11}$ | $1,57 \cdot 10^{10}$ | $1,63 \cdot 10^{10}$ | $- 6,00 \cdot 10^8$ |

Примечание: ДЖН – смесь долгоживущих радионуклидов (суммарный выброс ^{238}U , ^{235}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{210}Po).

Из табл. 2.41 видно, что в 2007 г. фактические выбросы ППГХО, кроме ^{40}K , не превышали допустимых. Выбросы ^{40}K превышали норматив более чем в 3 раза, что обусловлено составом сжигаемого на ТЭЦ угля [2]. Суммарная активность выброшенных из объектов ППГХО в атмосферу нормируемых радионуклидов в 2007 г. составила $5,64 \cdot 10^{14}$ Бк, что на 10 % ниже, чем в 2006 г. ($6,24 \cdot 10^{14}$ Бк). По данным [1] выбросы ^{222}Rn на ППГХО почти полностью определяют выбросы всех предприятий Росатома.

Загрязненные радионуклидами шахтные воды подземных рудников, образующиеся при добыче урановых руд, в организованном порядке поступают на гидрометаллургический завод, перерабатывающий урановые руды. Избыток шахтной воды сбрасывается в одно из двух хвостохранилищ радиоактивных отходов ГМЗ, имеющих специальный противофильтрационный экран. Хозяйственно-бытовые стоки г. Краснокаменска и промышленных объектов ППГХО очищаются на городских очистных сооружениях, смешиваются с промышленными стоками ТЭЦ, причем только в зимний период, и далее сбрасываются в озера-накопители – в систему Умыкейских озер. Объем сбросных вод в 2007 г. составил $1,23 \cdot 10^4 \text{ м}^3$. Активность годовых сбросов радионуклидов на ППГХО в 2006–2007 гг. представлена в табл. 2.42 [1, 29].

Таблица 2.42

**Сбросы радионуклидов со сточными водами ППГХО
и объемная активность радионуклидов в сбросных водах**

| Наименование радионуклида | Допустимый сброс, Бк | Фактический сброс, Бк | | Объемная активность радионуклидов в смеси стоков, Бк/л (данные ППГХО) | | УВ по НРБ-99 [10], Бк/л |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---|---------|-------------------------|
| | | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | |
| ^{210}Pb | - | $2,10 \cdot 10^9$ | $2,30 \cdot 10^9$ | 0,19 | 0,18 | 0,2 |
| ^{210}Po | - | $1,60 \cdot 10^9$ | $1,70 \cdot 10^9$ | 0,13 | 0,14 | 0,12 |
| ^{226}Ra | - | $6,00 \cdot 10^9$ | $1,00 \cdot 10^9$ | 0,05 | 0,08 | 0,5 |
| ^{230}Th | - | $3,30 \cdot 10^9$ | $4,00 \cdot 10^9$ | 0,26 | 0,32 | 0,66 |
| сумма нуклидов U | $6,35 \cdot 10^{10}$ | $1,99 \cdot 10^{10}$ | $1,27 \cdot 10^{10}$ | 1,70 | 1,02 | 3,1 |

По данным табл. 2.42 в 2007 г. сбросы ^{226}Ra и суммы нуклидов урана увеличились по сравнению с 2006 г. в 6 и 1,6 раза соответственно. Сбросы остальных радионуклидов уменьшились (^{230}Th – до 1,2 раза). Согласно [1], все радионуклиды, кроме урана (сбросы которого в 2007 г. году составили 31 % от допустимых), сбрасываются ППГХО без утвержденных нормативов разрешенных сбросов. Однако объемная активность ^{210}Pb , ^{230}Th и ^{226}Ra в сбрасываемой смеси стоков по данным ППГХО [29] в 1,1–10 раз ниже уровня вмешательства для питьевой воды по НРБ-99 [10]. Объемная активность ^{210}Po в сбросных водах остается выше УВ для питьевой воды в среднем в 1,1 раза, но не превышает десятикратной величины для водоемов технической воды [29].

Хранение радиоактивных отходов, таких как «хвосты» ГМЗ, радиоактивный лом черных металлов, осуществляется в специальных хранилищах [29]. Имеются искусственные защитные дамбы, в чаше хвостохранилища имеется противофильтрационный экран из двух слоев специальной полиэтиленовой пленки, суглинка и каменной наброски. Контроль утечек дамбовых вод из хвостохранилищ ГМЗ осуществляется посредством периодического отбора проб из наблюдательных скважин. Перехват загрязненных грунтовых вод производится сетью скважин, расположенных в нижнем створе пади Широндукуй. Загрязненная вода возвращается на технологические нужды основного и вспомогательного производств.

Контроль радиационной обстановки в СЗЗ и ЗН ППГХО осуществляется силами ППГХО [29]. В СЗЗ и ЗН предприятия контролируется содержание радионуклидов в приземной атмосфере, в воде открытых водоемов, в грунтовых и сбросных водах, в почве, а также мощность дозы γ -излучения на местности.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне ППГХО осуществляет Забайкальское УГМС, путем ежедневных наблюдений за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения на 6 станциях и атмосферными радиоактивными выпадениями на пяти станциях [30], расположение которых показано на рис. 2.11.



Рис. 2.11. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ППГХО:

- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- ⊗ — ОАО «ППГХО».

Выпадения суммы β -излучающих радионуклидов, а также среднегодовые и максимальные значения МЭД в пунктах 100-км зоны [30] приводятся в табл. 2.43. Как видно из табл. 2.43, среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ППГХО в 2007 г. увеличились в среднем в 1,5 раза и колебались от 2,7 Бк/м²-сутки (п. Приаргунск) до 3,0 Бк/м²-сутки (п.п. Забайкальск и Кайластуй). Максимальная величина суточных выпадений $\Sigma\beta$ 11,1 Бк/м²-сутки была зарегистрирована в п. Доно 5 июля. Среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ (2,9 Бк/м²-сутки) в 100-км зоне ППГХО были незначительно выше средних значений по Забайкальскому региону и в 1,7 раза выше средневзвешенных значений по территории Юга Восточной Сибири (см. раздел 1.1 табл. 1.8).

Контроль содержания α -активных радионуклидов в приземной атмосфере г. Краснокаменска, проводимый силами ППГХО [29], показал, что среднегодовая объемная активность радионуклидов уранового ряда в воздухе составляла $1 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³, что на порядок ниже предельно допустимой активности в воздухе для населения по НРБ-99 [10]. По данным [29] ЭРОА радона в воздухе в рудниках ППГХО не превышает 0,92 ДОА (ДОА радона для персонала группы А составляет 1200 Бк/м³ [10]), а объемная активность суммы ДЖН в воздухе на территории ГМЗ – 0,22 ДОА (ДОА ДЖН для персонала группы А составляет 270 Бк/м³ [10]).

Таблица 2.43

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений $\Sigma\beta$
в 100-км зоне вокруг ППГХО в 2007 г., Бк/м²·сутки
(данные Забайкальского УГМС)**

| Месяц | | Пункт наблюдений | | | | | Среднее по Забайкальскому региону | |
|----------------|---|------------------|----------------|--------------|------------------|---------------|-----------------------------------|---------|
| | | ст. Доно | п. Забайкальск | с. Кайластуй | г. Краснокаменск | п. Приаргунск | 2007 г. | 2006 г. |
| Январь | с | 2,1 | 2,3 | 2,2 | 1,9 | 2,2 | 2,1 | 2,0 |
| | м | 4,3 | 4,1 | 4,3 | 4,4 | 4,4 | | |
| Февраль | с | 2,1 | 2,0 | 2,6 | 2,3 | 1,9 | 2,1 | 2,0 |
| | м | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,4 | 4,0 | | |
| Март | с | 1,9 | 1,8 | 1,9 | 1,8 | 2,0 | 2,1 | 1,9 |
| | м | 4,1 | 4,2 | 3,9 | 3,8 | 4,1 | | |
| Апрель | с | 2,7 | 2,4 | 2,1 | 2,1 | 1,8 | 2,3 | 1,8 |
| | м | 4,5 | 4,4 | 4,4 | 3,8 | 4,0 | | |
| Май | с | 2,7 | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,4 | 2,0 |
| | м | 4,4 | 4,1 | 4,6 | 4,3 | 4,4 | | |
| Июнь | с | 2,2 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 2,4 | 2,3 | 1,7 |
| | м | 4,2 | 4,0 | 4,0 | 3,7 | 4,6 | | |
| Июль | с | 3,7 | 3,6 | 3,5 | 2,3 | 3,0 | 2,8 | 1,8 |
| | м | 11,1 | 6,6 | 6,4 | 4,7 | 6,1 | | |
| Август | с | 2,4 | 2,4 | 2,7 | 2,1 | 1,6 | 2,3 | 1,9 |
| | м | 5,5 | 6,8 | 6,1 | 4,5 | 4,8 | | |
| Сентябрь | с | 2,6 | 3,6 | 3,8 | 3,6 | 2,9 | 3,4 | 1,7 |
| | м | 8,7 | 8,2 | 8,7 | 8,5 | 8,1 | | |
| Октябрь | с | 3,7 | 3,9 | 4,5 | 5,2 | 4,2 | 4,1 | 1,8 |
| | м | 8,7 | 7,4 | 7,8 | 8,6 | 8,6 | | |
| Ноябрь | с | 3,6 | 6,0 | 3,3 | 4,5 | 4,0 | 3,9 | 2,0 |
| | м | 8,1 | 9,4 | 7,5 | 8,3 | 8,1 | | |
| Декабрь | с | 3,8 | 1,5 | 4,8 | 4,7 | 3,9 | 4,3 | 2,0 |
| | м | 8,0 | 2,3 | 7,7 | 8,3 | 8,2 | | |
| Среднее за год | | 2,8 | 3,0 | 3,0 | 2,9 | 2,7 | 2,8 | 1,9 |
| Сумма за год: | | | | | | | | |
| 2007 г. | | 1022 | 1095 | 1095 | 1059 | 986 | 1022 | |
| 2006 г. | | 657 | 730 | 767 | 730 | 694 | | 694 |
| МЭД, мкР/ч: | с | 15 | 14 | 15 | 15 | 13 | 14 | 13 |
| | м | 22 | 18 | 21 | 28 | 18 | | |

В табл. 2.44 приводятся данные ППГХО [29] об эффективной объемной активности радионуклидов в 2006–2007 гг. в воде открытых водоемов, расположенных в пади Сухой Урулунгуй и в примыкающих к ней падах в районе ППГХО.

Таблица 2.44

**Эффективная объемная активность радионуклидов
в воде открытых водоемов в районе ППГХО в 2006–2007 гг.
(данные ППГХО)**

| Место отбора проб | $\Sigma(A_i/УВ_i)$ | |
|-------------------------|--------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. |
| Система Умыкейских озер | 3,07 | 3,91 |
| Резервное водохранилище | 3,03 | 3,62 |
| Карьер ПГС-2 | 5,79 | 5,89 |
| Оз. Ланцово | 3,59 | 3,59 |

Примечание: A_i – объемная активность U-ест., ²²⁶Ra, ²³⁰Th, ²¹⁰Po и ²¹⁰Pb в воде;
УВ_i – соответствующие уровни вмешательства для U-ест., ²²⁶Ra, ²³⁰Th, ²¹⁰Po и ²¹⁰Pb в питьевой воде.

Перечисленные в табл. 2.44 водоемы технологически не связаны с основными уранодобывающими и перерабатывающими объектами ППГХО, однако, имеют опосредованную связь через систему канализации и через грунтовые воды. Из табл. 2.44 видно, что сумма отношений объемной активности i-го радионуклида A_i в воде к соответствующему УВ_i в питьевой воде $\Sigma(A_i/УВ_i)$ для всех водоемов больше 1, но меньше 10. Это означает, что согласно НРБ-99 [10] вода из этих водоемов

классифицируется как техническая. Использование перечисленных выше водоемов в целях питьевого водоснабжения запрещено [29].

В 2007 г. под радиоэкологическим наблюдением ППГХО находилось 40 скважин, расположенных в районах склада кислот, огаркохранилища СКЗ, хвостохранилища и основного корпуса ГМЗ. По данным ППГХО [29] в двух скважинах, расположенных на промплощадке в непосредственной близости от основного корпуса ГМЗ, наблюдалось превышение УВ для естественного ^{238}U , ^{210}Po и ^{210}Pb : в скважине № 2 (в 10 м от корпуса ГМЗ) – в 157, 2,1 и 1,5 раза соответственно, в скважине № 7 (в 30 м от корпуса ГМЗ) – в 59, 2,2 и 1,6 раза соответственно. Это связано с локальным загрязнением под зданием в радиусе до 30 м от наблюдательной скважины; ареал активного загрязнения дальнейшего распространения не имеет [29].

Основными источниками техногенного загрязнения территории ППГХО радионуклидами являются отвалы забалансовых руд, хвостохранилища ГМЗ, центральный рудный двор, просыпи рудной массы вдоль автодорог, проливы урансодержащей пульпы «хвостов» ГМЗ, проливы шахтной воды [29].

Площади загрязненных ^{226}Ra и естественным ураном территорий на ППГХО, согласно [1, 29], по состоянию на 01.01.2008 не изменились по сравнению с 2006 г. и составляли 8,275 км², из них в ЗН находится 0,418 км². В СЗЗ на загрязненной территории на площади 0,107 км² МЭД не превышала 58 мкР/ч, на площади 0,648 км² – колебалась от 58 до 230 мкР/ч; в ЗН – находилась на уровне 58–230 мкР/ч [29]. Более подробные данные о загрязнении территории в результате деятельности ППГХО приведены в Приложении 1.

По результатам стационарных наблюдений Забайкальского УГМС [30] за МЭД на 6 пунктах радиометрической сети, расположенных в 100-км зоне вокруг ППГХО, среднегодовая величина МЭД в 2007 г. изменялась от 13 до 15 мкР/ч, что находится на уровне 2006 г. Максимальное суточное значение МЭД – 28 мкР/ч – было отмечено 15 сентября в п. Краснокаменск. Среднегодовое значение МЭД в 100-км зоне ППГХО в 2007 г. составило 14 мкР/ч, что соответствует фоновому значению для территории Забайкалья (см. табл. 2.43). Среднемесячные значения МЭД в трех пунктах наблюдения из шести превышали региональное фоновое значение в течение почти всего года: Доно, Кайластуй, Краснокаменск.

Повышенный радиационный γ -фон в некоторых пунктах 100-км зоны ППГХО, по-видимому, не связан с деятельностью этого предприятия. Превышающие фоновое значение среднегодовые значения МЭД отмечаются из года в год почти в половине из 54-х пунктов наблюдения Забайкальского УГМС. Вероятно, это связано с проявлениями локальных месторождений урана и тория, т.е. с природными радионуклидами.

Среднегодовые выпадения суммы β -излучающих радионуклидов в Читинской области обычно выше, чем средневзвешенные выпадения по Югу Восточной Сибири. В 2007 г. выпадения $\Sigma\beta$ в Читинской области по данным [30] в среднем составляли 1059 Бк/м²·год, что в 1,7 раза выше средневзвешенных выпадений по территории Юга Восточной Сибири (621 Бк/м²·год) и в 2,2 раза – по территории РФ (475 Бк/м²·год).

Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Читы (на территории Забайкальского региона имеется только один пункт наблюдения за объемной активностью радионук-

лидов в приземной атмосфере) также, как правило, выше, чем средневзвешенная объемная активность $\Sigma\beta$ по территории Юга Восточной Сибири (см. табл. 2.45). В 2007 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном воздухе г. Читы [30] составила $26,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,9 раза выше уровня 2006 г.; максимальная среднесуточная объемная активность $\Sigma\beta$ – $147,8,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ – наблюдалась 8 декабря.

Таблица 2.45

Объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха в г. Чите в 2003–2007 гг., Бк/м³
(данные Забайкальского УГМС [30], Приморского УГМС [31])

| Пункт наблюдения | Год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. | Среднее за год | Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|---|
| ¹³⁷Cs, 10⁻⁷ | | | | | | | |
| Чита | 2003 | 8,0 | 12,0 | 2 | 2 | 6,0 | 4,8 |
| | 2004 | 1,0 | 2,2 | 1,8 | 2,6 | 1,9 | 2,5 |
| | 2005 | 4,6 | 2,6 | 3,0 | 1,9 | 3,0 | 2,6 |
| | 2006 | 2,0 | 9,0 | 11,0 | 6,6 | 7,1 | 3,9 |
| | 2007 | 8,6 | 3,5 | 7,3 | 5,2 | 6,1 | 3,6 |
| ⁹⁰Sr, 10⁻⁷ | | | | | | | |
| Чита | 2003 | 1,3 | 5,1 | 0,8 | 0,7 | 2,0 | 3,4 |
| | 2004 | 0,5 | 0,5 | 1,2 | 1,0 | 0,8 | 3,0 |
| | 2005 | 1,2 | 1,4 | 0,9 | 0,8 | 1,1 | 1,3 |
| | 2006 | 0,8 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,4 |
| | 2007 | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 1,7 | 1,4 | 1,6 |
| $\Sigma\beta$, 10⁻⁵ | | | | | | | |
| Чита | 2003 | 25,4 | 28,8 | 13,9 | 16,7 | 21,2 | 17,6 |
| | 2004 | 11,6 | 15,4 | 15,9 | 28,4 | 17,6 | 16,7 |
| | 2005 | 30,9 | 17,9 | 16,5 | 12,7 | 19,5 | 14,7 |
| | 2006 | 10,3 | 13,1 | 17,5 | 14,6 | 13,9 | 13,1 |
| | 2007 | 15,1 | 15,8 | 27,6 | 47,2 | 26,4 | 16,9 |

Данные об объемной активности техногенных радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воздухе г. Читы в 2003–2007 гг. приведены в табл. 2.45 (радиоизотопный анализ проб проводился в региональной лаборатории Приморского УГМС [31]). В 2007 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs ($6,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) снизилась в 1,2 раза по сравнению с 2006 г. и в 1,7 раза превышала средневзвешенное значение по территории Юга Восточной Сибири ($3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Чите в 2007 г. составляла $1,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,2 раза выше значения предыдущего года, но не превышает средневзвешенного значения на территории Юга Восточной Сибири ($1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что радиационная обстановка в 100-км зоне ППГХО последние несколько лет остается стабильной. Однако, производственная деятельность предприятия сопровождается дополнительным поступлением радионуклидов природного происхождения в открытые водоемы в районе ППГХО, вода из которых из-за превышения УВ по НРБ-99 по некоторым радионуклидам не может использоваться населением как питьевая.

2.7. Ангарский электролизно-химический комбинат

Ангарский электролизно-химический комбинат (АЭХК) является составной частью ЯТЦ Росатома и представляет собой комплекс технологически связанных производств. Основными направ-

лениями деятельности комбината являются: обогащение урана, производство природного и обогащенного гексафторида урана, химическое производство (производство газообразного фтора, безводного фтористого водорода, а также озонобезопасных хладонов, трифлатов и других фторсодержащих продуктов), одновременно на АЭХК развивается ядерное приборостроение. В структуру комбината входят ремонтно-механический завод (РМЗ) для обеспечения ремонта и изготовления технологического оборудования, специализированное конструкторско-технологическое бюро «Ядерное приборостроение», другие вспомогательные цеха и подразделения [32].

АЭХК расположен на Юге Восточной Сибири, в 100 км западнее оз. Байкал, на расстоянии 40 км от г. Иркутска и в непосредственной близости от г. Ангарска, в котором проживает около 300 тыс. человек.

По метеорологическим данным [33] в 2007 г. в г. Ангарске преобладающими направлениями ветра являлись: восточные – 28 %, северо-западные и юго-восточные – 16 %, западные – 15 %. Наибольшая повторяемость восточного ветра приходилась на декабрь (40 %), северо-западного – на апрель (29 %), юго-восточного – на декабрь (29 %), западного – на июнь (31 %).

На комбинате установлена централизованная система газоочистки, а на разделительном производстве – местные газоочистные установки, на которых очищаются газоаэрозольные выбросы предприятия перед выбросом их в атмосферу [32]. В 2007 г. выбросы α -активных радионуклидов (нуклидов урана) в атмосферу на АЭХК снизились на 7,4 % по сравнению с 2006 г. и составили $4,64 \cdot 10^8$ Бк при допустимом выбросе $2,54 \cdot 10^9$ Бк/год [1, 32].

При функционировании комбината образуются низкоактивные жидкие и твердые РАО [32]. Образующиеся на комбинате в процессе производственной деятельности твердые радиоактивные отходы захораниваются в могильники траншейного или бункерного типа, а также в бетонные хранилища, расположенные на территории комбината. Жидкие технологические стоки после извлечения из них урана до 1,25 Бк/л (0,05 мг/л) и нейтрализации, направляются на шламовые поля открытого типа, расположенные на территории СЗЗ АЭХК. Сброс радионуклидов в природные водные объекты (р. Ангару) комбинат не производит.

Большинство производственных установок комбината работает в условиях низкого абсолютного давления, вследствие чего любые аварийные ситуации должны будут иметь локальный характер и ограничиться площадями производственных помещений [32]. Поэтому АЭХК отнесен к объектам третьей категории по степени потенциальной радиационной опасности и не имеет зоны наблюдения, а граница СЗЗ установлена по периметру промплощадки комбината.

С целью улучшения экологической обстановки в 2007 г. выполнялись работы [32]:

- по выводу из эксплуатации и консервации части карт сооружений для приема известковой суспензии;
- по проектированию сооружений для хранения низкоактивных радиоактивных отходов;
- по переоснащению гальванического участка РМЗ с очистными сооружениями;
- по расширению участка РМЗ по утилизации газодиффузионного оборудования, снятого с эксплуатации с внедрением новой системы газоочистки и др.

Радиационный контроль на территории АЭХК проводится отделом радиационной безопасности комбината [32]. Контроль МЭД на АЭХК осуществляется с помощью АСКРО.

Контроль радиационной обстановки в 100-км зоне АЭХК осуществляется Иркутским УГМС. В 2007 г. Иркутским УГМС проводились наблюдения [33]:

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы путем непрерывного ежесуточного отбора проб атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ «Тайфун» на фильтр ФПП-15-1,5 на одной станции в г. Иркутске (Иркутск ОГМС). Во время выхода из строя ВФУ (август – октябрь) наблюдения проводились с помощью вертикального экрана;
- за радиоактивными атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в шести пунктах (рис. 2.12);
- за загрязнением почвы, растительности и снежного покрова при проведении маршрутных обследований в 20-км зоне вокруг АЭХК;
- за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения на 12 метеостанциях, а также ежемесячно во время маршрутных обследований 20-км зоны АЭХК.

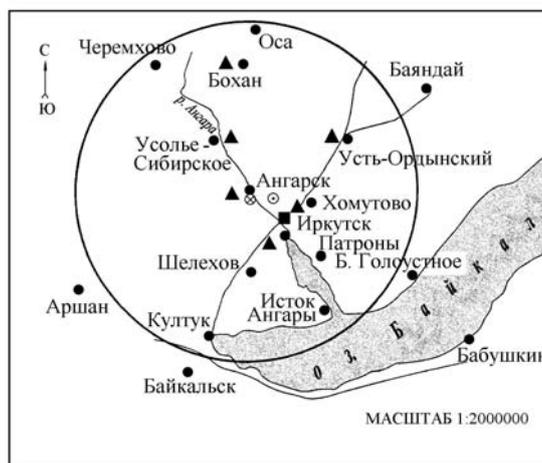


Рис. 2.12. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг АЭХК и ПХРВ Иркутского СК «Радон»:

- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ⊙ — ПХРВ Иркутского СК «Радон»;
- ⊗ — АЭХК.

Для измерения суммарной β -активности использовались радиометры РУБ-01П5, РКБ4-1еМ. Для измерения мощности экспозиционной дозы γ -излучения использовались дозиметры ДБГ-01Н, ДРГ-01Т1.

Среднегодовая объемная активность суммы α -активных аэрозолей в приземном слое воздуха СЗЗ по данным АЭХК [32] в 2007 г. составила $4,8 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³, в жилом районе г. Ангарска – $1,9 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³, что в 1,6–1,9 раза ниже, чем в 2006 г., и на два прядка ниже ДОА_{НАС} для смеси изотопов урана-234, 235, 238 по НРБ-99 [10], равного $3,6 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³.

Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Иркутска в 2007 г. по данным Иркутского УГМС [33] (табл. 2.46) не превышала среднего значения по Югу Восточной Сибири (см. раздел 1.1 табл. 1.1). Максимальная среднесуточная объемная активность $\Sigma\beta$ по данным измерений проб, отобранных с помощью ВФУ, наблюдалась 28–29 апреля и составляла $333 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³,

что в 22 раза выше среднегодового значения и в 55 раз фонового значения за предыдущий месяц ($6,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Техногенных радионуклидов в пробе повышенной активности обнаружено не было.

Таблица 2.46

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2007 г.

| Месяц | | Ангарск | Иркутск | | Усолье-Сибирское | Усть-Ордынский | Хомутово | Бохан |
|--------------------------------|---|------------|------------|-------------|------------------|----------------|------------|------------|
| | | Р | Р | q | Р | Р | Р | Р |
| Январь | с | 4,0 | 2,7 | 9 | 3,6 | 5,0 | 2,4 | 2,3 |
| | м | 15,1 | 9,3 | 30 | 10,1 | 14,5 | 7,8 | 9,1 |
| Февраль | с | 2,9 | 2,0 | 9 | 3,9 | 3,3 | 4,3 | 4,1 |
| | м | 9,7 | 5,6 | 45 | 9,9 | 9,0 | 12,1 | 10,9 |
| Март | с | 2,6 | 2,2 | 6 | 1,8 | 1,5 | 2,8 | 1,8 |
| | м | 7,5 | 6,7 | 13 | 5,2 | 7,3 | 6,7 | 10,1 |
| Апрель | с | 2,3 | 1,4 | 25 | 2,3 | 2,0 | 2,9 | 1,4 |
| | м | 7,2 | 4,4 | 333 | 7,0 | 6,1 | 8,6 | 4,6 |
| Май | с | 1,8 | 2,1 | 15 | 1,9 | 2,6 | 2,0 | 1,6 |
| | м | 4,5 | 4,6 | 60 | 4,9 | 6,9 | 5,6 | 5,0 |
| Июнь | с | 3,0 | 2,0 | 15 | 2,9 | 2,6 | 4,5 | 2,0 |
| | м | 8,1 | 5,8 | 40 | 10,9 | 8,9 | 11,7 | 11,0 |
| Июль | с | 1,8 | 1,8 | 22 | 2,0 | 1,8 | 2,3 | 2,8 |
| | м | 6,4 | 7,7 | 50 | 5,0 | 7,7 | 10,3 | 8,3 |
| Август | с | 2,2 | 1,2 | 99* | 1,5 | 2,0 | 1,5 | 1,3 |
| | м | 6,7 | 3,8 | 358* | 4,3 | 5,9 | 4,6 | 6,5 |
| Сентябрь | с | 1,2 | 1,6 | 108* | 2,3 | 1,9 | 1,7 | 2,5 |
| | м | 4,5 | 5,2 | 410* | 8,7 | 8,2 | 10,3 | 10,4 |
| Октябрь | с | 2,0 | 1,3 | 87* | 1,9 | 2,6 | 3,1 | 2,0 |
| | м | 9,4 | 2,7 | 443* | 5,1 | 10,8 | 8,1 | 5,0 |
| Ноябрь | с | 3,8 | 1,8 | 15 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 2,6 |
| | м | 10,1 | 5,0 | 43 | 12,0 | 6,6 | 9,1 | 8,4 |
| Декабрь | с | 2,4 | 2,2 | 23 | 2,9 | 3,6 | 2,4 | 3,4 |
| | м | 7,7 | 4,3 | 58 | 6,4 | 8,4 | 5,1 | 6,5 |
| Среднее: | | | | | | | | |
| 2007 г. | | 2,5 | 1,9 | 15** | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,3 |
| 2006 г. | | 3,0 | 2,2 | 12** | 2,8 | 3,2 | 3,3 | 2,8 |
| Сумма, Бк/м ² ·год: | | | | | | | | |
| 2007 г. | | 904 | 676 | | 896 | 965 | 991 | 841 |
| 2006 г. | | 1082 | 785 | | 1009 | 1154 | 1191 | 1036 |

Примечание: * – измерения проводились с помощью вертикального экрана в связи с выходом из строя ВФУ;
** – данные учитывают только измерения проб, отобранных с помощью ВФУ.

Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере г. Иркутска в 2003–2007 гг. по результатам радиоизотопного анализа проб аэрозолей из приземной атмосферы [20] представлены в табл. 2.47.

Согласно табл. 2.47, среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Иркутск в 2007 г. составляла $2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что находится на уровне последних двух лет, но в 1,6 раза выше средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири ($1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наблюдаемая активность ⁹⁰Sr в воздухе на семь порядков ниже ДОА_{НАС}. по НРБ-99 [10]. Объемная активность ¹³⁷Cs в 1-ом квартале 2007 г. была ниже предела обнаружения. За остальные кварталы данные отсутствуют по причине выхода из строя γ -спектрометра.

Средняя за год величина суточных выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне АЭХК в 2007 г. [33] (см. табл. 2.46) уменьшилась в среднем в 1,2 раза по сравнению с 2006 г. во всех пунктах наблюдения и колебалась в пределах от 1,9 до 2,7 Бк/м²·сутки, что находится на уровне выпадений $\Sigma\beta$ в среднем

Таблица 2.47

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в г. Иркутске в 2003–2007 гг., 10^{-7} Бк/м³ (данные Западно-Сибирского УГМС и НПО «Тайфун»)

| Пункт наблюдения | Год | квартал | | | | Среднее за год | Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири |
|-------------------------------------|-------------|------------|------------|--------------|--------------|----------------|---|
| | | I | II | III | IV | | |
| ^{137}Cs | | | | | | | |
| Иркутск | 2003 | н | 8,7 | 3,3 | н | 3,5 | 4,8 |
| | 2004 | 3,3 | 2,1 | 2,2 | 3,4 | 2,8 | 2,5 |
| | 2005 | н | - | 2,8 | н | 1,5 | 2,6 |
| | 2006 | н | - | н | 4,3 | 1,4 | 3,9 |
| | 2007 | н | - | - | - | | 3,6 |
| ^{90}Sr | | | | | | | |
| Иркутск | 2003 | 5,8 | 11,2 | 11,8 | 6,4 | 8,8 | 3,4 |
| | 2004 | 1,1 | 21,8 | 10,0 | 10,3 | 10,8 | 3,0 |
| | 2005 | 4,1 | - | 1,3 | 1,7 | 2,4 | 1,3 |
| | 2006 | 3,2 | 2,0* | 2,1 | 1,6 | 2,3 | 1,4 |
| | 2007 | 2,8 | 3,5 | 3,3** | 3,0** | 2,5** | 1,6 |

Примечание: н – ниже предела обнаружения;
 - – измерения не проводились;
 * – данные измерений проб за 10 дней в июне, отобранных с помощью ВФУ;
 ** – данные измерений проб, отобранных с помощью ВФУ.

по Иркутской области в 2007 г. ($2,7 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$). Максимальное среднесуточное значение выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг АЭХК наблюдалось 25 января в п. Ангарск и составило $15,1 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$.

Контроль миграции радионуклидов в подземных водах на АЭХК проводится [32] путем отбора проб воды из наблюдательных скважин (38 шт.), расположенных на промплощадке. Превышений значений уровней вмешательства для смеси изотопов урана-234, 235, 238 (3 Бк/л) по НРБ-99 [10] в наблюдательных скважинах в 2007 г. не зарегистрировано.

Объемная активность $\Sigma\alpha$ в воде р. Ангары (500 м выше и ниже выпуска сточных нетехнологических вод (промливневая канализация)) по данным АЭХК [32] в 2007 г. была ниже предела обнаружения (0,05 Бк/л) и, соответственно, ниже УВ для α -активных радионуклидов в питьевой воде (0,1 Бк/л) по НРБ-99 [10]. Объем отведенных нетехнологических вод в 2007 г. составил $31429,81 \text{ тыс. м}^3$.

В 2007 г. группой оперативного контроля Иркутского УГМС [33] ежемесячно проводилась маршрутная радиометрическая съемка местности вдоль дорог в окрестностях АЭХК в радиусе 20 км. Измерения МЭД в 20-км зоне АЭХК проводились через каждые 2 км в 10 м от дороги на высоте 1 м и 3–4 см над поверхностью почвы. Среднемесячные значения МЭД по результатам маршрутного обследования варьировали в пределах 13–15 мкР/ч, максимальное (20 мкР/ч) – было отмечено в январе на трассе М-53, отворот на п. Мегет, и в апреле на участке дороги Ангарск–Иркутск (трасса М-53) за мостиком р. Мегет.

Одновременно с маршрутной γ -съемкой 12 марта были отобраны пробы снега в 10 точках, а 7 августа в тех же точках – пробы растительности и почвы. Результаты измерения содержания $\Sigma\beta$ в пробах приведены в табл. 2.48. В среднем, содержание $\Sigma\beta$ в снеге в 2007 г. незначительно уменьшилось по сравнению с предыдущим годом и в 3,3 раза превышало значение в фоновой точке. Максимальный уровень активности $\Sigma\beta$ в снежном покрове ($8,91 \text{ Бк/м}^2$) был зарегистрирован на 16 км дороги на д. Б. Елань, что в 7 раз выше уровня в фоновой точке ($1,26 \text{ Бк/м}^2$). В травяном покрове максимальное содержание $\Sigma\beta$ было зарегистрировано на 1 км дороги в сторону д. Савватеевка и соста-

вило 25,1 Бк/м², что в 4,4 раза выше значения в фоновой точке. В среднем, содержание радиоактивных веществ в растительности в 20-км зоне АЭХК в 2007 г. увеличилось в 3,5 раза по сравнению с предыдущим годом. В почве максимальное содержание $\Sigma\beta$ отмечалось в п. Мегет и достигало 734,4 Бк/м², что в 1,9 раза выше значения в фоновой точке (393,5 Бк/м²). Среднее содержание $\Sigma\beta$ в почве в районе АЭХК в 2007 г. было в 1,2 раза ниже, чем в 2006 г.

Таблица 2.48

Содержание $\Sigma\beta$ в снежном покрове, почве и траве в 20-км зоне вокруг АЭХК, Бк/м²

| Пункт отбора проб | Снег | | Почва | | Трава | |
|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 12.03.2007 | 14.03.2006 | 07.08.2007 | 21.08.2006 | 07.08.2007 | 21.08.2006 |
| 16 км дороги на д. Б. Елань | 8,91 | 4,71 | 129,1 | 293,3 | 16,2 | 3,8 |
| 7 км –”– | 1,65 | 5,60 | 322,2 | 411,6 | 10,7 | 3,8 |
| 2 км –”– | 3,86 | 2,73 | 676,5 | 535,0 | 17,5 | 2,2 |
| 1 км дороги на д. Савватеевка | 1,91 | 1,97 | 404,0 | 676,1 | 25,1 | 5,1 |
| д. Савватеевка | 0,64 | 3,38 | 68,5 | 286,5 | 5,3 | 5,9 |
| 2 км дороги на д. Одинск | 5,13 | 1,06 | 178,0 | 440,4 | 12,3 | 3,0 |
| 2 км Московского тракта | 5,12 | 4,14 | 94,0 | 107,8 | 4,8 | 0,5 |
| 4 км дороги на г. Иркутск | 3,77 | 8,89 | 306,8 | 205,3 | 5,9 | 3,6 |
| п. Мегет | 6,58 | 8,24 | 734,4 | 420,8 | 12,2 | 3,2 |
| Среднее в 20-км зоне | 4,17 | 4,52 | 323,7 | 375,2 | 12,2 | 3,5 |
| Фоновая точка | 1,26 | 3,97 | 393,5 | 271,3 | 5,7 | 1,5 |

Среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2007 г. [33], рассчитанные по результатам ежедневных наблюдений на 12 метеостанциях (рис. 2.12), составляли (9–17) мкР/ч. Максимальные суточные значения МЭД достигали 25 мкР/ч и были зафиксированы 24 марта, 7 апреля, 22 мая и 4 июня в п. Хомутово.

Среднегодовое значение МЭД на границе СЗЗ [32] в 2007 г. составило 11 мкР/ч, что соответствует естественному радиационному фону.

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг Ангарского электролизно-химического комбината в 2007 г. была стабильной. Влияние АЭХК на радиационную обстановку в близлежащих населенных пунктах выражается в присутствии в приземной атмосфере радионуклидов урана, объемная активность которых в 100 раз ниже допустимой по НРБ-99.

Список литературы к разделу 2

1. Брыкин С.Н., Серебряков И.С. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома в 2007 году. – М.: ФГУП ВНИИХТ, 2008.
2. Брыкин С.Н., Серебряков И.С. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома в 2006 году. – М.: ФГУП ВНИИХТ, 2007.
3. Фетисов В.И. Производственное объединение «Маяк» – из истории развития. – Вопросы радиационной безопасности, 1996, № 1, с. 5–10.
4. Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. – М.: ЦНИИАтоминформ, 1994.
5. Глаголенко Ю.В., Дзекуп Е.Г., Дрожко Е.Г. и др. Стратегия обращения с радиоактивными отходами на производственном объединении «Маяк». – Вопросы радиационной безопасности, 1996, № 2, с. 3–10.

6. Мокров Ю.Г. Анализ прогноза стока стронция-90 с водами р. Теча. – Известия ВУЗов. Ядерная энергетика, 2004, №4, с. 43–49.
7. Кузнецов В.М. Основные проблемы и современное состояние безопасности предприятий ядерного топливного цикла РФ. – М., 2002. (<http://www.atomsafe.ru/ntc/doclad.htm>)
8. Глаголенко Ю.В., Дрожко Е.Г., Ровный С.И., Бакуров А.С., Мокров Ю.Г., Сметанина Е.Б., Антонова Т.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП ПО «Маяк» в 2007 году. Отчет. – Озерск: ФГУП ПО «Маяк», 2008.
9. Глаголенко Ю.В., Дрожко Е.Г., Ровный С.И., Бакуров А.С., Мокров Ю.Г., Сметанина Е.Б., Стукалов П.М. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП ПО «Маяк» в 2005 году. Отчет. – Озерск: ФГУП ПО «Маяк», 2006.
10. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999.
11. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). – М.: Апрохим, 2000.
12. Банникова О.А., Широкова Н.В., Осинцева Т.Н. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2007 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2008.
13. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2006 году. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – Н.-Новгород: Вектор ТиС, 2007. – 280 с.
14. Трансурановые элементы в окружающей среде. Под ред. У.С. Хенсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
15. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.3.2.560-96). – М., 1997.
16. Славская Л.А., Козлова Н.Н. Отчёт Среднесибирского УГМС по контролю за радиоактивным загрязнением окружающей среды на территории 100-км зоны Красноярского ГХК в 2007 году. – Красноярск: СредСибгидромет, 2008.
17. Шишлов А.Е., Савицкий Ю.В. Справка о радиэкологической обстановке в районе размещения ГХК за 2007 год. – Железногорск: ГХК, 2008.
18. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2006 году. – М.: Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, 2007.
19. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Костин П.П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. – М.: ИздАТ, 1994.
20. Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д. и др. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории Сибирского региона в 2007 году. – Новосибирск: ЗапСибгидромет, 2008.
21. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96). Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.054 – 96. Госкомсанэпиднадзор России. – М., 1996.
22. Зиненко В.И., Чирков В.А., Котова О.П. и др. Оценка радиационной обстановки на территории Сибирского региона в 2002 году. Ежегодник. – Новосибирск: ЗапСибгидромет, 2003.
23. Чирков В.А., Котова О.П., Крутовский А.О., Башкиров Н.И., Чагина Н.Д. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории Томской области в 2007 г. В кн.: Обзор радиоак-

- тивного загрязнения окружающей среды на территории Сибирского региона в 2007 году. – Новосибирск: ЗапСибгидромет, 2008.
24. Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д. и др. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2003 году. Обзор. – Новосибирск: ЗапСибгидромет, 2004.
25. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 274 с.
26. Методические указания по отбору проб снега на метеорологических станциях Росгидромета.
27. Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д., Ягубкин А.Е. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории Новосибирской области в 2007 году. В кн.: Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории Сибирского региона в 2007 году. – Новосибирск: ЗапСибгидромет, 2008.
28. Состояние окружающей среды Новосибирской области в 2002 году. – Доклад под ред. А.И. Петрик. – Новосибирск, 2003.
29. Бобошко В.И. Анализ радиационного воздействия объектов ОАО «ППГХО» на окружающую природную среду в районе деятельности его. – Краснокаменск: ОАО «ППГХО», 2008.
30. Тодорова Г.А., Никифорова Г.И., Макарьевская Т.П. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей природной среды на территории деятельности Забайкальского УГМС за 2007 год. – Чита: Забайкальское УГМС, 2008.
31. Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В. Радиационная обстановка на территории дальневосточного региона в 2007 году. Ежегодник. – Владивосток: Приморское УГМС, 2008.
32. Козлов А.А. Информация о радиационной обстановке в районе АЭХК в 2007 г. – Ангарск: ФГУП «АЭХК», 2008.
33. Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Андриевская А.В., Кротова В.И., Исакова Ф.С. Радиационная обстановка на территории Иркутской области в 2007 году. Ежегодник. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2008.

3. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ И ПУНКТОВ ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Кроме предприятий ядерно-топливного цикла, к РОО относится достаточно большое количество предприятий, использующих в своей работе ядерные реакторы, источники ионизирующих излучений или радиоактивные материалы. Это научно-исследовательские институты, сбросы и выбросы которых могут содержать радионуклиды, судоремонтные заводы ВМФ, базы военного и гражданского атомного флота, а также пункты захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) и другие объекты.

Радиационный мониторинг окружающей среды вокруг них осуществляет Росгидромет посредством стационарных наблюдений в радиусе до 100 км и маршрутных обследований в радиусе до 30 км. Вместе с данными Росгидромета в разделе представлены материалы служб радиационной безопасности некоторых предприятий, полученные ими в процессе радиационного контроля окружающей среды в санитарно-защитных зонах (СЗЗ) и зонах наблюдения (ЗН) этих предприятий.

3.1. РОО г. Северодвинска

Радиационно опасные объекты на территории Архангельской области сосредоточены, в основном, в г. Северодвинске. Здесь, в Двинском заливе Белого моря расположены ФГУП «ПО «Севмаш», ГУП МП «Звездочка» (судоремонтный завод), Беломорская ВМБ. На этих РОО осуществляется строительство, обслуживание, ремонт морских судов с ядерными реакторами на борту, а также хранятся радиоактивные отходы (могильник «Миронова Гора»), проводится отстой и частичная утилизация атомных подводных лодок.

Радиационный мониторинг вокруг ПО «Севмаш» и других РОО г. Северодвинска осуществляет Северное УГМС (Архангельский ЦГМС-Р). В 2007 г. Северным УГМС [1] проводился радиационный мониторинг следующих параметров, характеризующих радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на двух станциях в г.г. Архангельске и Северодвинске (рис. 3.1). Пробы отбирались непрерывно с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией одни сутки;
- радиоактивности атмосферных выпадений на двух станциях в г.г. Архангельске и Онеге (рис. 3.1). Пробы отбирались ежесуточно с помощью планшетов без бортиков с площадью 0,3 м² с экспозицией проб одни сутки;
- содержания трития в атмосферных осадках в г. Архангельске и в пробах воды в р. Северная Двина (п. Соломбала);
- содержания ⁹⁰Sr в поверхностных водах в устьях рек Онега (п. Порог) и Северная Двина (п. Соломбала), а также в Белом море – в 5 точках;
- содержания γ -излучающих радионуклидов в донных отложениях Двинского залива Белого моря в районе г. Северодвинска в 10 точках один раз в год;

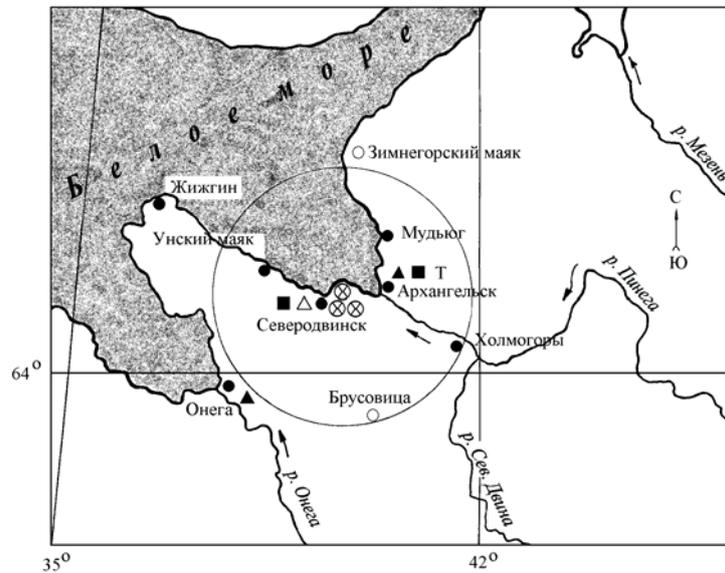


Рис. 3.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- Δ – планируемые наблюдения;
- ⊗ – радиационно опасные объекты;
- T – сбор атмосферных осадков.

– содержания радионуклидов в почве и растительности в 25 точках, а также в снеге в 11 точках во время маршрутных обследований в 30-км зоне РОО (рис. 3.2);

– мощности экспозиционной дозы γ -излучения ежедневно на шести стационарных станциях (рис. 3.1), а также во время проведения маршрутной γ -съемки.

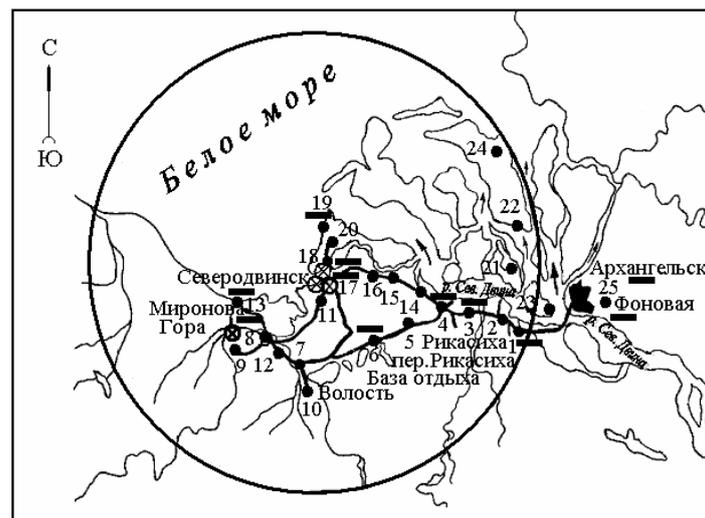


Рис. 3.2. Карта-схема обследования 30-км зоны РОО г. Северодвинска:

- ⊗ – радиационно опасные объекты;
- – точки отбора проб почвы и растительности;
- — точки отбора проб снега.

Измерение содержания $\Sigma\beta$ в пробах проводился Северным УГМС на радиометрах типа РУБ-01П. Радионуклидный состав проб определялся на сцинтилляционном γ -спектрометре в

Северном УГМС и на γ -спектрометре фирмы «ORTEC» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P в НПО «Тайфун». Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом в НПО «Тайфун». Анализ проб на содержание трития также проводился в НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра «QUANTULUS-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДРГ-01Т, ДБГ-01Н, ДКГ-03Д «Грач».

Приземная атмосфера

Величины среднемесячных и максимальных суточных объемных активностей $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы 100-км зоны РОО в 2007 г., а также средние величины объемных активностей по всему Северному УГМС приведены в табл. 3.1 [1]. Из табл. 3.1 видно, что в 2007 г. среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы изменялась в г. Архангельске в пределах $(3,8-6,8)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $(3,1-7,4)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $5,0\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $4,2\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно, что в 3–4 раза ниже среднемесячной объемной активности $\Sigma\beta$ по территории России в 2007 г. ($15,1\cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в 1,2 и 1,4 раза ниже средней по региону ($5,9\cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В 2007 г. в 100-км зоне РОО наблюдалось четыре случая превышения суточного значения объемной активности $\Sigma\beta$ над фоновым в пять и более раз: 27–28 сентября, 04–05 октября в Архангельске ($31,9\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $24,9\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при соответствующих фоновых значениях $5,2\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $4,5\cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и 04–05, 09–10 октября в Северодвинске ($26,2\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $23,6\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом значении $3,9\cdot 10^{-5}$ Бк/м³). По результатам γ -спектрометрического анализа техногенных радионуклидов в пробах повышенной активности обнаружено не было.

Таблица 3.1

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м³) в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2007 г. (данные Северного УГМС)

| Месяц | | Архангельск | | Онега | Северодвинск | Среднее по Северному УГМС | |
|----------|---------|-------------|------------|------------|--------------|---------------------------|------------|
| | | Р | q | Р | q | Р | q |
| Январь | с | 1,5 | 3,8 | 1,0 | 3,1 | 1,0 | 4,2 |
| | м | 7,4 | 12,2 | 5,8 | 9,4 | 12,5 | 33,4 |
| Февраль | с | 1,6 | 4,8 | 0,7 | 3,4 | 1,0 | 5,2 |
| | м | 10,0 | 11,4 | 4,9 | 5,5 | 17,0 | 41,8 |
| Март | с | 1,1 | 4,3 | 0,6 | 3,5 | 0,8 | 6,1 |
| | м | 7,2 | 13,1 | 6,4 | 14,9 | 12,6 | 60,9 |
| Апрель | с | 0,6 | 4,1 | 0,8 | 3,9 | 0,7 | 4,8 |
| | м | 2,5 | 9,6 | 5,1 | 8,6 | 5,2 | 26,5 |
| Май | с | 1,1 | 4,4 | 0,8 | 4,4 | 0,7 | 6,0 |
| | м | 2,8 | 8,8 | 3,3 | 13,9 | 4,9 | 34,3 |
| Июнь | с | 1,0 | 4,7 | 0,7 | 3,5 | 0,6 | 6,0 |
| | м | 7,1 | 11,4 | 3,1 | 7,3 | 7,1 | 55,5 |
| Июль | с | 0,7 | 6,0 | 0,4 | 4,1 | 0,4 | 5,3 |
| | м | 3,8 | 13,8 | 3,4 | 9,4 | 4,6 | 38,3 |
| Август | с | 0,4 | 5,2 | 0,3 | 4,4 | 0,4 | 5,6 |
| | м | 2,4 | 14,3 | 1,0 | 10,9 | 4,4 | 42,1 |
| Сентябрь | с | 0,7 | 5,4 | 0,5 | 3,9 | 0,6 | 6,4 |
| | м | 3,6 | 31,9 | 2,5 | 13,8 | 5,4 | 56,2 |
| Октябрь | с | 0,9 | 6,8 | 0,9 | 7,4 | 0,8 | 7,4 |
| | м | 4,2 | 24,9 | 2,9 | 26,2 | 6,2 | 48,3 |
| Ноябрь | с | 1,2 | 6,4 | 0,7 | 6,1 | 0,9 | 7,3 |
| | м | 4,5 | 17,3 | 3,4 | 16,4 | 6,2 | 91,3 |
| Декабрь | с | 1,1 | 4,3 | 0,5 | 2,4 | 0,7 | 6,2 |
| | м | 3,7 | 17,0 | 2,2 | 5,0 | 4,6 | 75,5 |
| Среднее: | 2007 г. | 1,0 | 5,0 | 0,7 | 4,2 | 0,7 | 5,9 |
| | 2006 г. | 0,7 | 4,8 | 0,7 | 3,6 | 0,9 | 4,2 |

Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземной атмосфере в 100-км зоне РОО в 2007 г., а также динамика изменения этих величин за период 2003–2007 гг. приведены в табл. 3.2. Из табл. 3.2 видно, что среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха в 100-км зоне РОО в 2007 г. составила: в г. Архангельске – $2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $4,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Самая высокая объемная активность ^{137}Cs наблюдалась в г. Северодвинске в третьем квартале – $14,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ [1]. В г. Северодвинске среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2007 г. была в 1,7 раза выше, чем в г. Архангельске, и в 2 раза выше средневзвешенной объемной активности по территории Севера ЕТР.

Таблица 3.2

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Северодвинска, 10^{-7} Бк/м³ (данные НПО «Тайфун»)

| Пункт наблюдения | Год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. | Среднее за год | Средневзвешенное по территории Севера ЕТР |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|---|
| $^{137}\text{Cs}^*$ | | | | | | | |
| Архангельск | 2003 | 5,2 | 4,5 | 6,2 | 4,0 | 5,0 | 4,5 |
| | 2004 | 5,1 | 5,9 | 2,7 | 3,7 | 4,4 | 3,8 |
| | 2005 | 4,6 | 0,46 | 3,5 | 6,2 | 3,7 | 3,9 |
| | 2006 | 5,5 | 4,4 | 4,7 | 3,4 | 4,5 | 3,4 |
| | 2007 | 2,9 | 2,1 | 2,7 | 2,7 | 2,6 | 2,1 |
| Северодвинск | 2003 | 2,9 | 2,8 | 3,1 | 1,6 | 2,6 | 4,5 |
| | 2004 | 2,5 | 1,4 | 3,1 | 1,2 | 2,1 | 3,8 |
| | 2005 | 1,9 | 1,8 | 0,5 | 4,8 | 2,3 | 3,9 |
| | 2006 | 2,0 | 2,1 | 4,6 | 0,5 | 2,3 | 3,4 |
| | 2007 | 0,7 | 1,2 | 14,0 | 1,5 | 4,4 | 2,1 |
| ^{90}Sr | | | | | | | |
| Архангельск | 2003 | 4,2 | 3,6 | 2,2 | 2,7 | 3,2 | 1,1 |
| | 2004 | 3,8 | 5,3 | 3,5 | 4,2 | 4,2 | 1,1 |
| | 2005 | 5,6 | 2,2 | 2,0 | 4,5 | 3,6 | 1,0 |
| | 2006 | 3,5 | 4,9 | 2,5 | 5,6 | 4,1 | 1,0 |
| | 2007 | 4,1 | 2,5 | 1,8 | 2,3 | 2,7 | 0,9 |
| Северодвинск | 2003 | 0,74 | 0,63 | 0,42 | 0,23 | 0,51 | 1,1 |
| | 2004 | 0,73 | 0,82 | 0,63 | 0,58 | 0,69 | 1,1 |
| | 2005 | 0,59 | 0,64 | 0,32 | 0,22 | 0,44 | 1,0 |
| | 2006 | 0,83 | 0,25 | 0,44 | 0,28 | 0,45 | 1,0 |
| | 2007 | 0,41 | 0,52 | 0,29 | 0,27 | 0,37 | 0,9 |

Примечание: * – данные Северного УГМС и НПО «Тайфун».

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г.г. Архангельске и Северодвинске в 2007 г. составляла соответственно $2,7 \cdot 10^{-7}$ и $0,37 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ при средневзвешенной объемной активности этого радионуклида по территории Севера ЕТР равной $0,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В среднем, в г. Архангельске в 2007 г., как и в предыдущие годы, объемная активность ^{90}Sr была в 3 раза выше фоновой для Севера ЕТР, а в г. Северодвинске – в 2,4 раза ниже фоновой величины. Указанные значения объемных активностей в этих двух пунктах были на шесть – семь порядков ниже допустимой объемной активности для населения по НРБ-99 [2].

Среднегодовые величины суточных выпадений $\Sigma\beta$ на подстилающую поверхность в 100-км зоне РОО в 2007 г. (см. табл. 3.1) не превышали среднегодовых значений по Северному УГМС. Случаев повышенных радиоактивных выпадений $\Sigma\beta$ (в десять и более раз выше фоновых) не отмечалось.

Сумма годовых выпадений ^{137}Cs на территории деятельности Северного УГМС уменьшилась по сравнению с 2006 г. в 1,2 раза и составила $0,34 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$. Это величина не превышает средневзвешенных по территории РФ выпадений ^{137}Cs в 2007 г. (см. раздел 1.1).

Годовые выпадения трития с осадками в г. Архангельске в 2007 г. составили 1460 Бк/м^2 (при годовом количестве осадков 653 мм). Наибольшие выпадения трития наблюдались с мая по сентябрь с максимальным значением в июне – $306 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{месяц}$. Среднемесячная объемная активность трития в осадках в 2007 г. изменялась в диапазоне от 1,2 до 3,3 Бк/л при среднегодовом значении 2,0 Бк/л, что не превышает фонового уровня (см. раздел 1.1 табл. 1.10) для территории России.

Вода, донные отложения

Содержание ^{90}Sr в воде в устьях рек Северная Двина и Онега по результатам радиохимического анализа, проведенного ГУ «НПО «Тайфун», приведено в табл. 3.3. Там же для сравнения дано среднее значение объемной активности ^{90}Sr в реках ЕТР. Из приведенных в табл. 3.3 данных видно, что среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в указанных реках в 2007 г. были ниже фоновых значений для рек ЕТР и составляли 4,9 и 5,2 мБк/л соответственно.

Таблица 3.3

Объемная активность ^{90}Sr в речной воде в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Северодвинска в 2007 г., мБк/л (данные НПО «Тайфун»)

| Место отбора пробы | Дата отбора пробы | Объемная активность |
|-------------------------------------|-------------------|---------------------|
| р. Северная Двина (п. Соломбала) | 20.03 | 7,1 |
| | 17.04 | 4,4 |
| | 16.05 | 1,4 |
| | 08.06 | 3,8 |
| | 22.08 | 6,2 |
| | 07.11 | 6,5 |
| Среднее: | 2007 г. | 4,9 |
| | 2006 г. | 5,6 |
| р. Онега (п. Порог) | 09.03 | 5,6 |
| | 05.04 | 2,8 |
| | 29.04 | 4,8 |
| | 03.06 | 6,4 |
| | 07.08 | 7,3 |
| | 12.10 | 4,5 |
| Среднее: | 2007 г. | 5,2 |
| | 2006 г. | 5,7 |
| Среднее по ЕТР: | 2007 г. | 5,6 |
| | 2006 г. | 6,1 |

Объемная активность трития в р. Северная Двина мало изменяется от года к году (см. табл. 3.4) и не превышает среднюю объемную активность данного радионуклида для рек России (см. раздел 1.1).

Таблица 3.4

Объемная активность трития в р. Северная Двина, Бк/л (данные НПО «Тайфун»)

| Год | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ^3H | 1,9 | 2,4 | 2,0 | 2,4 | 2,0 | 1,9 | 2,5 | 2,2 |

Мониторинг загрязнения вод Белого моря ^{90}Sr в 2007 г. проводился на четырех гидрологических станциях (географические координаты точек отбора проб см. в табл. 3.5). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в Белом море (табл. 3.5) в 2007 г. уменьшилась в 1,2 раза по сравнению с 2006 г. и составила 3,0 мБк/л. Пространственное распределение ^{90}Sr в поверхностных водах моря относительно однородное с изменением объемной активности в диапазоне 2,4–3,6 мБк/л.

Таблица 3.5

Объемная активность ^{90}Sr в водах Белого моря в 2006–2007 гг., мБк/л

| Координаты места отбора проб | 2007 г. | | 2006 г. | |
|------------------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|
| | Дата отбора | Объемная активность | Дата отбора | Объемная активность |
| 64° 44' с.ш., 39° 24' в.д. | 05.11 | 2,8 | 29.05 | 2,2 |
| 64° 00' с.ш., 37° 40' в.д. | 11.11 | 2,8 | 21.10 | 4,3 |
| 66° 40' с.ш., 33° 22' в.д. | 25.10 | 3,4 | 15.10 | 3,6 |
| 66° 08' с.ш., 40° 20' в.д. | 27.06 | 3,6 | 24.07 | 3,5 |
| 65° 39' с.ш., 36° 26' в.д. | 03.11 | 2,8 | 11.10 | 4,3 |
| 65° 39' с.ш., 36° 26' в.д. | 03.11 | 2,4 (придонное) | 11.10 | * (придонное) |
| Среднее за год | | 3,0 | | 3,6 |

Примечание: * – измерения не проводились.

Радионуклидный анализ проб поверхностного слоя донных отложений, отобранных Северным УГМС в 10 точках морского дна Двинского залива Белого моря в районе г. Северодвинска, производится в НПО «Тайфун». Расположение точек отбора проб донных отложений в районе Северодвинска было приведено в [3]. Содержание ^{137}Cs в донных отложениях в точках отбора проб в 2007 г. с указанием географических координат этих точек приведено в табл. 3.6. Из γ -излучателей техногенного происхождения за весь период наблюдений в пробах был обнаружен только ^{137}Cs .

Таблица 3.6

Удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях (поверхностный слой) Двинского залива Белого моря в районе г. Северодвинска в 2007 г., Бк/кг в.-с.

| Место отбора проб | Координаты места отбора | Дата отбора | Глубина моря, м | Удельная активность |
|-------------------|--------------------------------|-------------|-----------------|---------------------|
| 1 | 64°39'05" с.ш., 39°35'06" в.д. | 28.06 | 9 | 4,9 ± 0,2 |
| 2 | 64°41'04" с.ш., 39°38'05" в.д. | 28.06 | 9 | 8,5 ± 0,5 |
| 3 | 64°44'03" с.ш., 39°35'06" в.д. | 28.06 | 10 | 2,4 ± 0,2 |
| 4 | 64°44'03" с.ш., 39°38'06" в.д. | 28.06 | 12 | 3,6 ± 0,2 |
| 5 | 64°42'08" с.ш., 39°35'00" в.д. | 28.06 | 11 | 2,9 ± 0,2 |
| 6 | 64°41'01" с.ш., 39°31'06" в.д. | 28.06 | 11 | 3,6 ± 0,3 |
| 7 | 64°40'00" с.ш., 39°29'00" в.д. | 28.06 | 11 | 3,7 ± 0,3 |
| 8 | 64°38'01" с.ш., 39°25'00" в.д. | 28.06 | 7 | 4,8 ± 0,3 |
| 9 | 64°36'08" с.ш., 39°28'00" в.д. | 28.06 | 9 | 10,4 ± 0,5 |
| 10 | 64°38'09" с.ш., 39°32'00" в.д. | 28.06 | 9 | 9,1 ± 0,3 |
| Среднее: | | | | 5,4 |

Из приведенных в табл. 3.6 данных видно, что ^{137}Cs в донных отложениях распределен не равномерно, минимальное и максимальное содержание ^{137}Cs отличаются в 4 раза. Однако средняя удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях, измеряемая с 1994 г., имеет тенденцию к уменьшению (табл. 3.7). В 2007 г. содержание ^{137}Cs в пробах по сравнению с 1994–1997 гг. уменьшилось в 1,9 раза. Наблюдаемые в настоящее время уровни загрязнения донных отложений

^{137}Cs характерны для глобального источника загрязнения, из чего следует, что деятельность РОО в районе Северодвинска не увеличивает уровень загрязнения γ -излучателями донных отложений прилегающей акватории Двинского залива Белого моря.

Таблица 3.7

Динамика изменения удельной активности ^{137}Cs в донных отложениях Двинского залива Белого моря, Бк/кг в.-с.

| Год | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Удельная активность | 10,9 | 6,6 | 8,6 | 5,9 | 7,1 | 3,1 | - | 4,7 | 5,8 | 5,4 |

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Почва, растительность

В 2007 г. Северным УГМС [1] проводились маршрутные обследования 30-км зоны вокруг РОО, расположенных в г. Северодвинске, посредством γ -съемки местности и отбора проб объектов природной среды как в летний период с отбором проб растительности и почвы, так и в зимний период с отбором проб снега. Гамма-съемка местности производилась по 8 маршрутам вдоль проезжих дорог через каждые 2 км. Карта-схема маршрутов представлена на рис. 3.2. Всего в 30-км зоне РОО в период с июня по сентябрь было отобрано по 25 проб почвы и растительности. Пробы почвы отбирались на глубину 5 см. В отобранных пробах определялось содержание ^{137}Cs , ^{232}Th , ^{226}Ra и ^{40}K . При отборе проб измерялась МЭД на высоте 1 м и 1 см от поверхности почвы. Данные измерений представлены в табл. 3.8. Из табл. 3.8 видно, что удельная активность ^{137}Cs , как основного радионуклида техногенного происхождения, составляла: в почве от 0,6 до 17,5 Бк/кг, в растительности – от предела обнаружения до 28,4 Бк/кг. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в 2007 г. находилась в пределах колебания глобального фона для территории России. Содержание ^{232}Th , ^{226}Ra и ^{40}K в почве было на фоновом уровне. Удельная активность $\Sigma\beta$ в пробах растительности изменялась в интервале от 81,8 до 418,2 Бк/кг. Значения МЭД, измеренные при отборе проб почвы и растительности, варьировали от 8 до 13 мкР/ч [1], что соответствует уровням естественного γ -фона.

Отбор проб снега проводился [1] в марте, перед началом весеннего снеготаяния. Было отобрано 11 проб снега в точках с устойчивым снежным покровом. Значения МЭД, измеренные в точках отбора проб, колебались в пределах от 7 до 10 мкР/ч. Объемная активность $\Sigma\beta$ составила от $< 0,02$ до 1,54 Бк/л. Максимальная плотность радиоактивного загрязнения наблюдалась в т. 13 (рис. 3.2) – 44,6 Бк/м², минимальная в т. 4 (рис. 3.2) – 0,36 Бк/м². По результатам γ -спектрометрического анализа проб снега техногенных радионуклидов не обнаружено.

Среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения на шести стационарных станциях в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска [1] в течение всего 2007 г. соответствовали естественному γ -фону и колебались в пределах (9–13) мкР/ч. Максимальные значения МЭД не превышали 16 мкР/ч.

Радиационный мониторинг в СЗЗ и ЗН ФГУП «ПО «Севмаш» осуществляется отделом ядерной и радиационной безопасности (ОЯРБ) самого предприятия [4]. В 2007 г. ОЯРБ ФГУП «ПО «Севмаш» проводился радиационный контроль окружающей среды путем измерений:

**Удельная активность радионуклидов в 5-см слое почвы и в растительности
в 30-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2007 г., Бк/кг
(данные Северного УГМС)**

| Место отбора пробы (рис. 3.2) | Дата отбора | Почва | | | | Растительность | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----|
| | | ¹³⁷ Cs | ²³² Th | ²²⁶ Ra | ⁴⁰ K | ¹³⁷ Cs | ²³² Th | ²²⁶ Ra | ⁴⁰ K | Σβ |
| т. 1 – Малое Тайнокурье | 18.07 | 1,8 | 6,7 | 6,9 | 203 | н | 6,6 | н | 577 | 234 |
| т. 2 – Цигломень | 18.07 | 4,8 | 5,3 | 6,3 | 180 | 2,4 | 3,1 | н | 314 | 116 |
| т. 3 – Лайский Док | 18.07 | 1,7 | 4,4 | 5,3 | 174 | 8,9 | 8,2 | 1,7 | 614 | 221 |
| т. 4 – Рикасиха | 18.07 | 1,8 | 9,8 | 10,7 | 328 | 2,6 | 2,6 | н | 714 | 239 |
| т. 5 – переезд, ст. Рикасиха | 11.07 | 1,8 | 2,1 | 2,2 | 296 | 7,1 | 2,2 | н | 339 | 248 |
| т. 6 – база отдыха | 11.07 | 1,4 | 7,6 | 7,6 | 174 | 28,4 | 4,7 | н | н | 82 |
| т. 7 – Урочище Конецбор | 11.07 | 4,9 | 14,3 | 15,3 | 374 | н | 9,6 | н | 654 | 293 |
| т. 8 – Миронова Гора | 11.07 | 1,0 | 13,9 | 12,1 | 448 | н | 2,8 | н | 924 | 314 |
| т. 9 – у р. Солза | 11.07 | 1,4 | 20,6 | 11,3 | 520 | 1,9 | 7,0 | н | 566 | 207 |
| т. 10 – волость | 11.07 | 2,8 | 41,6 | 20,8 | 831 | н | 0,1 | н | 545 | 221 |
| т. 11 – Северодвинск (ул. Морская) | 25.07 | 2,0 | 10,1 | 7,0 | 333 | н | 10,9 | н | 722 | 282 |
| т. 12 – после Мироновой Горы | 25.07 | 4,9 | 4,3 | 1,9 | 289 | 1,8 | 7,8 | н | 571 | 209 |
| т. 13 – переезд у д. Солза (у озера) | 25.07 | 1,82 | 1,7 | 3,0 | 211 | 0,7 | н | н | 428 | 286 |
| т. 14 – дачи | 18.07 | 2,1 | 10,8 | 8,2 | 270 | н | 3,7 | н | 612 | 248 |
| т. 15 – садовые участки | 18.07 | 5,4 | 10,8 | 9,1 | 269 | 0,5 | 2,1 | н | 553 | 223 |
| т. 16 – заправка | 18.07 | 0,6 | 9,0 | 9,7 | 304 | н | н | 1,4 | 470 | 236 |
| т. 17 – гаражи | 25.07 | 0,9 | 9,7 | 9,5 | 341 | н | 3,3 | н | 649 | 418 |
| т. 18 – обелиск | 25.07 | 17,5 | 14,3 | 10,3 | 295 | н | 5,4 | н | 526 | 198 |
| т. 19 – военная часть | 25.07 | 10,4 | 7,0 | 7,6 | 246 | 5,6 | 2,8 | н | 600 | 239 |
| т. 20 – развилка к р. Ягорка | 25.07 | 1,14 | 4,6 | 7,2 | 235 | 1,6 | 7,0 | н | 601 | 261 |
| т. 21 – о. Андрианов | 08.08 | 2,8 | 10,7 | 11,2 | 304 | 3,3 | 5,5 | н | 560 | 255 |
| т. 22 – о. Тиноватик | 08.08 | 0,9 | 12,6 | 12,4 | 356 | н | н | н | 367 | 214 |
| т. 23 – о. Кего | 08.08 | 4,0 | 9,6 | 11,7 | 265 | н | 0,9 | н | 261 | 157 |
| т. 24 – о. Никольский | 08.08 | 3,1 | 8,6 | 7,9 | 220 | н | н | 0,5 | 301 | 198 |
| т. 25 – фон Юрос | 30.07 | 7,6 | 13,4 | 10,9 | 379 | н | 7,9 | н | 487 | 250 |
| Среднее | | 3,5 | 10,5 | 9,0 | 314 | < 5,4 | < 5,0 | < 1,2 | 540 | 234 |

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ (район цеха 9 предприятия и на первой набережной) и ЗН (город – цех 19 предприятия). Отбор проб аэрозолей атмосферного воздуха производился с помощью ФВУ. В качестве фильтра использовалась ткань Петрянова марки ФПП-15-1,5;
- радиоактивности атмосферных выпадений. Для сбора выпадений использовались баки-сборники с площадью сбора 0,25 м² и высотой стенки 0,1 м с экспозицией проб 1 месяц;
- удельной активности Σβ в морской воде (по акватории предприятия), в водорослях и в растительности;
- удельной активности Σβ в почве. Отбирался слой почвы на глубину 5 см специальным пробоотборником;
- мощности экспозиционной дозы γ-излучения. В СЗЗ контролировались набережные, вахты предприятия, столовые, пути движения работников по территории предприятия, в ЗН – пути движения работников в парке между городом и предприятием.

Данные ОЯРБ по содержанию радионуклидов в объектах окружающей среды в СЗЗ и ЗН ПО «Севмаш» в 2007 г. приведены в табл. 3.9 [4].

Таблица 3.9

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения ПО «Севмаш» в 2007 г. (данные ОЯРБ ПО «Севмаш»)

| Место отбора проб | $\Sigma\beta$ | | ^{137}Cs | ^{90}Sr | ^{60}Co |
|--|---------------|---------|-------------------|------------------|------------------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2007 г. | 2007 г. |
| Атмосферные аэрозоли, 10^{-5} Бк/м³ | | | | | |
| СЗЗ (р-н цеха 9 предприятия) | 11,0 | 9,0 | < 5,0 | < 0,5 | < 5,0 |
| СЗЗ (первая набережная) | 48,0 | 41,0 | < 5,0 | < 0,5 | < 5,0 |
| ЗН (город, р-н цеха 19 предприятия) | 14,0 | 13,0 | < 5,0 | < 0,5 | < 5,0 |
| Атмосферные выпадения, Бк/м²·год | | | | | |
| СЗЗ (р-н цеха 9 предприятия) | 174,1 | 166,7 | - | - | - |
| СЗЗ (плавдебаркадер Печора) | 59,8 | 66,1 | - | - | - |
| ЗН (город, р-н цеха 19 предприятия) | 116,1 | 76,1 | - | - | - |
| Почва, Бк/кг | | | | | |
| СЗЗ | 370 | 338,0 | - | - | - |
| ЗН | 434 | 429,0 | - | - | - |
| Растительность, Бк/кг | | | | | |
| СЗЗ (береза, напротив здания ПКБ) | 227 | 309,0 | - | - | - |
| ЗН (береза в городе, территория цеха 19) | 335 | 319,0 | - | - | - |
| СЗН (тополь напротив ПКБ) | 396 | 412,0 | - | - | - |
| СЗН (тополь напротив поликлиники предприятия) | 407 | 582 | - | - | - |
| Водоросли и гидробионты, Бк/кг | | | | | |
| СЗЗ (морские черви) | - | 42 | - | - | - |
| СЗЗ (водоросли) | 683 | 671 | - | - | - |

Примечание: - - нет данных.

Как видно из табл. 3.9 среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН ПО «Севмаш» в 2007 г. оставалась на уровне 2006 г. и в 1,3–5,5 раза превышала средневзвешенную объемную активность $\Sigma\beta$ по Северу ЕТР ($8,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Наибольшая объемная активность $\Sigma\beta$ ($48 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалась в СЗЗ в районе первой набережной и была в 3,4–4,4 раза выше, чем в других точках. Среднемесячная объемная активность ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{60}Co в СЗЗ и ЗН была ниже минимально-детектируемой активности, которая для ^{137}Cs и ^{60}Co составляла $5,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а для ^{90}Sr – $0,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ [4]. Выпадения $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН ПО «Севмаш» в 2007 г. не отличались от данных за 2006 г. и не превышали регионального фонового уровня (см. раздел 1.1).

Удельная активность $\Sigma\beta$ в пробах почвы, растительности и водорослей в СЗЗ и ЗН ПО «Севмаш» в 2007 г. (см. табл. 3.9) по данным ОЯРБ предприятия находилась практически на уровне ряда предыдущих лет.

Максимальное значение объемной активности $\Sigma\beta$ в морской воде акватории ПО «Севмаш» в 2007 г. [4] составляло 6,9 Бк/л, минимальное – 0,6 Бк/л, среднее – 4,4 Бк/л, что не отличается от уровня значений ряда предыдущих лет. Техногенные радионуклиды в пробах морской воды по акватории предприятия и в фоновом районе были ниже контрольных уровней, установленных для ПО «Севмаш».

Мощность дозы γ -излучения в СЗЗ предприятия [4] колебалась в пределах от 5 до 60 мкРв/ч, а в ЗН – от 5 до 15 мкРв/ч.

Таким образом, из приведенных данных следует, что влияние РОО г. Северодвинска на радиационную обстановку в 100-км зоне за пределами СЗЗ не выявлено, изменений в 2007 г. по сравнению с предыдущим годом не произошло. Радиационная обстановка была спокойной и не отличалась от обстановки в северном районе ЕТР.

3.2. РОО на территории Мурманской области

В Мурманской области расположено большое количество РОО ядерной энергетики и атомного флота России:

- Кольская атомная электростанция (в эксплуатации 4 реактора);
- Мурманское морское пароходство (в эксплуатации 13 реакторов ледокольного флота и суда атомно-технологического обслуживания) осуществляет хранение и перевозку ОЯТ и РАО;
- ремонтно-технологическое предприятие «Атомфлот» обслуживает атомный ледокольный флот (комплекс по переработке РАО и производства по обращению с РАО и ОЯТ);
- Северный Флот имеет в своем составе 17 войсковых частей, где проводятся работы с РАО и ОЯТ, 3 судоремонтных завода, на которых осуществляется весь комплекс по обслуживанию и ремонту ядерных реакторов, утилизации АПЛ (более 100 реакторов). Основные производства по обслуживанию АПЛ находятся в шести закрытых административно-территориальных образованиях (ЗАО) Мурманской области;
- ФГУП «СевРао» (Росатом РФ) имеет 2 береговые базы, где осуществляется хранение РАО и ОЯТ;
- Мурманский спецкомбинат «Радон» осуществляющий хранение ТРО, в т.ч. источники ионизирующего излучения и радиоактивные вещества от предприятий Архангельской и Мурманской областей, в настоящее время закрыт, проходят мероприятия по подготовке спецкомбината к реконструкции;
- Ловозерский и Ковдорский горно-обогатительные комбинаты, где производят добычу и переработку минерального сырья, обогащенного естественными радиоактивными изотопами;
- судоремонтный завод «Нерпа» (г. Снежногорск), на производственных площадях которого проводится утилизация атомных подводных лодок, выведенных из эксплуатации.

Северное и северо-восточное побережье Кольского полуострова и некоторые губы Кольского залива являются местом дислокации, обслуживания, ремонта и утилизации значительного количества судов с ядерными энергетическими установками, а также временного хранения отработавшего ядерного топлива (в настоящее время здесь хранится около 22 тыс. отработавших высокоактивных сборок ядерного топлива). Поэтому одной из основных экологических проблем Мурманской области является организация безопасного обращения с накопившимися РАО и ОЯТ.

В 2007 г. радиационный мониторинг на территории Мурманской области осуществлялся Мурманским УГМС [5] на 39 основных пунктах контроля (гидрометеорологические станции и посты), в состав которых входят (см. рис. 3.3):

- два пункта отбора проб радиоактивных аэрозолей из приземного слоя атмосферы на фильтр ФПП-15-1,5 с помощью воздухофильтрующих установок;

- девять пунктов отбора проб радиоактивных выпадений с помощью горизонтального планшета: на восьми пунктах – с суточной экспозицией и на одном (ст. Баренцбург) – с недельной;
- один пункт отбора месячных проб атмосферных осадков для определения содержания в них трития;
- один пункт отбора проб морской воды для определения содержания ^{90}Sr ;
- два пункта отбора проб поверхностных вод (оз. Имандра: п. Зашеек, губа Молочная) для определения содержания ^{90}Sr ;
- 35 пунктов измерения мощности экспозиционной дозы γ -излучения, 9 из которых входят в систему АСКРО. Помимо этого МЭД контролировалась с помощью 26 дополнительных постов, входящих в систему АСКРО.

Ежедневные измерения МЭД на основных пунктах контроля проводились с помощью дозиметров ДРГ-06Т, ДРГБ-01-ЭКО-1, ДКГ-03Д «Грач». На основных и дополнительных пунктах контроля радиационной обстановки, входящих в систему АСКРО, для измерения МЭД использовались автоматические датчики непрерывного измерения радиационного фона УДРГ-50 (НТЦ «РИОН»), БДМГ (НПП «ДОЗА»), данные с которых передаются ежечасно [5]. Радионуклидный анализ проб выпадений и аэрозолей проводился с помощью γ -спектрометрической установки Canberra S100.

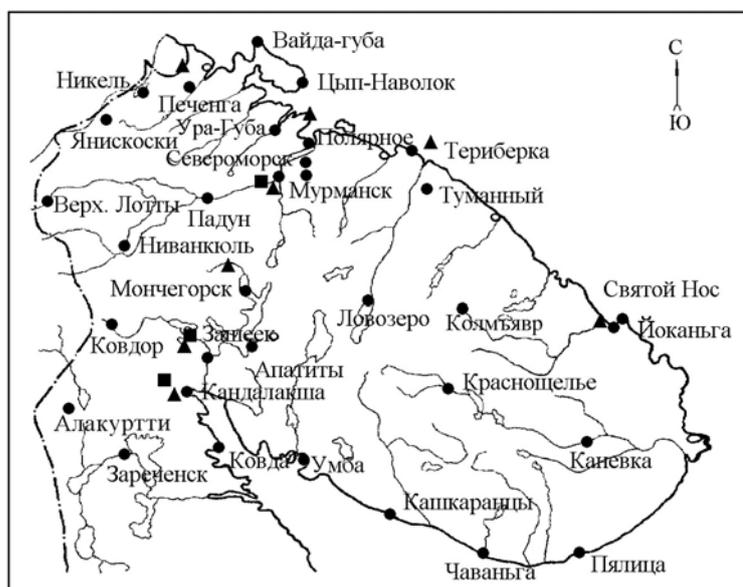


Рис. 3.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга на территории Мурманского УГМС:
● – наблюдения за γ -фоном;
▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
■ – наблюдения за атмосферными аэрозолями.

Радиационная обстановка в окрестностях Кольской АЭС и ПЗРО Мурманского СК «Радон» подробно обсуждается в разделах 4.6 и 3.7 данного Ежегодника.

Непосредственно на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в районах расположения некоторых РОО находятся четыре пункта по измерению МЭД (Мурманск,

Ура-Губа, Полярное, Североморск), три пункта контроля за радиоактивными выпадениями (Мурманск, Печенга, Полярное) и один пункт контроля за объемной активностью радиоактивных аэрозолей (Мурманск).

Приземная атмосфера

Результаты наблюдений за выпадениями и объемными активностями $\Sigma\beta$ в районе расположения РОО представлены в табл. 3.10 [5]. Из табл. 3.10 видно, что среднегодовое значение объемной активности $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в г. Мурманске в 2007 г. уменьшилось в 1,4 раза по сравнению с предыдущим годом и составляло $4,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,7 раза ниже средневзвешенного значения для территории Заполярья в 2007 г. ($7,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ колебалась от $2,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в мае) до $12,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале). В 2007 г. в г. Мурманске наблюдалось два случая превышения суточных значений объемной активности $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями (в 5 и более раз): 26–27 и 27–28 февраля – $42,5 \cdot 10^{-5}$ и $28,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, соответственно, при фоновом значении $4,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Техногенных радионуклидов в пробах повышенной активности обнаружено не было.

Таблица 3.10

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения (Р, Бк/м²·сутки) и объемные активности (q, 10⁻⁵ Бк/м³) $\Sigma\beta$ в районе размещения радиационно опасных объектов на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в 2007 г. (данные Мурманского УГМС)

| Месяц | | Полярное | Печенга | Мурманск | |
|----------|---------|------------|------------|------------|------------|
| | | Р | Р | Р | q |
| Январь | с | 1,6 | 1,6 | 0,7 | 4,8 |
| | м | 3,4 | 4,4 | 2,0 | 19,3 |
| Февраль | с | 1,4 | 1,0 | 0,4 | 12,1 |
| | м | 3,7 | 4,9 | 0,9 | 42,5 |
| Март | с | 1,4 | 1,5 | 0,5 | 7,0 |
| | м | 6,3 | 7,7 | 2,3 | 18,4 |
| Апрель | с | 1,1 | 1,8 | 0,7 | 2,6 |
| | м | 4,4 | 5,7 | 2,9 | 5,2 |
| Май | с | 1,1 | 1,3 | 0,4 | 2,3 |
| | м | 6,4 | 4,3 | 1,7 | 5,3 |
| Июнь | с | 1,1 | 0,9 | 0,4 | 2,4 |
| | м | 3,6 | 2,3 | 0,9 | 4,9 |
| Июль | с | 1,6 | 2,0 | 0,9 | 2,9 |
| | м | 5,5 | 6,2 | 3,3 | 8,7 |
| Август | с | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,9 |
| | м | 5,3 | 6,6 | 5,8 | 6,4 |
| Сентябрь | с | 2,8 | 2,2 | 0,8 | 3,4 |
| | м | 9,7 | 6,7 | 4,9 | 8,2 |
| Октябрь | с | 1,8 | 1,6 | 0,5 | 3,4 |
| | м | 4,7 | 5,7 | 1,2 | 13,6 |
| Ноябрь | с | 2,2 | 1,2 | 0,5 | 4,7 |
| | м | 6,8 | 2,6 | 1,7 | 13,0 |
| Декабрь | с | 1,3 | 1,6 | 0,6 | 3,6 |
| | м | 4,3 | 5,5 | 1,1 | 9,7 |
| Среднее: | 2007 г. | 1,6 | 1,6 | 0,7 | 4,3 |
| | 2006 г. | 1,9 | 1,5 | 0,8 | 6,1 |

Динамика среднегодовых и среднеквартальных объемных активностей ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы г. Мурманска в 2003–2007 гг. представлена в табл. 3.11. Как видно из табл. 3.11, среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Мурманске в 2007 г. снизилась в 3,4 раза по сравнению с предыдущим годом и составила $0,05 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 6,4 раза ниже средневзвешенного значения по территории Заполярья ($0,32 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая

объемная активность ^{137}Cs в 2007 г. ($0,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) уменьшилась в 1,8 раза по сравнению с 2006 г. и была в 2 раза ниже средневзвешенного значения по территории Заполярья ($1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 4,7 раза ниже средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs по территории России (см. раздел 1.1 табл. 1.3).

Таблица 3.11

**Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г. Мурманске, 10^{-7} Бк/м³
(данные Мурманского УГМС и НПО «Тайфун»)**

| Пункт наблюдения | Год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. | Среднее за год | Средневзвешенное по территории Заполярья |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|--|
| ^{137}Cs | | | | | | | |
| Мурманск | 2003 | 2,5 | 0,7 | 1,7 | 1,1 | 1,5 | 0,9 |
| | 2004 | 3,9 | 1,17 | 0,8 | 0,96 | 1,7 | 1,0 |
| | 2005 | 1,6 | 1,2 | 2,1 | 1,3 | 1,6 | 1,6 |
| | 2006 | 1,4 | 1,4 | 1,0 | 0,4 | 1,1 | 1,0 |
| | 2007 | 1,0 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 1,2 |
| ^{90}Sr | | | | | | | |
| Мурманск | 2003 | 0,12 | 1,50 | 0,10 | 0,08 | 0,45 | 0,58 |
| | 2004 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,06 | 0,08 | 0,42 |
| | 2005 | 0,07 | 0,3 | 0,21 | 0,12 | 0,17 | 0,36 |
| | 2006 | 0,09 | 0,2 | 0,38 | 0,05 | 0,17 | 0,27 |
| | 2007 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,32 |

Среднегодовые значения суточных выпадений $\Sigma\beta$ в п.п. Печенга и Мурманск в 2007 г. [5] (см. табл. 3.10) остались примерно на уровне предыдущего года, а в п. Полярное – снизились в 1,2 раза и составляли 0,7–1,6 Бк/м²-сутки. Выпадения $\Sigma\beta$ в п.п. Печенга и Полярное в 2007 г. в 2,3 раза превышали выпадения $\Sigma\beta$ в г. Мурманске и в 1,6 раза средневзвешенное значение для территории Заполярья (см. раздел 1.1 табл. 1.8). Среднемесячные суточные выпадения $\Sigma\beta$ в окрестностях РОО находились в пределах от 0,4 Бк/м²-сутки (в феврале, мае, июне в г. Мурманске) до 2,8 Бк/м²-сутки (в сентябре в п. Полярном). Максимальные среднесуточные выпадения $\Sigma\beta$ (9,7 Бк/м²-сутки) в 2007 г. наблюдались 19–20 сентября в п. Полярное. Случаев повышенных радиоактивных выпадений $\Sigma\beta$ (в 10 и более раз выше фоновых) в 2007 г. в этих пунктах не отмечалось.

Выпадения ^{137}Cs в 2007 г. на территории деятельности Мурманского УГМС составляли 0,15 Бк/м²-год [5], что в 2,9 раза ниже значения 2006 г. (0,43 Бк/м²-год) [6].

Вода и другие объекты окружающей среды

Отбор проб морской воды из Баренцева моря в 2007 г. производился Мурманским УГМС пять раз в году. Радиохимический анализ отобранных проб проводился в НПО «Тайфун». Результаты анализа представлены в табл. 3.12.

Таблица 3.12

**Объемная активность ^{90}Sr в поверхностных и морских водах Мурманской обл., мБк/л
(данные НПО «Тайфун»)**

| оз. Имандра | | | Баренцево море | |
|------------------|------------|---------------|------------------|-------------------------|
| Дата отбора | п. Зашеек | губа Молочная | Дата отбора | 68°37' с.ш. 33°03' в.д. |
| 26.03.2007 | 1,6 | 1,3 | 23.01.2007 | 1,7 |
| 25.05.2007 | 4,1 | 3,0 | 23.01.2007 | 2,5 |
| 16.07.2007 | 2,2 | 2,2 | 16.05.2007 | 1,5 |
| 02.10.2007 | 1,8 | 1,9 | 16.05.2007 | 2,5 |
| 29.10.2007 | 2,2 | 2,2 | 16.05.2007 | 2,4 |
| Среднее: 2007 г. | 2,4 | 2,1 | Среднее: 2007 г. | 2,1 |
| 2006 г. | 1,9 | 2,1 | 2006 г. | 2,3 |

Из табл. 3.12 видно, что объемная активность ^{90}Sr в пробах воды Баренцева моря в 2007 г. колебалась от 1,5 мБк/л до 2,5 мБк/л, при среднем значении 2,1 мБк/л, что находится на уровне значений последних трех лет [7, 8].

Объемная активность ^{90}Sr в пробах воды из оз. Имандра (см. табл. 3.12) в 2007 г. колебалась в диапазоне 1,3–4,1 мБк/л, при среднем значении 2,3 мБк/л, что незначительно превышает среднее значение предыдущего года (2,0 мБк/л).

Содержание трития в атмосферных осадках в Мурманске определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в НПО «Тайфун». В 2007 г. среднемесячная объемная активность трития в осадках варьировала в диапазоне от 0,62 Бк/л (в декабре) до 3,14 Бк/л (в мае). Среднегодовое значение объемной активности трития в 2007 г. находилось на уровне 2006 г. (1,90 Бк/л) и составило 1,91 Бк/л, что в 1,3 раза ниже среднего значения объемной активности трития в осадках по РФ в 2007 г. (2,4 Бк/л).

Радиационный фон на местности

По сравнению с предыдущим годом в 2007 г. мощность экспозиционной дозы γ -излучения на территории Мурманской области существенно не изменилась. Среднегодовые значения МЭД в районах расположения РОО в п.п. Полярное, Мурманск, Ура-Губа и Североморск не отличались от уровней естественного γ -фона и изменялись в диапазоне от 6 мкР/ч (в г. Мурманске) до 10 мкР/ч (в п. Ура-губа) [5]. Максимальные значения МЭД не превышали 13 мкР/ч.

В заключение необходимо отметить, что радиационная обстановка в местах расположения РОО Мурманской области в 2007 г. не изменилась по сравнению с 2006 г.

3.3. РОО на территории Верхне-Волжского региона

На территории Верхне-Волжского региона расположено четыре РОО [9]:

– ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ (г. Саров – бывший Арзамас-16 до 1994 г., Нижегородская область), ядерный центр. В 1949 г. здесь была создана первая советская атомная бомба, а в 1953 г. – водородная;

– ОКБ Машиностроения (г. Н. Новгород) образовано в 1947 г. для создания оборудования для атомной промышленности. С конца 1940-х годов ОКБ активно участвует в создании первых промышленных ядерных реакторов, а с 1954 г. – в разработке и изготовлении опытных образцов реакторов для военно-морского и гражданского флота;

– ПЗРО Нижегородского СК «Радон» (Нижегородская область), которое осуществляет прием радиоактивных отходов от предприятий и учреждений ряда областей, а также из республик Коми, Мордовии и Чувашии;

– ОАО «Чепецкий механический завод» (ЧМЗ) образован в 1946 г. в г. Глазове, в Республике Удмуртия. Это предприятие атомной промышленности по производству обогащенного урана и переработке всех видов природного уранового сырья, металлического циркония, металлического кальция, редких и редкоземельных металлов, сплавов, изделий и химических

соединений на их основе. Предприятие также выпускает технологические каналы для российских АЭС с реакторами РБМК.

По данным [10] в процессе работы РФЯЦ ВНИИЭФ (г. Саров) в воздух выбрасываются ^{210}Po , изотопы урана и плутония. В 2007 г. выбросы ^{210}Po и изотопов урана снизились в 1,7 раза и составили $3,81 \cdot 10^3$ Бк/год и $4,02 \cdot 10^9$ Бк/год соответственно; выбросы нуклидов плутония увеличились в 1,3 раза и составляли $2,01 \cdot 10^5$ Бк/год. При этом выбросы ^{210}Po составили 0,1 % от допустимых выбросов, суммы изотопов урана – 13,6 %, суммы нуклидов плутония – 27,2 %. В сбросах РФЯЦ ВНИИЭФ присутствуют изотопы урана [10]. Их содержание в сбросах предприятия в 2007 г. незначительно увеличилось и составляло за год – $4,63 \cdot 10^7$ Бк (0,8 % от допустимых сбросов).

Газоаэрозольные выбросы ОАО «Чепецкий механический завод» содержат изотопы урана, тория, ^{226}Ra [10]. В 2007 г. выбросы радионуклидов на ЧМЗ снизились в 1,6–2,3 раза по сравнению с предыдущим годом и составили за год: изотопы урана – $7,09 \cdot 10^8$ Бк (15 % от допустимых выбросов), изотопы тория – $1,06 \cdot 10^8$ Бк (14 % от допустимых выбросов), ^{226}Ra – $4,77 \cdot 10^7$ Бк (17 % от допустимых выбросов). Сбросы ЧМЗ в 2007 г. не регистрировались [10].

Радиационный мониторинг в 100-км зонах РОО проводит Верхне-Волжское УГМС [9, 11].

В 2007 г. в 100-км зоне РОО г. Сарова Верхне-Волжским УГМС проводились наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями в трех пунктах (Арзамас, Выкса, Лукоянов) и за МЭД – в пяти пунктах (Арзамас, Выкса, Лукоянов, Краснослободск, Темников).

В 100-км зоне ОКБ Машиностроения проводились наблюдения за радиоактивными аэрозолями в одном пункте (Н. Новгород), за выпадениями – в трех пунктах (Лысково, Семенов, Н. Новгород), за МЭД – в семи пунктах (Городец, Константиново, Дзержинск, Лысково, Павлово, Семенов, Н. Новгород), за содержанием трития в осадках – в одном пункте (Городец). Пункты наблюдения за содержанием радионуклидов в атмосферных аэрозолях и выпадениях совпадают с пунктами наблюдения в 100-км зоне Нижегородского СК «Радон». Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зонах ОКБ Машиностроения и Нижегородского СК «Радон» приведены на рис. 3.4. Обсуждение радиационной обстановки в 100-км зоне Нижегородского СК «Радон» будет приведено в разделе 3.7 вместе с другими ПЗРО.

В 100-км зоне РОО «Чепецкий механический завод» проводились наблюдения за выпадениями в одном пункте (Глазов), а за МЭД – в четырех пунктах (Глазов, Дебессы, Селты, Фаленки).

Результаты наблюдений за радиоактивными аэрозолями и выпадениями в 100-км зонах всех РОО Верхне-Волжского региона представлены в табл. 3.13.

ОКБ Машиностроения

Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе г. Н. Новгород в 2007 г. (табл. 3.13) [9] изменялась в диапазоне $(4,7-15,8) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $9,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что находится на уровне предыдущего года и не превышает средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($17,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальное среднесуточное значение объемной активности наблюдалось в декабре и достигало $94,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В 2007 г. в г. Н. Новгород было

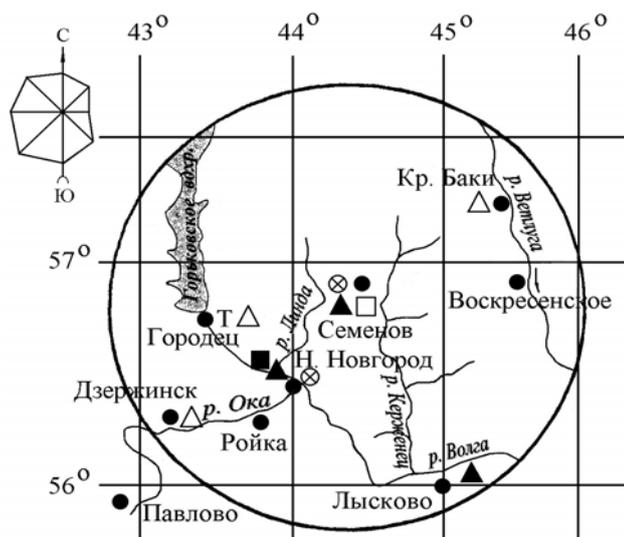


Рис. 3.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зонах вокруг ОКБ «Машиностроения» и ПЗРО Нижегородского СК «Радон»:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- ▲ – отбор проб атмосферных осадков;
- △ □ – планируемые наблюдения;
- ⊗ – радиационно опасные объекты.

Таблица 3.13

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения (Р, Бк/м²·сутки) и объемные активности $\Sigma\beta$ (q , 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зонах РОО Верхне-Волжского региона в 2007 г. (данные Верхне-Волжского УГМС)

| Месяц | | Н. Новгород | | Лысково | Семенов | Лукоянов | Арзамас | Выкса | Глазов |
|--------------------------------|---------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | Р | q | Р | Р | Р | Р | Р | Р |
| Январь | с | 0,6 | 4,7 | 1,3 | 1,0 | 0,6 | 1,4 | 0,9 | 0,9 |
| | м | 1,3 | 13,6 | 7,1 | 4,7 | 1,5 | 6,0 | 1,8 | 2,5 |
| Февраль | с | 0,7 | 10,1 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,8 |
| | м | 2,1 | 26,5 | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 1,9 | 1,8 | 20 |
| Март | с | 0,6 | 8,3 | 0,9 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 1,0 |
| | м | 2,9 | 22,8 | 2,8 | 1,5 | 4,4 | 2,1 | 5,2 | 4,3 |
| Апрель | с | 0,9 | 7,1 | 1,1 | 1,4 | 0,8 | 1,5 | 1,5 | 1,0 |
| | м | 2,0 | 19,3 | 7,5 | 4,1 | 1,7 | 5,5 | 5,5 | 2,4 |
| Май | с | 0,9 | 9,6 | 0,9 | 0,6 | 0,6 | 1,6 | 0,6 | 0,8 |
| | м | 2,3 | 20,0 | 3,1 | 4,1 | 2,8 | 15,0 | 1,5 | 4,0 |
| Июнь | с | 1,1 | 9,5 | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,8 | 0,7 | 1,1 |
| | м | 8,4 | 32,2 | 2,2 | 2,1 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 2,1 |
| Июль | с | 0,8 | 8,4 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 1,1 | 1,1 | 1,9 |
| | м | 5,0 | 19,0 | 1,7 | 1,7 | 1,9 | 2,2 | 2,1 | 21,2 |
| Август | с | 1,0 | 15,8 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 1,0 | 0,7 | 0,6 |
| | м | 3,4 | 53,1 | 5,1 | 1,6 | 1,8 | 4,9 | 2,9 | 2,8 |
| Сентябрь | с | 1,1 | 9,3 | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 2,4 | 1,1 | 1,4 |
| | м | 4,1 | 30,4 | 16,8 | 2,4 | 2,9 | 15,9 | 4,1 | 6,1 |
| Октябрь | с | 0,9 | 13,3 | 1,1 | 1,2 | 0,8 | 0,9 | 1,5 | 1,3 |
| | м | 3,3 | 31,6 | 4,1 | 4,3 | 2,3 | 2,5 | 7,5 | 4,2 |
| Ноябрь | с | 0,9 | 7,1 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,5 | 1,0 | 1,1 |
| | м | 1,8 | 15,6 | 2,1 | 1,8 | 2,0 | 2,7 | 2,1 | 1,6 |
| Декабрь | с | 0,8 | 12,3 | 1,1 | 1,3 | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,2 |
| | м | 1,7 | 94,1 | 2,9 | 2,1 | 1,7 | 2,8 | 4,0 | 3,0 |
| Среднее: | 2007 г. | 0,9 | 9,6 | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 1,3 | 1,0 | 1,1 |
| | 2006 г. | 1,1 | 11,2 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,1 |
| Сумма, Бк/м ² ·год: | 2007 г. | 309 | | 378 | 354 | 278 | 460 | 374 | 399 |
| | 2006 г. | 422 | | 450 | 462 | 438 | 402 | 438 | 402 |

зарегистрировано шесть случаев превышения объемной активности $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем в 5 и более раз: 22–23 и 30–31 августа – $43 \cdot 10^{-5}$ и $548 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, соответственно, при фоновом значении за предыдущий месяц $8,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³; 11–12, 12–13, 13–14 и 14–15 декабря – $94 \cdot 10^{-5}$, $38 \cdot 10^{-5}$, $54 \cdot 10^{-5}$ и $49 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, соответственно, при фоновом значении за предыдущий месяц $7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Гамма-спектрометрический анализ проб повышенной активности показал отсутствие в них техногенных радионуклидов.

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы Н. Новгорода в 2003–2007 гг. представлены в табл. 3.14. Из табл. 3.14 видно, что среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе Н. Новгорода в 2007 г. составляла $1,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,3 раза ниже, чем в 2006 г., и в 5,8 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($10,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2007 г. также уменьшилась в 1,4 раза и составила $0,24 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ при средневзвешенном значении по территории Центра ЕТР $1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Таблица 3.14

Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г. Н. Новгород, 10^{-7} Бк/м³ (данные НПО «Тайфун»)

| Пункт наблюдения | Год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. | Среднее за год | Средневзвешенное по территории Центра ЕТР |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|---|
| ^{137}Cs | | | | | | | |
| Н. Новгород | 2003 | 2,3 | 1,7 | 2,9 | 1,7 | 2,2 | 9,7 |
| | 2004 | 2,6 | 3,7 | 2,9 | 4,1 | 3,3 | 6,3 |
| | 2005 | 2,8 | 3,0 | 2,1 | 2,5 | 2,6 | 6,0 |
| | 2006 | 3,3 | 2,5 | 2,8 | 1,0 | 2,4 | 5,3 |
| | 2007 | 1,2 | 3,4 | 1,8 | 0,9 | 1,8 | 10,5 |
| ^{90}Sr | | | | | | | |
| Н. Новгород | 2003 | 0,18 | 0,30 | 0,23 | 0,20 | 0,23 | 1,90 |
| | 2004 | 0,40 | 0,50 | 0,46 | 0,31 | 0,42 | 1,32 |
| | 2005 | 0,30 | 0,42 | 0,29 | 0,34 | 0,34 | 0,56 |
| | 2006 | 0,45 | 0,38 | 0,35 | 0,15 | 0,33 | 0,45 |
| | 2007 | 0,17 | 0,35 | 0,26 | 0,18 | 0,24 | 1,2 |

Среднемесячные значения суточных выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ОКБ Машиностроения в 2007 г. (см. табл. 3.13) [9] варьировали в диапазоне от 0,5 до 1,7 Бк/м²·сутки. Среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения снизились в 1,2–1,3 раза и не превышали фонового уровня для Верхне-Волжского УГМС (1,0 Бк/м²·сутки). В 2007 г. 23–24 сентября в п. Лысково наблюдалось превышение суточных значений выпадений над фоновым уровнем в десять и более раз – 16,7 Бк/м²·сутки при фоновом значении 0,9 Бк/м²·сутки. Техногенных радионуклидов в пробе повышенной активности обнаружено не было.

Объемная активность трития в осадках (г. Городец) в 2007 г. находилась на уровне прошлых лет (см. табл. 3.15), изменяясь в диапазоне от 0,85 Бк/л (в декабре) до 3,56 Бк/л (в мае).

Таблица 3.15

Объемная активность трития в осадках г. Городец, Бк/л (данные НПО «Тайфун»)

| Год | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| ^3H | 2,5 | 2,2 | 2,6 | 2,4 | 2,2 |

Среднегодовая МЭД в 100-км зоне ОКБ Машиностроения изменялась в 2007 г. [9] от 9 до 11 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона. Максимальные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч.

РОО г. Сарова

Выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне РОО г. Сарова в 2007 г. остались примерно на уровне 2006 г. (см. табл. 3.13) [11]. Среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне РОО г. Сарова (Лукоянов, Выкса, Арзамас) в 2007 г. изменялись в пределах (0,4–2,4) Бк/м²·сутки при среднегодовых значениях 0,8–1,3 Бк/м²·сутки и были на уровне фоновых выпадений по Верхне-Волжскому УГМС (1,0 Бк/м²·сутки). В 2007 г. 23–24 сентября в Арзамасе наблюдалось превышение среднесуточного значения выпадений $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем в десять и более раз – 15,9 Бк/м²·сутки при фоновом значении 1,0 Бк/м²·сутки. Техногенных радионуклидов в пробе повышенной активности зарегистрировано не было.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО г. Сарова в 2007 г. составляли 9–11 мкР/ч [9]. Максимальные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч.

В летне-зимний период 2007 г. Верхне-Волжским УГМС [9] за счет средств администрации города была проведена γ -съемка г. Сарова, в ходе которой было отобрано 17 проб почвы для последующего γ -спектрометрического анализа и 8 проб воды из рек Сатис и Саровка, протекающих по территории города, и пруда Боровое. Измеряемая при маршрутном обследовании МЭД на территории г. Сарова колебалась в пределах 8–14 мкР/ч, при этом значимого различия в значениях МЭД в селитебной, деловой, промышленно-хозяйственной, сельскохозяйственной зоне, а также в зоне водных объектов не отмечено. Удельные активности естественных (²²⁶Ra, ²³²Th, ⁴⁰K) и техногенных (¹³⁷Cs) радионуклидов в пробах почвы находились в пределах региональных значений, за исключением пробы, отобранной в районе стадиона «Икар», удельная активность ¹³⁷Cs в которой составила 31 Бк/кг, что примерно в 2 раза выше уровня глобального фона. В пробах воды объемные активности суммы α - и β -активных радионуклидов не превышали допустимого уровня по НРБ-99 [2] (0,1 Бк/л для $\Sigma\alpha$ и 1 Бк/л для $\Sigma\beta$).

ОАО «Чепецкий механический завод»

Среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ в п. Глазов в 2007 г. [11] (см. табл. 3.13) в 100-км зоне РОО ЧМЗ изменялись в диапазоне (0,6–1,9) Бк/м²·сутки при среднегодовом значении 1,1 Бк/м²·сутки, что соответствует уровню 2006 г. и находится на уровне фоновых значений. Максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались 28–29 июля и составляли 21,2 Бк/м²·сутки, что в 19 раз выше фона (1,1 Бк/м²·сутки). Техногенных радионуклидов в пробе повышенной активности обнаружено не было.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО ЧМЗ в 2007 г. составляли 10–13 мкР/ч [9]. Максимальные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч.

Годовые выпадения ¹³⁷Cs на подстилающую поверхность на территории Верхне-Волжского УГМС составляли в 2007 г. 0,19 Бк/м²·год, что незначительно ниже уровня 2006 г. (0,21 Бк/м²·год) и примерно в 2 раза ниже средневзвешенного значения по Центру ЕТР (0,37 Бк/м²·год).

Поскольку, как отмечалось выше, содержание в приземной атмосфере $\Sigma\beta$, ^{137}Cs , ^{90}Sr в 2007 г. в 100-км зонах РОО (см. табл. 3.13, 3.14) было на уровне фоновых значений для Центра ЕТР, можно сделать вывод, что РОО, расположенные в Верхне-Волжском регионе, не оказывали в отчетном году влияния на окружающую среду.

3.4. РОО на территории Камчатской области

На территории Камчатской области в ЗАТО г. Вилючинск расположено два РОО Минобороны РФ. Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в 100-км зоне РОО за пределами ЗАТО осуществляет Камчатское УГМС. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг РОО показано на рис. 3.5 [12].

Радиационный мониторинг окружающей среды в 100-км зоне РОО в 2007 г. был организован Камчатским УГМС следующим образом [12]:

- отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность производился в четырех пунктах с помощью горизонтальных марлевых планшетов без бортиков с суточной экспозицией;
- измерения МЭД проводились ежедневно в четырех пунктах;
- отбор проб морской воды на содержание ^{90}Sr проводился ежемесячно в прибрежной части акватории Авачинской губы;

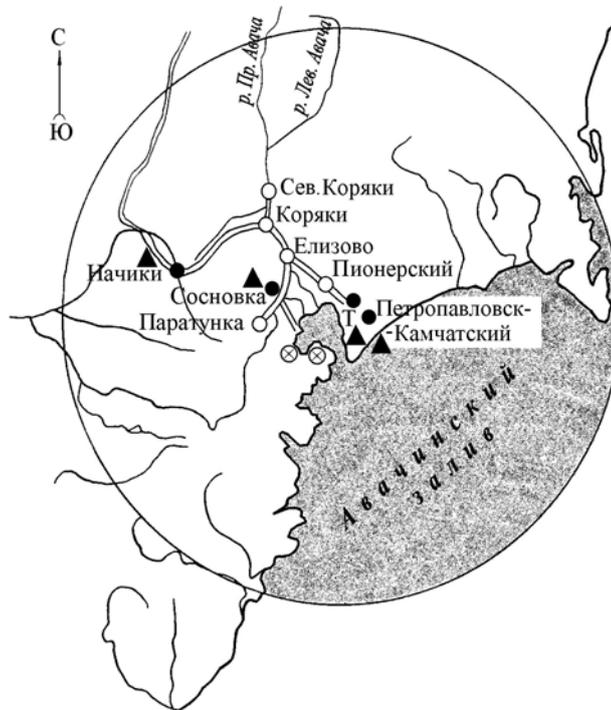


Рис. 3.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Петропавловска-Камчатского:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- T – отбор проб атмосферных осадков;
- ⊗ – радиационно опасные объекты.

– отбор проб атмосферных осадков на содержание трития проводился в одном пункте.

Суточные пробы атмосферных выпадений анализировались на содержание $\Sigma\beta$ [12], γ -спектрометрический анализ объединенных квартальных проб выпадений осуществлялся Приморским УГМС [13].

Приземная атмосфера

Среднемесячные и максимальные суточные атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ в 2007 г. представлены в табл. 3.16 [12]. Из табл. 3.16 видно, что среднемесячные суточные величины атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО в 2007 г. изменялись от 0,5 до 1,4 Бк/м²·сутки. Самое высокое значение суточных выпадений $\Sigma\beta$ наблюдалось в п. Сосновка в ноябре (6,9 Бк/м²·сутки) и было в 8,6 раза выше фонового уровня по Камчатской области. Среднегодовые значения выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне в 2007 г., как и в целом по Камчатской области, уменьшились в 1,2–1,3 раза и были в 2 раза ниже средневзвешенного значения по территории АТР (1,4 Бк/м²·сутки).

Таблица 3.16

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов в 100-км зоне РОО в 2007 г., Бк/м²·сутки (данные Камчатского УГМС)

| Месяц | | Петропавловск-Камчатский МГ-1 | Петропавловск-Камчатский ОГМС (14 км) | Сосновка | Начики | Среднее по 100-км зоне | | Среднее по области | |
|------------------------------------|---|-------------------------------|---------------------------------------|------------|------------|------------------------|---------|--------------------|---------|
| | | | | | | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Январь | с | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,2 | 0,6 | 1,4 |
| | м | 0,7 | 1,0 | 1,2 | 1,9 | | | | |
| Февраль | с | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 1,3 | 0,7 | 1,4 |
| | м | 1,4 | 1,9 | 1,5 | 1,9 | | | | |
| Март | с | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 1,1 | 0,7 | 1,1 |
| | м | 2,7 | 1,3 | 1,8 | 1,6 | | | | |
| Апрель | с | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 1,1 | 0,6 | 1,1 |
| | м | 1,2 | 1,0 | 1,8 | 1,4 | | | | |
| Май | с | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 0,7 | 1,0 |
| | м | 1,0 | 1,7 | 1,8 | 2,3 | | | | |
| Июнь | с | 0,6 | 0,7 | 1,9 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,9 |
| | м | 1,0 | 2,0 | 2,2 | 1,3 | | | | |
| Июль | с | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,6 | 0,6 |
| | м | 0,9 | 3,0 | 1,8 | 1,8 | | | | |
| Август | с | 0,5 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,7 |
| | м | 1,1 | 2,3 | 3,2 | 2,0 | | | | |
| Сентябрь | с | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,7 |
| | м | 1,6 | 1,4 | 2,0 | 2,7 | | | | |
| Октябрь | с | 0,7 | 0,9 | 1,3 | 0,7 | 0,9 | 0,6 | 1,0 | 0,7 |
| | м | 2,8 | 5,3 | 6,0 | 2,3 | | | | |
| Ноябрь | с | 0,8 | 1,0 | 1,4 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 0,9 |
| | м | 2,8 | 2,8 | 6,9 | 3,6 | | | | |
| Декабрь | с | 0,5 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,5 | 0,9 | 0,6 |
| | м | 0,8 | 2,7 | 3,8 | 3,6 | | | | |
| Среднее, Бк/м ² ·сутки: | | | | | | | | | |
| 2007 г. | | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | | 0,8 | |
| 2006 г. | | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 0,9 | | 0,9 | | 0,9 |
| Сумма, Бк/м ² ·год: | | | | | | | | | |
| 2007 г. | | 211 | 269 | 303 | 255 | 260 | | 274 | |
| 2006 г. | | 245 | 329 | 387 | 318 | | 329 | | 329 |

Выпадения ¹³⁷Cs по Камчатской области в 2007 г. составили 0,18 Бк/м²·год [13].

Другие объекты окружающей среды

Объемная активность ⁹⁰Sr в водах Тихого океана у берегов Камчатки (Авачинская губа) по данным НПО «Тайфун» в 2007 г. колебалась в диапазоне от 0,4 мБк/л (в марте) до 2,8 мБк/л (в

октябре). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr составила 1,3 мБк/л. Как следует из табл. 1.13 (см. раздел 1.1), содержание этого радионуклида в течение всего представленного периода сохраняется примерно на одном уровне.

Объемная активность трития в месячных пробах атмосферных осадков в г. Петропавловске-Камчатском (по данным НПО «Тайфун») в 2007 г. изменялась в диапазоне от 0,53 Бк/л (в ноябре) до 2,86 Бк/л (в июне). Среднегодовое содержание трития в осадках составило 1,45 Бк/л, что в 1,3 раза меньше, чем в 2006 г. [6], и в 1,7 раза меньше среднегодового значения содержания трития в осадках по РФ в 2007 г. (2,4 Бк/л).

Радиационный фон на местности

Максимальные значения МЭД, зарегистрированные на четырех метеостанциях радиометрической сети в 100-км зоне РОО, в 2007 г. [12] не превышали 19 мкР/ч (май, п. Начики), а среднемесячные значения колебались в пределах от 8 до 14 мкР/ч, что соответствует флуктуациям естественного γ -фона.

Как показывают приведенные результаты, радиационная обстановка в 100-км зоне РОО практически не меняется от года к году и обуславливает радиоактивный фон в рассматриваемой зоне, из чего можно сделать вывод, что РОО, расположенные на территории Камчатской области, заметного влияния на радиационную обстановку не оказывают.

3.5. НИИ атомных реакторов, г. Димитровград

Научно-исследовательский институт атомных реакторов (ГНЦ РФ НИИАР) Росэнергоатома расположен в 13 км к западу от г. Димитровграда Ульяновской области, в 4–5 км от Куйбышевского водохранилища, на равнине, покрытой смешанным лесом. В границах города (примерно в 10–13 км от НИИАР) в Куйбышевское водохранилище впадает р. Большой Черемшан, образуя Черемшанский залив [14].

Техногенные радионуклиды поступают в окружающую среду в окрестностях НИИАР за счет газоаэрозольных радиоактивных выбросов в атмосферу из производственных помещений института и сбросов радионуклидов в открытую гидрографическую сеть. Газоаэрозольные выбросы радионуклидов в атмосферу в 2007 г. на НИИАР представлены в табл. 3.17 [10].

Таблица 3.17

Выбросы радионуклидов в атмосферу на НИИАР, Бк

| Радионуклид | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| сумма нуклидов Pu | $4,95 \cdot 10^8$ | $7,21 \cdot 10^6$ | $2,13 \cdot 10^7$ | $- 1,41 \cdot 10^7$ |
| сумма α -активных радионуклидов | $5,24 \cdot 10^8$ | $1,30 \cdot 10^7$ | $2,38 \cdot 10^7$ | $- 1,16 \cdot 10^7$ |
| сумма ИРГ | $1,73 \cdot 10^{15}$ | $1,31 \cdot 10^{15}$ | $1,37 \cdot 10^{15}$ | $- 6,00 \cdot 10^{13}$ |

Из табл. 3.17 видно, что в 2007 г. выбросы суммы нуклидов плутония и α -активных радионуклидов снизились в 3 и 2 раза соответственно. Выбросы ИРГ остались на уровне 2006 г. и составляли 23,1 % от суммарного выброса ИРГ предприятиями Росатома в 2007 г. Допустимые уровни выбросов по данным радионуклидам превышены не были.

Стоки ПЛК с промплощадки НИИАР сбрасываются в бывшие торфяные карьеры, через которые могут поступать в Черемшанский залив Куйбышевского водохранилища р. Волги. В 2007 г. на НИИАР было сброшено [10] $6,2 \cdot 10^7$ Бк ^{90}Sr (0,48 % от допустимого сброса) и $3,6 \cdot 10^7$ Бк ^{137}Cs (0,12 % от допустимого сброса). Жидкие радиоактивные отходы также захораниваются на территории НИИАР в подземных пластах-коллекторах [15].

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг НИИАР осуществляется Приволжским УГМС (Ульяновский УГМС) и УГМС Республики Татарстан (УГМС РТ). В 2007 г. в 100-км зоне НИИАР действовало восемь стационарных пунктов наблюдения за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения Приволжского УГМС, на четырех из них (п.п. Димитровград, Тольятти, Ульяновск, Самара) велись наблюдения за атмосферными радиоактивными выпадениями с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией и на одном в г. Самаре – за объемной активностью радионуклидов в воздухе с помощью ВФУ [14]. Кроме этого, в двух пунктах Тетюши и Чулпаново ежедневные наблюдения за МЭД проводились УГМС РТ [16]. Измерения МЭД проводились [14, 16] 8 раз в сутки. Расположение пунктов радиационного контроля в 100-км зоне показано на рис. 3.6.



Рис. 3.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НИИАР:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- – планируемые наблюдения;
- ◄ – пункты отбора проб почвы;
- ⊗ – НИИАР.

Данные [14] о выпадениях и объемной активности $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере в 100-км зоне НИИАР приведены в табл. 3.18. Величина среднемесячных суточных выпадений $\Sigma\beta$ из атмосферы в

пунктах наблюдения 100-км зоны НИИАР в 2007 г. колебалась от 0,2 до 1,9 Бк/м²·сутки, а среднегодовые суточные выпадения остались примерно на уровне 2006 г. и изменялись от 0,4 Бк/м²·сутки (в Ульяновске) до 1,3 Бк/м²·сутки (в Самаре). Максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 2007 г. наблюдались в октябре в г. Самаре – 7,6 Бк/м²·сутки.

Таблица 3.18

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг НИИАР в 2007 г.

| Месяц | | Самара | | Тольятти | Ульяновск | Димитровград |
|--------------------------------|---------|------------|-------------|------------|------------|--------------|
| | | Р | q | Р | Р | Р |
| Январь | с | 1,2 | 18,0 | 1,1 | 0,3 | - |
| | м | 3,0 | 38,4 | 3,4 | 1,0 | - |
| Февраль | с | 1,0 | 17,1 | 0,9 | 0,2 | - |
| | м | 2,0 | 36,8 | 2,6 | 0,7 | - |
| Март | с | 1,0 | 17,5 | 0,8 | 0,2 | 0,4 |
| | м | 2,4 | 35,5 | 1,6 | 0,7 | 1,3 |
| Апрель | с | 1,0 | 18,4 | 0,9 | 0,3 | 0,5 |
| | м | 2,8 | 42,3 | 1,6 | 1,0 | 1,3 |
| Май | с | 1,0 | 27,9 | 0,9 | 0,3 | 0,4 |
| | м | 2,4 | 71,8 | 2,3 | 1,1 | 0,7 |
| Июнь | с | 1,4 | 20,3 | 1,2 | 0,3 | 0,3 |
| | м | 7,1 | 42,8 | 3,4 | 0,7 | 0,9 |
| Июль | с | 1,9 | 22,1 | 1,8 | 0,3 | 0,6 |
| | м | 4,6 | 43,2 | 6,8 | 0,9 | 2,3 |
| Август | с | 1,4 | 29,0 | 1,5 | 0,5 | 0,4 |
| | м | 3,9 | 53,7 | 6,6 | 2,1 | 1,4 |
| Сентябрь | с | 1,2 | 32,3 | 1,2 | 0,6 | 0,8 |
| | м | 2,9 | 67,8 | 4,4 | 1,9 | 2,5 |
| Октябрь | с | 1,4 | 24,5 | 1,4 | 0,5 | 0,6 |
| | м | 7,6 | 64,9 | 5,2 | 2,8 | 2,5 |
| Ноябрь | с | 1,4 | 13,3 | 1,2 | 0,4 | 0,7 |
| | м | 5,5 | 52,1 | 3,8 | 1,3 | 2,9 |
| Декабрь | с | 1,5 | 18,9 | 1,6 | 0,2 | 1,0 |
| | м | 6,9 | 65,7 | 4,5 | 0,7 | 3,7 |
| Среднее: | 2007 г. | 1,3 | 21,6 | 1,2 | 0,4 | 0,6 |
| | 2006 г. | 1,4 | 28,8 | 1,4 | 0,3 | - |
| Сумма, Бк/м ² ·год: | 2007 г. | 471 | | 443 | 128 | 174* |
| | 2006 г. | 500 | | 522 | 113 | - |

Примечание: - - измерения не проводились;

* – данные за десять месяцев (март – декабрь).

Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе в г. Самаре в 2007 г. (см. табл. 3.18) колебалась в пределах $(13,3-32,3) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а среднегодовое значение – $21,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ было в 1,3 раза меньше, чем в 2006 г., но превышало средневзвешенную объемную активность для Центра ЕТР ($17,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 1,3 раза. Максимальное среднесуточное значение объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе наблюдалось в мае – $71,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Случаев превышения суточных значений объемной активности над фоновым уровнем в пять и более раз в 2007 г. зафиксировано не было.

Данные о среднегодовых объемных активностях ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы г. Самары за 2003–2007 гг. представлены в табл. 3.19. Согласно табл. 3.19, среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr мало меняется от года к году и не превышает средневзвешенных величин для Центра ЕТР, за исключением 2004 г., когда объемная активность ⁹⁰Sr (I квартал) была измерена по объединенной пробе (г.г. Самара и Пенза), что привело к увеличению среднегодового значения объемной активности. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в 2007 г. уменьшилась в 1,8 раза по

сравнению с предыдущим годом и составила $1,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 6,2 раза ниже средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs для Центра ЕТР в 2007 г.

Таблица 3.19

**Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы
в 100-км зоне вокруг НИИАР, 10⁻⁷ Бк/м³
(данные НПО «Тайфун»)**

| Пункт наблюдения | Год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. | Среднее за год | Средневзвешенное по Центру ЕТР |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|--------------------------------|
| ¹³⁷Cs | | | | | | | |
| Самара | 2003 | 3,5 | 3,9 | 3,0 | 3,1 | 3,4 | 9,7 |
| | 2004 | 4,7 | 11,0* | 5,8 | 3,3 | 6,2 | 6,3 |
| | 2005 | 2,6 | 4,2 | 3,5 | 4,0 | 3,6 | 6,0 |
| | 2006 | 3,8 | 2,4 | 4,0 | 1,7 | 3,0 | 5,3 |
| | 2007 | 1,9 | 1,5 | 2,1 | 1,2 | 1,7 | 10,5 |
| ⁹⁰Sr | | | | | | | |
| Самара | 2003 | 0,48 | 1,30 | 0,27 | 0,32 | 0,59 | 1,90 |
| | 2004 | 4,5* | 0,64 | 0,63 | 0,27 | 1,5 | 1,32 |
| | 2005 | 0,31 | 0,66 | 0,63 | 0,45 | 0,51 | 0,56 |
| | 2006 | 0,34 | 0,48 | 0,65 | 0,17 | 0,41 | 0,45 |
| | 2007 | 0,16 | 0,64 | 0,48 | 0,43 | 0,43 | 1,2 |

Примечание: * – объединенная проба по п.п. Самара и Пенза.

В июле 2007 г. специалистами Ульяновского ЦГМС было проведено маршрутное обследование семи населенных пунктов в 30-км зоне вокруг НИИАР (см. рис. 3.6) [14]. Обследование проводилось с отбором проб почвы на глубину 5–10 см (по пять точек в каждом пункте) и измерением МЭД в точках отбора проб почвы на высотах 3–4 см и 1 м. Всего было отобрано 35 проб почвы и произведено 759 измерений МЭД. Результаты определения содержания ¹³⁷Cs в почве и значения МЭД в точках отбора проб в 2007 г. представлены в табл. 3.20.

Таблица 3.20

**Мощность дозы γ -излучения и плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs
в населенных пунктах 30-км зоны вокруг НИИАР
(данные Ульяновского ЦГМС)**

| Населённый пункт | МЭД, мкР/ч | | ¹³⁷ Cs, кБк/м ² | |
|----------------------|--------------|--------------|---------------------------------------|--------------------|
| | 3–4 см | 1 м | 2007 г. | 2006 г. |
| п. Новая Малыкла | 11 – 14 (12) | 8 – 14 (10) | 0,44 – 1,67 (0,89) | 0,33 – 2,37 (1,07) |
| с. Лесная Васильевка | 10 – 11 (10) | 9 – 11 (10) | 0,63 – 1,63 (1,15) | 0,63 – 1,00 (0,85) |
| с. Александровка | 12 – 15 (13) | 9 – 13 (11) | 0,85 – 1,78 (1,30) | 0,30 – 0,93 (0,63) |
| с. Филипповка | 12 – 14 (13) | 10 – 14 (11) | 0,74 – 1,92 (1,48) | 0,26 – 1,41 (0,67) |
| с. Суходол | 11 – 14 (12) | 9 – 13 (11) | 1,22 – 1,78 (1,44) | 1,11 – 2,37 (1,55) |
| с. Старое Матюшкино | 11 – 13 (12) | 9 – 12 (11) | 1,11 – 1,92 (1,59) | 0,41 – 1,44 (0,81) |
| с. Озерки | 10 – 15 (12) | 9 – 13 (10) | 0,63 – 2,07 (1,15) | 0,85 – 2,55 (1,52) |

Примечание: в скобках указаны средние значения.

Как видно из табл. 3.20, уровни МЭД в 30-км зоне вокруг НИИАР на высоте 3–4 см практически не отличались от уровней МЭД на высоте 1 м и составляли 10–15 мкР/ч и 8–14 мкР/ч соответственно. Плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs в этих пунктах в 2007 г. по данным γ -спектрометрического анализа колебалась от 0,44 до 2,07 кБк/м². Усредненные по 5 точкам в каждом населенном пункте значения плотности загрязнения почвы ¹³⁷Cs изменялись от 0,89 до 1,59 кБк/м², что мало отличается от результатов, полученных в этих населенных пунктах в 2006 г. Эти значения, по сути, являются фоновыми для данной территории и не превышают фоновых уровней загрязнения почвы ¹³⁷Cs на территории России.

В течение года специалистами Ульяновского ЦГМС также был произведен отбор 6 проб воды и 2 проб донных отложений из Черемшанского залива [14]. Результаты γ -спектрометрического анализа показали, что содержание ^{137}Cs в пробах воды и донных отложениях было меньше минимально детектируемой активности ($< 0,3$ Бк/л и $< 0,4$ Бк/кг соответственно).

По данным ежедневных измерений МЭД на 10 пунктах наблюдения среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне НИИАР [14, 16] в 2007 г. изменялись от 9 до 13 мкР/ч, а среднегодовые составляли 10–12 мкР/ч, что не отличается от естественного уровня γ -фона. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 15 мкР/ч.

В целом, анализ ежедневных наблюдений и результатов радиационного мониторинга в 100-км зоне позволяет сделать вывод, что выбросы и сбросы радионуклидов на НИИАР значительного влияния на радиационную обстановку вокруг предприятия не оказывают.

3.6. ФЭИ и другие объекты г. Обнинска

В г. Обнинске, расположенном в Калужской области в 100 км от Москвы, основными РОО являются ГНЦ РФ ФЭИ и филиал НИФХИ. Местные РОО воздействуют на окружающую среду, производя газоаэрозольные выбросы радионуклидов в атмосферу, жидкие сбросы их со сточными водами в р. Протву, а также загрязняя радионуклидами грунтовые воды. Данные ГНЦ РФ ФЭИ и филиала НИФХИ о составе и величине выбросов радионуклидов в атмосферу и сбросов в р. Протву ФЭИ и филиалом НИФХИ в 2007 г. приведены в табл. 3.21–3.23.

Из табл. 3.21 видно, что в ФЭИ в 2007 г. по сравнению с 2006 г. в выбросах отсутствовали ^{60}Co , ^{134}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu , инертные радиоактивные газы. Выбросы остальных радионуклидов уменьшились: ^{57}Co – в 5,8 раза, ^{90}Sr – в 13 раз, ^{137}Cs – в 4,7 раза. Годовые выбросы радионуклидов в 2007 г. не превышали допустимых нормативов и составляли: 0,22 % – для ^{57}Co , 0,024 % – для ^{90}Sr , 1,31 % – для ^{137}Cs от допустимых выбросов.

Таблица 3.21

**Выбросы радионуклидов в атмосферу ГНЦ РФ ФЭИ, Бк
(данные ГНЦ РФ ФЭИ)**

| Радионуклид | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|-------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ^{57}Co | $1,70 \cdot 10^9$ | $3,8 \cdot 10^6$ | $2,2 \cdot 10^7$ | $- 1,8 \cdot 10^7$ |
| ^{60}Co | $1,90 \cdot 10^9$ | - | $7,2 \cdot 10^4$ | $- 7,2 \cdot 10^4$ |
| ^{90}Sr | $3,00 \cdot 10^8$ | $7,3 \cdot 10^4$ | $9,8 \cdot 10^5$ | $- 9,1 \cdot 10^5$ |
| ^{134}Cs | $1,00 \cdot 10^8$ | - | $4,4 \cdot 10^4$ | $- 4,4 \cdot 10^4$ |
| ^{137}Cs | $4,20 \cdot 10^8$ | $5,5 \cdot 10^6$ | $2,6 \cdot 10^7$ | $- 2,1 \cdot 10^7$ |
| ^{152}Eu | $4,40 \cdot 10^7$ | - | $2,2 \cdot 10^5$ | $- 2,2 \cdot 10^5$ |
| ^{154}Eu | $3,10 \cdot 10^7$ | - | $9,7 \cdot 10^4$ | $- 9,7 \cdot 10^4$ |
| Сумма ИРГ | $2,90 \cdot 10^{15}$ | - | $7,9 \cdot 10^{13}$ | $- 7,9 \cdot 10^{13}$ |

В р. Протву в 2007 г. ФЭИ было сброшено $1,29 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ сточных вод. Годовые сбросы α -активных и β -активных радионуклидов со сточными водами ФЭИ в 2007 г. уменьшились примерно в 1,3 раза (см. табл. 3.22) и составляли 58 и 65 % от допустимых сбросов, соответственно.

Таблица 3.22

**Сбросы радионуклидов со сточными водами ГНЦ РФ ФЭИ в р. Протву, Бк
(данные ГНЦ РФ ФЭИ)**

| Наименование радионуклида | Допустимый сброс | Фактический сброс | | Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| $\Sigma\alpha$ | $2,32 \cdot 10^8$ | $1,34 \cdot 10^8$ | $1,78 \cdot 10^8$ | $- 4,4 \cdot 10^7$ |
| $\Sigma\beta$ | $3,00 \cdot 10^8$ | $1,95 \cdot 10^8$ | $2,50 \cdot 10^8$ | $- 5,5 \cdot 10^7$ |

Выбросы филиала НИФХИ в 2007 г. (табл. 3.23) были ниже допустимых и составляли для различных радионуклидов от 0,3 % (^{135}I) до 24 % (^{41}Ar) от допустимых выбросов. В 2007 г. уменьшились выбросы ^{132}I и ^{133}Xe в 5,7 и 1,3 раза соответственно. Выбросы остальных радионуклидов увеличились в 1,2–3,3 раза. Суммарный выброс нуклидов йода филиалом НИФХИ в 2007 г. составил $1,98 \cdot 10^{11}$ Бк, что в 1,6 раза выше, чем в 2006 г. [6].

Значимых радиоактивных сбросов в р. Протву филиал НИФХИ не производил.

Таблица 3.23

**Выбросы радионуклидов в атмосферу филиалом НИФХИ, Бк
(данные филиала НИФХИ)**

| Радионуклид | Допустимый выброс | 2007 г. | 2006 г. | 2005 г. | 2004 г. | 2003 г. |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ^{125}I | $2,0 \cdot 10^9$ | $6,0 \cdot 10^7$ | $3,4 \cdot 10^8$ | $3,7 \cdot 10^8$ | $2,7 \cdot 10^8$ | $2,4 \cdot 10^8$ |
| ^{131}I | $6,5 \cdot 10^{11}$ | $1,1 \cdot 10^{11}$ | $9,3 \cdot 10^{10}$ | $5,7 \cdot 10^{10}$ | $5,4 \cdot 10^{10}$ | $7,9 \cdot 10^{10}$ |
| ^{132}I | $5,0 \cdot 10^{11}$ | $5,8 \cdot 10^{10}$ | $2,0 \cdot 10^{10}$ | $2,4 \cdot 10^{10}$ | $1,4 \cdot 10^{10}$ | $3,8 \cdot 10^{10}$ |
| ^{133}I | $3,0 \cdot 10^{11}$ | $2,9 \cdot 10^{10}$ | $9,5 \cdot 10^9$ | $8,0 \cdot 10^9$ | $7,6 \cdot 10^9$ | $6,2 \cdot 10^9$ |
| ^{135}I | $2,0 \cdot 10^{11}$ | $5,9 \cdot 10^8$ | $1,8 \cdot 10^8$ | - | - | $2,9 \cdot 10^8$ |
| ^{41}Ar | $1,5 \cdot 10^{14}$ | $3,6 \cdot 10^{13}$ | $2,6 \cdot 10^{13}$ | $2,6 \cdot 10^{13}$ | $2,4 \cdot 10^{13}$ | $1,8 \cdot 10^{13}$ |
| ^{133}Xe | $4,0 \cdot 10^{14}$ | $3,7 \cdot 10^{13}$ | $4,8 \cdot 10^{13}$ | $5,8 \cdot 10^{13}$ | $9,1 \cdot 10^{13}$ | $4,2 \cdot 10^{13}$ |
| ^{135}Xe | $3,0 \cdot 10^{14}$ | $4,1 \cdot 10^{13}$ | $3,4 \cdot 10^{13}$ | $6,8 \cdot 10^{13}$ | $1,4 \cdot 10^{14}$ | $5,3 \cdot 10^{13}$ |

Радиационный мониторинг загрязнения окружающей среды в СЗЗ ФЭИ (совпадает с промплощадкой ФЭИ), в ЗН ФЭИ (5-км зона вокруг ФЭИ) и в СЗЗ филиала НИФХИ (рис. 3.7) осуществляется радиометрическими подразделениями ФЭИ и филиала НИФХИ, в зоне наблюдения радиусом ~ 10 км вокруг г. Обнинска – ГУ «НПО «Тайфун» (рис. 3.7), в 100-км зоне вокруг Обнинска – радиометрической сетью Центрального УГМС (рис. 3.8).

В 2007 г. радиометрическим подразделением ФЭИ в СЗЗ и ЗН ФЭИ контролировались следующие параметры, характеризующие загрязнение объектов окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере в трех точках (одна – в СЗЗ, две – в ЗН) путем отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью $400 \text{ м}^3/\text{ч}$ с суточной экспозицией;
- объемная активность $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ в воде р. Протвы ежемесячно;
- объемная активность радионуклидов в подземных водах;
- содержание α - и β -активных радионуклидов в почве и растительности один раз в год.

Радиационный мониторинг в городе и его окрестностях в 10-км зоне наблюдения РОО г. Обнинска в 2007 г. был организован ГУ «НПО «Тайфун» в соответствии с [17] следующим образом:



Рис. 3.7. Расположение СЗЗ ФЭИ (1), СЗЗ филиала НИФХИ (2) и стационарных пунктов радиационного мониторинга в 10-км зоне вокруг г. Обнинска:
НПО «Тайфун»: ФЭИ:

- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- □ — наблюдения за атмосферными аэрозолями (ВФУ);
- ◆ — отбор проб поверхностных вод.

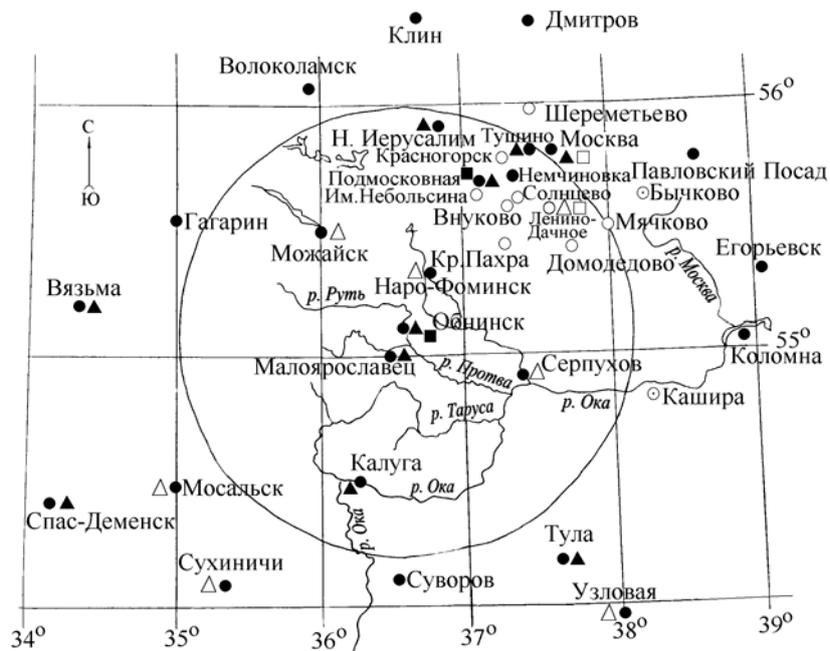


Рис. 3.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ФЭИ и филиала НИФХИ (г. Обнинск):

- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- △ □ — планируемые наблюдения.

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы определялась путем отбора проб аэрозолей с помощью ВФУ 19ЦС48 производительностью $1100 \text{ м}^3/\text{ч}$, установленной на территории НПО «Тайфун» (в 4–5 км от промплощадок ФЭИ и филиала НИФХИ). Пробы отбирались на фильтры ФПП-15-1,5 и СФМ-И (для улавливания радионуклидов йода в молекулярной форме) с экспозицией одни сутки;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась путем анализа проб, отобранных с помощью марлевого планшета без бортиков площадью $0,3 \text{ м}^2$, расположенного на территории НПО «Тайфун», с суточной экспозицией;
- содержание трития определялось в питьевой воде г. Обнинска ежемесячно;
- мощность экспозиционной дозы γ -излучения измерялась непрерывно на метеоплощадке НПО «Тайфун» с помощью дозиметра ДГДМ.

В 100-км зоне вокруг РОО в 2007 г. Центральным УГМС осуществлялся контроль [18]:

- за объемной активностью радиоактивных аэрозолей в одном пункте;
- за радиоактивными атмосферными выпадениями в четырех пунктах;
- за величиной МЭД в девяти пунктах контроля.

Приземная атмосфера

По данным радиометрического подразделения ФЭИ среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере в СЗЗ ФЭИ в 2007 г. увеличилась в 2 раза по сравнению с предыдущим годом и составила $2,2 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$; ^{90}Sr – уменьшилась в 2,9 раза и составила $2,3 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$. Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в СЗЗ ФЭИ были, соответственно, в 21 и 192 раза выше значений средневзвешенных объемных активностей данных радионуклидов по территории Центра ЕТР (см. раздел 1.1 табл. 1.3 и 1.4), но на пять – шесть порядков меньше ДОА_{НАС} по НРБ-99 [2]. Объемная активность ^{137}Cs в воздухе ЗН ФЭИ (усредненное значение по двум точкам отбора проб, расположенных на территории профилактория ФЭИ (г. Обнинск) и в д. Мишково) в 2007 г. составила $0,85 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$.

Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе г. Обнинска (см. табл. 3.24) в 2007 г. по данным НПО «Тайфун» колебалась в пределах $(7,6\text{--}23,9) \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$, а среднее за год значение ($15,7 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$) уменьшилось в 1,4 раза по сравнению с 2006 г. и не превышало средневзвешенную объемную активность в Центре ЕТР ($17,2 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$). В 2007 г. в г. Обнинске было зафиксировано два случая повышенной объемной активности $\Sigma\beta$ (пятикратное и более превышение фонового уровня): 25–26 мая ($67,3 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$ при фоновом значении $11,5 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$) и 14–15 декабря ($61,1 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$ при фоновом значении $10,9 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$). В пробе за 25–26 мая был обнаружен ^{137}Cs , объемная активность которого в воздухе составляла $1860 \cdot 10^{-7} \text{ Бк}/\text{м}^3$, что в 155 раз выше фонового уровня ($12 \cdot 10^{-7} \text{ Бк}/\text{м}^3$), но на пять порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99 [2].

Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг г. Обнинска (п. Подмосковная) [18] в 2007 г. незначительно снизилась по сравнению с предыдущим годом и составила $11,2 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$ (см. табл. 3.24), что в 1,4 раза ниже объемной активности $\Sigma\beta$ в г. Обнинске.

Таблица 3.24

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки)
и объемной активности Σβ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг г. Обнинска в 2007 г.
(данные Центрального УГМС и НПО «Тайфун»)**

| Месяц | | Калуга | Малоярославец | Обнинск* | | Н. Иерусалим | Подмосковная | | Центр ЕТР | |
|--------------------------------|----------------|------------|---------------|------------|-------------|--------------|--------------|-------------|------------|-------------|
| | | Р | Р | Р | q | Р | Р | q | Р | q |
| Январь | с | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 7,6 | 1,1 | 1,4 | 5,8 | 1,0 | 9,2 |
| | м | 1,2 | 1,5 | 1,0 | 15,1 | 3,8 | 5,2 | 14,4 | | |
| Февраль | с | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 13,1 | 0,9 | 0,9 | 8,6 | 0,9 | 13,0 |
| | м | 1,3 | 1,0 | 3,0 | 31,4 | 1,2 | 1,8 | 14,0 | | |
| Март | с | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 13,0 | 0,9 | 0,9 | 10,6 | 0,9 | 14,7 |
| | м | 1,2 | 1,2 | 2,8 | 38,3 | 2,7 | 1,4 | 34,1 | | |
| Апрель | с | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 11,6 | 1,1 | 2,0 | 7,1 | 1,0 | 13,3 |
| | м | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 30,8 | 5,1 | 6,4 | 15,5 | | |
| Май | с | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 23,3 | 1,5 | 1,9 | 17,2 | 1,1 | 21,5 |
| | м | 1,2 | 1,2 | 1,6 | 67,3 | 6,1 | 5,9 | 42,3 | | |
| Июнь | с | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 17,8 | 1,0 | 0,9 | 12,2 | 1,0 | 17,4 |
| | м | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 35,5 | 2,2 | 1,1 | 33,1 | | |
| Июль | с | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 15,9 | 0,9 | 1,1 | 10,2 | 1,2 | 17,3 |
| | м | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 28,6 | 1,3 | 4,5 | 31,6 | | |
| Август | с | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 23,9 | 0,6 | 1,2 | 12,0 | 1,0 | 23,2 |
| | м | 1,1 | 1,2 | 2,1 | 77,0 | 3,1 | 4,6 | 33,1 | | |
| Сентябрь | с | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 17,7 | 0,3 | 0,3 | 10,8 | 1,1 | 21,2 |
| | м | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 58,9 | 0,8 | 0,5 | 53,1 | | |
| Октябрь | с | 0,5 | 0,4 | 0,8 | 17,8 | 0,5 | 0,5 | 9,5 | 1,1 | 23,3 |
| | м | 1,1 | 1,0 | 2,3 | 40,8 | 1,3 | 1,1 | 27,6 | | |
| Ноябрь | с | 0,4 | 0,4 | 0,7 | 10,9 | 0,7 | 0,7 | 20,7 | 1,1 | 13,8 |
| | м | 1,1 | 1,3 | 1,6 | 24,4 | 1,9 | 1,6 | 64,6 | | |
| Декабрь | с | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 16,2 | 0,7 | 0,7 | 9,2 | 1,0 | 18,1 |
| | м | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 61,1 | 1,4 | 1,3 | 36,4 | | |
| Среднее: | 2007 г. | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 15,7 | 0,8 | 1,0 | 11,2 | 1,0 | 17,2 |
| | 2006 г. | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 22,2 | 1,0 | 0,9 | 11,6 | 1,2 | 19,2 |
| Сумма, Бк/м ² ·год: | 2007 г. | 146 | 137 | 219 | | 310 | 381 | | | |
| | 2006 г. | 182 | 146 | 256 | | 365 | 329 | | 438 | |

Примечание: * – данные ГУ «НПО «Тайфун».

Среднемесячная объемная активность отдельных радионуклидов, зарегистрированных в 2007 г. в атмосфере г. Обнинска, приводится в табл. 3.25. Из табл. 3.25 видно, что среднемесячная объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе г. Обнинска в 2007 г. изменялась в пределах (5,3–90)·10⁻⁷ Бк/м³, при этом средняя за год объемная активность увеличилась по сравнению с 2006 г. в 1,6 раза и составила 15,1·10⁻⁷ Бк/м³, что в 1,4 раза выше средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs для Центра ЕТР в 2007 г. (10,5·10⁻⁷ Бк/м³). Наибольшая объемная активность ¹³⁷Cs была на шесть порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99 [2].

Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземной атмосфере п. Подмосковная в 2007 г. снизилась в 1,8 раза по сравнению с предыдущим годом [6] и составляла 4,0·10⁻⁷ Бк/м³, что в 3,8 раза ниже, чем в г. Обнинске, и в 2,6 раза выше средневзвешенной по территории Центра ЕТР.

Среднемесячная объемная активность ⁹⁰Sr в приземной атмосфере г. Обнинска в 2007 г. (см. табл. 3.25) изменялась в диапазоне (0,56–14,7)·10⁻⁷ Бк/м³, а среднегодовое значение (2,1·10⁻⁷ Бк/м³) было в 2,6 раза выше среднего за 2006 г. (0,8·10⁻⁷ Бк/м³) и в 1,8 раза выше фонового уровня для

Центра ЕТР в 2007 г. ($1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Самая высокая среднемесячная объемная активность ⁹⁰Sr в воздухе г. Обнинска была зарегистрирована, также как и ¹³⁷Cs, в мае и составила $14,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что на шесть порядков ниже допустимой объемной активности для населения по НРБ-99 ($2,7$ Бк/м³) [2].

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземной атмосфере в п. Подмосковная в 2007 г. увеличилась в 1,2 раза по сравнению с предыдущим годом [6] и составила $0,54 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,2 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2007 г.

Таблица 3.25

Среднемесячная объемная активность радионуклидов в воздухе г. Обнинска в 2006–2007 гг., Бк/м³
(данные НПО «Тайфун»)

| Месяц | ¹³⁷ Cs, ·10 ⁻⁷ | | ²³⁸ Pu, ·10 ⁻⁹ | | ^{239,240} Pu, ·10 ⁻⁹ | | ⁹⁰ Sr, ·10 ⁻⁷ | | ¹³¹ I, ·10 ⁻⁵ | | ⁷ Be, ·10 ⁻⁵ | |
|----------|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|--|---------|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|------------------------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Январь | 9,8 | 17 | 2,5 | 2,0 | 3,0 | 3,3 | 1,0 | 1,3 | 0,3 | н | 154 | 309 |
| Февраль | 13 | 11 | 6,6 | 0,9 | 5,8 | 6,7 | 0,58 | 0,53 | 7,5 | 7,1 | 210 | 210 |
| Март | 7 | 8,3 | 1,0 | - | 2,0 | - | 1,2 | 0,53 | 12 | 102,6 | 282 | 280 |
| Апрель | 12 | 7,0 | 1,2 | 2,4 | 2,1 | 14,2 | 1,2 | 0,67 | н | 16,3 | 287 | 350 |
| Май | 90 | 9,0 | 11,4 | 4,5 | 31,1 | 4,1 | 14,7 | 1,0 | 1,0 | 3,0 | 563 | 470 |
| Июнь | 9,8 | 6,8 | 1,2 | 2,2 | 3,0 | 5,3 | 0,81 | 0,83 | 0,04 | н | 511 | 441 |
| Июль | 8,0 | 5,3 | 4,4 | 3,2 | 2,7 | 2,0 | 1,4 | 0,48 | 1,1 | 0,8 | 384 | 508 |
| Август | 7,1 | 6,2 | 1,0 | 1,0 | 3,6 | 1,3 | 1,1 | 0,65 | н | 9,9 | 474 | 343 |
| Сентябрь | 5,3 | 7,0 | 0,6 | 2,5 | 1,3 | 2,5 | 0,73 | 0,51 | н | н | 326 | 260 |
| Октябрь | 6,4 | 18 | 3,6 | 3,2 | 3,1 | 3,7 | 0,56 | 0,79 | 0,72 | 1,0 | 294 | 222 |
| Ноябрь | 6,0 | 9,7 | 1,6 | 1,1 | 2,3 | 1,9 | 0,95 | 0,7 | 0,1 | 32,0 | 193 | 200 |
| Декабрь | 6,6 | 9,1 | - | 1,9 | 4,2 | 2,0 | 1,3 | 0,6 | 0,055 | 1,5 | 231 | 191 |
| Среднее | 15,1 | 9,5 | 3,2 | 2,3 | 5,4 | 4,3 | 2,1 | 0,8 | 2,5 | 14,5 | 326 | 315 |

Примечание: н – ниже предела обнаружения;
-- данные не поступали.

Среднегодовые объемные активности изотопов плутония в приземной атмосфере г. Обнинска в 2007 г. (см. табл. 3.25) увеличились по сравнению с 2006 г.: ^{239,240}Pu – в 1,3 раза, ²³⁸Pu – в 1,4 раза; и составили $5,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и $3,2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, соответственно. Среднемесячные объемные активности ^{239,240}Pu колебались в пределах $(1,3–31,1) \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, ²³⁸Pu – в пределах $(0,6–11,4) \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. Максимальные среднемесячные объемные активности изотопов плутония также наблюдались в мае и были более чем на четыре порядка ниже ДОА_{НАС.} по НРБ-99 [2]. Отношение среднемесячных объемных активностей ²³⁸Pu/^{239,240}Pu за период времени 1998–2007 гг. изменялось в очень широких пределах от 0,04 до 4,0 при среднем значении 0,7, что на порядок выше значения 0,05, характерного для глобального фона Северного полушария [19]. На основании столь высоких значений объемной активности изотопов плутония в приземном слое воздуха г. Обнинска и высоких отношений ²³⁸Pu/^{239,240}Pu можно сделать вывод, что загрязнение приземного слоя атмосферы в г. Обнинске указанными изотопами плутония обусловлено, в основном, местным техногенным источником.

Как уже упоминалось выше, в 2007 г. максимальные среднемесячные объемные активности радионуклидов ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²³⁸Pu и ^{239,240}Pu наблюдались в Обнинске в мае и превышали соответствующие среднегодовые значения в 4–7 раз.

⁶⁰Co в приземной атмосфере г. Обнинска в 2007 г. наблюдался только в июле и его среднемесячная объемная активность составила $3,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что более чем на семь порядков ниже допустимой объемной активности по НРБ-99 (ДОА_{НАС.}(⁶⁰Co) = 11 Бк/м³) [2].

Анализ данных о выбросах местных РОО позволяет предположить, что источником загрязнения приземного слоя атмосферы в г. Обнинске ^{137}Cs , ^{90}Sr , изотопами плутония и продуктами нейтронной активации является ФЭИ.

В 2007 г. в воздухе г. Обнинска седьмой год подряд после четырехлетнего перерыва регулярно регистрировался ^{131}I , в основном, в молекулярной форме: 26 случаев появления ^{131}I в молекулярной форме и 14 случаев – в аэрозольной форме. Среднегодовая объемная активность ^{131}I в 2007 г. (см. табл. 3.25) составила $2,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 5,8 раза ниже, чем в 2006 г. Максимальное значение ^{131}I в молекулярной форме ($60 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалось 21–22.03; в аэрозольной форме ($59 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) – 28.02–01.03. Наблюдаемые объемные активности ^{131}I были на четыре–пять порядков ниже допустимой объемной активности по НРБ-99 ($\text{ДОА}_{\text{НАС}}(^{131}\text{I}) = 7,3 \text{ Бк/м}^3$) [2]. Анализ выбросов местных РОО позволяет предположить, что источником загрязнения ^{131}I приземного слоя атмосферы в г. Обнинске является филиал НИФХИ.

Из естественных радионуклидов в составе глобального фона определялся ^7Be и ^{40}K . Среднегодовая объемная активность ^7Be в воздухе из года в год меняется в пределах одного порядка величины и в 2007 г. составила $326 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (см. табл. 3.25). Объемная активность ^{40}K в 2007 г. изменялась в диапазоне $(0,6–1,7) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ со среднегодовым значением $1,11 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что находится на уровне последних лет ($1,11 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2006 г., $1,25 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2005 г., $0,86 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2004 г., $1,08 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2003 г.). В марте–октябре и в декабре в пробах аэрозолей регистрировался природный ^{22}Na с объемной активностью $(1,3–5,5) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Данные наблюдений Центрального УГМС [18] за выпадениями $\Sigma\beta$ на подстилающую поверхность в пунктах 100-км зоны вокруг г. Обнинска и данные наблюдений НПО «Тайфун» в г. Обнинске в 2007 г. приведены в табл. 3.24. Из табл. 3.24 видно, что среднемесячные значения суточных выпадений $\Sigma\beta$ колебались в г. Обнинске в течение года в пределах от $0,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ (в январе и июне) до $0,8 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ (в октябре). Максимальные суточные значения колебались от месяца к месяцу в пределах $1,0–3,0 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$. Годовые выпадения $\Sigma\beta$ в г. Обнинске в 2007 г. уменьшились в 1,2 раза по сравнению с предыдущим годом. Среднее за год значение атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ в г. Обнинске составило $0,6 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$, что в 1,7 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2007 г. ($1,0 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$). Выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг г. Обнинска остались в среднем на уровне 2006 г. и не превышали средневзвешенного значения для Центра ЕТР.

В табл. 3.26 приведены данные о выпадениях ^{137}Cs из атмосферы в г. Обнинске и средние выпадения по трем пунктам Калужской области (Калуга, Малоярославец, Спас-Деменск), выпадения ^{137}Cs в которых можно считать фоновыми для Калужской области. Согласно этим данным, сумма годовых выпадений ^{137}Cs в г. Обнинске в 2007 г. составила $2,46 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$, что несколько ниже, чем в предыдущем году, но в 6,6 раза выше средневзвешенного значения выпадений ^{137}Cs на территории Центра ЕТР, не загрязненной в результате аварии на Чернобыльской АЭС, ($0,37 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$). Повышенные значения выпадений ^{137}Cs в Обнинске, вероятнее всего, связаны с деятельностью ФЭИ.

Таблица 3.26

Атмосферные выпадения ^{137}Cs в г. Обнинске и других районах Калужской области в 2006–2007 гг.

| Месяц | Обнинск, Бк/м ² ·месяц | | Фон*, Бк/м ² ·квартал | | Жиздра, Бк/м ² ·квартал | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---------|----------------------------------|---------|------------------------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Январь | 0,35 | <0,01 | | | | |
| Февраль | 0,18 | 0,30 | ∖ - | ∖ 0,21 | ∖ 0,72 | ∖ 0,62 |
| Март | 0,19 | 0,20 | | | | |
| Апрель | 0,48 | 0,13 | | | | |
| Май | 0,32 | 0,18 | ∖ 0,27 | ∖ 0,35 | ∖ 1,16 | ∖ 1,30 |
| Июнь | 0,02 | 0,24 | | | | |
| Июль | 0,15 | 0,53 | | | | |
| Август | 0,11 | 0,17 | ∖ 0,23 | ∖ - | ∖ 1,17 | ∖ - |
| Сентябрь | 0,14 | 0,21 | | | | |
| Октябрь | 0,18 | 0,29 | | | | |
| Ноябрь | 0,18 | 0,32 | ∖ 0,10 | ∖ 0,23 | ∖ 0,51 | ∖ 1,30 |
| Декабрь | 0,16 | 0,05 | | | | |
| Среднее за год | 0,21 | 0,22 | 0,20** | 0,26** | 0,89 | 1,07** |
| Сумма за год, Бк/м ² ·год | 2,46 | 2,63 | 0,60** | 0,79** | 3,56 | 3,22** |

Примечание: * – среднее по трем пунктам: Калуга, Спас-Деменск, Малоярославец;
 - – данные не поступали;
 ** – данные за три квартала.

Фоновые выпадения ^{137}Cs в Калужской области (см. табл. 3.26) за второй – четвертый квартал 2007 г. составили 0,60 Бк/м², что в 2 раза выше выпадений ^{137}Cs на не загрязненной территории Центра ЕТР за этот же период времени (0,30 Бк/м²). Вероятно, на величину фоновых выпадений ^{137}Cs в Калужской области оказывает влияние ветровой вынос этого радионуклида с загрязненных после Чернобыльской аварии территорий области.

В табл. 3.26 также приводятся данные о выпадениях ^{137}Cs в г. Жиздра Калужской области (в 180 км к юго-западу от г. Обнинска), загрязненного в результате аварии на ЧАЭС. Выпадения этого радионуклида в г. Жиздре за второй – четвертый квартал 2007 г. (2,84 Бк/м²) были в среднем в 4,7 раза выше фоновых выпадений по Калужской области за этот же период времени, а сумма годовых выпадений ^{137}Cs в п. Жиздра в 2007 г. (3,56 Бк/м²) была в 1,4 раза выше, чем в г. Обнинске, и в 9,6 раз выше фоновых выпадений этого радионуклида для не загрязненной территории Центра ЕТР за 2007 г.

Выпадения ^{90}Sr в г. Обнинске в 2007 г. были ниже предела обнаружения.

Выпадения ^7Be в г. Обнинске в 2007 г. изменялись в диапазоне (14–180) Бк/м²·месяц, составив за год 911 Бк/м². Выпадения ^{40}K составили 63 Бк/м²·год, изменяясь от 1,1 Бк/м²·месяц до 12 Бк/м²·месяц.

Вода и другие объекты окружающей среды

Объемная активность α -активных радионуклидов в поверхностных водах р. Протвы в 2007 г. в СЗЗ и ЗН ФЭИ по данным службы внешней дозиметрии ФЭИ составляла, как и в предыдущие пять лет, 100 мБк/л и совпадала с допустимой объемной активностью по НРБ-99 [2]. Содержание β -активных радионуклидов в воде р. Протвы в СЗЗ ФЭИ в 2007 г. составило 170 мБк/л, в ЗН – 160 мБк/л, что примерно в 6 раз ниже допустимого значения по НРБ-99 для питьевой воды. Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr было ниже предела обнаружения используемой аппаратуры (<0,3 мБк/л и <2,3 мБк/л соответственно).

Контроль загрязнения подземных вод в 23 скважинах на территории ФЭИ, осуществляемый службой внешней дозиметрии ФЭИ, в 2007 г. выявил, как и в предыдущие годы, превышение допустимого уровня содержания ^{90}Sr для питьевой воды по НРБ-99 [2] в скважине, находящейся в зоне наблюдения ФЭИ в 10 м от хранилища ТРО 227: среднегодовое содержание ^{90}Sr в скважине составило 18,7 Бк/л, что в 3,7 раза выше УВ по НРБ-99 (5,0 Бк/л).

В подземных водах в окрестностях г. Обнинска в течение ряда лет наблюдается повышенное содержание трития [6]. Поступление трития в подземные воды связано с нарушением герметичности хранилищ твердых РАО ФЭИ [20]. В связи с этим из водозаборов и коммуникаций питьевого водоснабжения в разных районах г. Обнинска и других близлежащих населенных пунктов (г.г. Малоярославец, Белоусово, Балабаново, д. Мишково) периодически проводится отбор проб воды для анализа на содержание в ней трития.

Обследование питьевой воды в г. Обнинске в 2007 г. показало, что содержание трития в питьевой воде остается повышенным: среднегодовое значение объемной активности трития в водопроводной воде составило 66 Бк/л (см. табл. 3.27), что примерно на два порядка ниже УВ [2], однако на порядок выше объемной активности трития в природных водах (атмосферные осадки, поверхностные воды) в окрестностях г. Обнинска (2–5 Бк/л).

Таблица 3.27

Объемная активность трития в питьевой водопроводной воде г. Обнинска на территории ГУ «НПО «Тайфун» в 2006–2007 гг., Бк/л

| 2007 г. | | 2006 г. | |
|-------------|---------------------|-------------|---------------------|
| Дата отбора | Объемная активность | Дата отбора | Объемная активность |
| 15.01 | 38 | 12.01 | 56 |
| 14.02 | 71 | 15.02 | 36 |
| 14.03 | 43 | 20.02 | 107 |
| 16.04 | 29 | 16.03 | 42 |
| 15.05 | 47 | 17.05 | 88 |
| 15.06 | 54 | 02.06 | 97 |
| 17.07 | 95 | 03.07 | 113 |
| 10.08 | 60 | 29.08 | 76 |
| 14.09 | 95 | 11.09 | 64 |
| 01.10 | 99 | 12.10 | 36 |
| 05.10 | 106 | 13.11 | 72 |
| 15.11 | 51 | 12.12 | 27 |
| 17.12 | 72 | | |
| Среднее | 66 | Среднее | 68 |

В питьевой воде близлежащих населенных пунктов объемная активность трития соответствует фоновому уровню: в г. Малоярославце ~ 1,4 Бк/л, в г. Балабаново ~ 3 Бк/л, в г. Белоусово ~ 3,6 Бк/л, в д. Мишково ~ 5,7 Бк/л, на ДПС «Воробьи» ~ 0,8 Бк/л [8].

Отбор проб почвы и растительности в 2007 г. проводился службой внешней дозиметрии ФЭИ в сентябре в 12 точках: 4 точки в СЗЗ ФЭИ и 8 точек в ЗН ФЭИ. Содержание $\Sigma\alpha$ - и $\Sigma\beta$ -активных радионуклидов в почве и растительности в СЗЗ ФЭИ в 2007 г. составило 100 и 780 Бк/кг для растительности и 440 и 520 Бк/кг для почвы соответственно, а в ЗН ФЭИ – 100 и 740 Бк/кг для растительности и 300 и 330 Бк/кг для почвы соответственно.

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в г. Обнинске, а также в пунктах 100-км зоны вокруг РОО (рис. 3.8) в 2007 г. не выходили за пределы колебаний естественного γ -фона и составляли: г. Обнинск – 12 мкР/ч, г.г. Немчиновка, Серпухов – 10 мкР/ч,

г.г. Калуга, Малоярославец, Можайск, Новый Иерусалим, Подмосковная – 12 мкР/ч, г.г. Москва, Нарофоминск – 13 мкР/ч. Максимальные среднесуточные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч.

Таким образом, данные радиационного мониторинга окружающей среды вокруг РОО г. Обнинска позволяют сделать вывод о том, что наблюдавшиеся в 2007 г. уровни загрязнения окружающей среды в окрестностях РОО г. Обнинска, в основном, значительно ниже существующих нормативов, хотя филиал НИФХИ оказывает определенное влияние на загрязнение атмосферы ^{131}I , а ФЭИ – на дополнительное радиоактивное загрязнение атмосферы ^{137}Cs , ^{90}Sr и изотопами плутония, а также на загрязнение подземных вод в г. Обнинске тритием и ^{90}Sr . Загрязнение приземного слоя атмосферы в г. Обнинске долгоживущими техногенными радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr в полтора – два раза выше фоновых уровней, а изотопами плутония – на порядок величины. Повышенное по сравнению с фоновым содержание трития в питьевой воде в г. Обнинске и превышение УВ по тритию в некоторых родниках в районе ФЭИ [3, 21] требует организации постоянного радиоэкологического мониторинга (ежегодное обследование) водных объектов в г. Обнинске, поскольку по результатам исследований, проведенных НПО «Тайфун» в рамках различных проектов в течение последних 10 лет, поступление трития в природные воды с промплощадки ГНЦ РФ ФЭИ продолжается. ГНЦ РФ ФЭИ необходимо принять меры для ограничения поступления трития в подземные воды, а также закрыть доступ населения к загрязненным родникам, а филиал НИФХИ установить дополнительные фильтры для уменьшения выбросов ^{131}I в атмосферу.

3.7. Пункты захоронения радиоактивных отходов

ПЗРО Государственного Мурманского специализированного комбината радиационной безопасности «Радон»

В 33 км на северо-запад от г. Мурманска по Печенгскому шоссе расположен ПЗРО Мурманского СК «Радон». ПЗРО расположен в пересеченной холмистой местности с перепадом высот до 300 м среди густой сети мелких озер. Крупнейшее из них – озеро Тугъявр находится в 1 км от ПЗРО. Грунт – скальный; высота территории над уровнем моря – 300 м.

С начала 1960-х годов на ПЗРО осуществлялся прием, транспортировка и хранение твердых радиоактивных отходов (ТРО) от 70 компаний и организаций Мурманской и Архангельской областей, а также Республики Карелия. Для хранения ТРО на пункте хранения радиоактивных отходов (ПХРО) имеется 4 траншеи емкостью по 200 м³ каждая и 2 емкости для жидких радиоактивных отходов (ЖРО) объемом также по 200 м³ каждая.

В 1994 г. в связи с реконструкцией Мурманский СК был закрыт для приема РАО и отработавших ИИИ. Суммарная активность захороненных за весь период радиоактивных отходов (только ТРО) составляла на 01.01.1994 $1,7 \cdot 10^{14}$ Бк. Активность отходов определялась, в основном, радионуклидами ^{137}Cs , ^{60}Co и трансурановыми элементами. Общий объем захороненных отходов – 320 м³.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг ПЗРО Мурманского СК «Радон» проводит Мурманское УГМС. Эта зона перекрывается со 100-км зонами вокруг РОО, расположенных в

районах г. Мурманска, п.п. Полярное и Печенга (см. рис. 3.3). Результаты контроля за радиационной обстановкой в этих зонах были приведены нами выше в разделе 3.2, посвященном этим РОО. Здесь отметим только, что ежесуточные измерения атмосферных выпадений суммы β -активных радионуклидов [5] в п.п. Мурманск, Полярное и Печенга показали, что среднегодовая величина радиоактивных выпадений в этих пунктах в 2007 г. составляла 0,7, 1,6 и 1,6 Бк/м²·сутки соответственно. В п.п. Полярное и Печенга среднегодовая величина радиоактивных выпадений была выше регионального фонового уровня (1,0 Бк/м²·сутки) в 1,6 раз. Максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в п. Полярное в сентябре и составляли 9,7 Бк/м²·сутки, в п. Печенга в марте – 7,7 Бк/м²·сутки, в г. Мурманске в августе – 5,8 Бк/м²·сутки. В 2007 г. случаев радиоактивных выпадений с повышенной $\Sigma\beta$ (в 10 раз и более выше фоновых за предыдущий месяц) не наблюдалось.

Среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$ в воздухе г. Мурманска в 2007 г. [5] изменялись от $2,3 \cdot 10^{-5}$ до $12,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднем значении за год $4,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что примерно в 1,4 раза ниже уровня 2006 г. и в 3,5 раза ниже средневзвешенной объемной активности для территории РФ (см. раздел 1.1 табл. 1.1). В феврале в г. Мурманске наблюдалось два случая пятикратного и более превышения объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе над фоновым значением. Техногенных радионуклидов в пробах повышенной активности обнаружено не было.

Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воздухе г. Мурманска в 2007 г. составляли $0,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $0,05 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, соответственно, и не превышали фоновых значений для территории Заполярья.

Среднесуточные значения мощности дозы γ -излучения, измеренные в пунктах 100-км зоны ПЗРО, в 2007 г. изменялись от 7 до 24 мкР/ч [5], что находится в пределах колебаний естественного γ -фона в этом регионе: 5–24 мкР/ч.

Радиоактивное загрязнение окружающей среды в 100-км зоне Мурманского СК «Радон» не выходит за пределы колебаний фоновых уровней.

ПЗРО Государственного федерального предприятия «Нижегородский специализированный комбинат радиационной безопасности «Радон»» на территории деятельности Верхне-Волжского УГМС

ПЗРО Нижегородского СК «Радон» находится на расстоянии 80 км к северо-востоку от г. Нижний Новгород и в 5 км к юго-востоку от д. Полом Семеновского района [9].

ПЗРО функционирует с 1962 г. и принимает радиоактивные отходы от предприятий и учреждений Нижегородской, Кировской, Ивановской и Владимирской областей, а также из республик Коми (г. Ухта), Мордовии и Чувашии. Максимальное расстояние перевозок составляет 700 км [9].

В период с 1962 по 1977 гг. захоронение ТРО производилось в подземное хранилище объемом 400 м³. В 1977 г. это хранилище было законсервировано (залито битумом) в связи с протечками воды. В 1978 г. было построено наземное типовое хранилище ТРО, которое

эксплуатируется по настоящее время. Имеется емкость для захоронения короткоживущих изотопов на 2 000 грамм-экв. радия и емкость для захоронения долгоживущих изотопов на 10 кКи.

Отходы, поступающие на захоронение, представляют собой отработавшие источники ионизирующего излучения, радиоизотопные приборы, загрязненную спецодежду и обувь, лабораторную посуду, строительный мусор и т.п. Нижегородский СК «Радон» переработку РАО не производит, поэтому сбросы и выбросы в окружающую среду отсутствуют.

Контроль за радиационной обстановкой в 100-км зоне ПЗРО осуществляет региональная радиометрическая лаборатория Нижегородского ЦГМС-Р Верхне-Волжского УГМС [9].

В 100-км зоне ПЗРО Верхне-Волжским УГМС [9] проводятся наблюдения за атмосферными радиоактивными аэрозолями в одном пункте (Н. Новгород), за радиоактивными выпадениями – в трех пунктах (Лысково, Семенов, Н. Новгород), за МЭД – в семи пунктах (Лысково, Семенов, Н. Новгород, Городец, Дзержинск, Красные Баки, Воскресенское). Расположение пунктов наблюдения приведено на рис. 3.4 в разделе 3.3. Поскольку пункты наблюдения в 100-км зоне ПЗРО практически совпадают с пунктами наблюдения в 100-км зоне ОКБ Машиностроения результаты наблюдений в этих пунктах приведены в разделе 3.3 (табл. 3.13–3.15), где обсуждается радиационная обстановка вокруг ОКБ Машиностроения. Здесь отметим только, что выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ПЗРО в 2007 г. (см. табл. 3.13) [9] во всех пунктах наблюдения находились на уровне фоновых по Верхне-Волжскому УГМС ($1,0 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$). Максимальные суточные выпадения ($16,7 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$) наблюдались 23–24 сентября в п. Лысково и превышали фоновое значение ($0,9 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$) в 19 раз. Выпадения $\Sigma\beta$ в Н. Новгороде уменьшились по сравнению с 2006 г. в 1,2 раза.

Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Н. Новгорода [9] в 2007 г. (см. табл. 3.13) находилась на уровне предыдущего года и не превышала средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($17,2 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$).

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземной атмосфере Н. Новгорода в 2007 г. составляли (см. табл. 3.14) $1,8 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$ и $0,24 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$ соответственно и не превышали фоновых значений для Центра ЕТР.

По данным Верхне-Волжского УГМС [9] среднемесячная мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне ПЗРО в 2007 г. не превышала 11 мкР/ч , что соответствует естественному γ -фону. Максимальное измеренное значение МЭД достигало 19 мкР/ч .

Из результатов наблюдений следует, что содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в 100-км зоне Нижегородского СК «Радон» не превышает фоновых уровней.

ПЗРО Государственного унитарного предприятия «Свердловский специализированный комбинат «Радон»»

ПЗРО Свердловского СК «Радон» расположен в 20 км к северу от г. Екатеринбурга и обслуживает Свердловскую, Пермскую и Тюменскую области. На территории ПЗРО имеются хранилища для твердых, жидких радиоактивных отходов и источников ионизирующих излучений. Однако за длительный период эксплуатации ПЗРО случаев поступления жидких радиоактивных отходов не было.

Контроль состояния радиационной обстановки в 100-км зоне ПЗРО осуществляется Уральским УГМС [22]. Поскольку 100-км зона ПЗРО практически совпадает со 100-км зоной вокруг Белоярской АЭС, система радиационного мониторинга Росгидромета является общей для этих двух объектов. Результаты контроля за радиоактивным загрязнением окружающей среды в этой зоне будут подробно рассмотрены в разделе 4.2, посвященном Белоярской АЭС, где на рис. 4.4 приведено расположение пунктов радиационного мониторинга относительно ПЗРО. Здесь рассмотрим данные, относящиеся к радиационной обстановке в пунктах, расположенных в 10-км и 30-км зонах вокруг ПЗРО.

В 30-км зоне ПЗРО находятся два пункта контроля (г.г. Екатеринбург и Сарапулка), в которых проводятся стационарные наблюдения за МЭД и за атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией. Среднегодовые суточные значения выпадений $\Sigma\beta$ в 30-км зоне ПЗРО в 2007 г. (см. табл. 3.28) остались на уровне 2006 г. и составляли $0,5 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$, что соответствует среднегодовому значению по Уральскому региону. Максимальные суточные выпадения наблюдались: в г. Екатеринбурге – в июле ($3,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$), в г. Сарапулке – в июне ($4,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$) [22].

Таблица 3.28

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения выпадений $\Sigma\beta$ в 30-км зоне вокруг Свердловского ПЗРО «Радон» в 2007 г., $\text{Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ (данные Уральского УГМС)

| Пункт наблюдений | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднегодовое | | |
|-----------------------------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|---------------|------------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2007 г. | 2006 г. | |
| Екатеринбург | с | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,4 |
| | м | 0,8 | 2,2 | 2,8 | 1,1 | 1,3 | 2,4 | 3,4 | 2,8 | 2,8 | 1,2 | 2,3 | 1,5 | | |
| Сарапулка | с | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 1,2 | 1,1 | 0,6 | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| | м | 2,4 | 0,8 | 1,1 | 1,0 | 3,0 | 4,4 | 3,6 | 4,2 | 2,0 | 1,5 | 2,2 | 2,7 | | |
| Среднее: | 2007 г. | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,9 | 0,9 | 0,6 | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,5 |
| | 2006 г. | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | | |
| Фон для Уральского региона: | 2007 г. | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,60 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| | 2006 г. | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | | |

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 30-км зоне в 2007 г. составляла 10 мкР/ч и находилась на уровне фоновых значений для Уральского региона [22].

В 10-км зоне ПЗРО действует дополнительная сеть, состоящая из пяти пунктов, на которых ведутся наблюдения за МЭД и за радиоактивными выпадениями из атмосферы с помощью горизонтальных планшетов с месячной экспозицией. Эффективность месячных планшетов не определялась и условно принималась, как и для суточных планшетов, равной 0,7.

В табл. 3.29 приведены усредненные по пяти пунктам дополнительной сети месячные выпадения суммы β -излучающих радионуклидов и ^{137}Cs , а также квартальные выпадения ^{90}Sr [22]. Из табл. 3.29 видно, что в 2007 г. месячные выпадения $\Sigma\beta$ и ^{90}Sr в этих пунктах остались на уровне прошлого года. Выпадения ^{137}Cs по сравнению с 2006 г. увеличились в 2,5 раза.

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 10-км зоне в 2007 г. составляла 10 мкР/ч [22] и соответствовала среднему значению по Уральскому региону.

Таблица 3.29

Выпадения из атмосферы $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr в 10-км зоне вокруг ПЗРО Свердловского СК «Радон» в 2007 г. (данные Уральского УГМС)

| Радионуклиды | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднее | |
|---|-------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|-----|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2007 г. | 2006 г. |
| $\Sigma\beta$, Бк/м ² -месяц | 1,8 | 3,5 | 2,6 | 6,0 | 4,8 | 18,0 | 8,0 | 5,6 | 3,6 | 10,4 | 8,1 | 2,3 | 6,2 | 6,1 |
| ^{137}Cs , Бк/м ² -месяц | 0,1 | 0,1 | 0,3 | н | 0,4 | 3,7 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | н | 0,5 | 0,2 |
| ^{90}Sr , Бк/м ² -квартал | 0,02 | | | 0,02 | | | 0,01 | | | 0,02 | | | 0,02 | 0,02 |

Примечание: н – ниже предела обнаружения ($\leq 0,01$ Бк/м²-период).

ПЗРО Челябинского специализированного комбината «Радон»

ПЗРО Челябинского СК «Радон» расположен в зоне ответственности Уральского УГМС в 55 км севернее г. Челябинска и в 6 км от деревни Чишма. На нем производится захоронение твердых радиоактивных отходов и отработавших источников ионизирующего излучения. Выбросов радиоактивных веществ в атмосферу и жидких радиоактивных сбросов ПЗРО не производит.

ПЗРО попадает в зону Восточно-Уральского радиоактивного следа, образовавшегося после аварии 29.09.1957 на ПО «Маяк», и в 100-км зону вокруг ПО «Маяк». Расположение ПЗРО и пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС было показано на рис. 2.1 в разделе 2.2.

В 10-км зоне ПЗРО Уральским УГМС (Челябинским УГМС) организована дополнительная сеть пунктов наблюдений [22], на которых ведутся наблюдения за атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных планшетов с недельной экспозицией и за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения.

В табл. 3.30 приводятся усредненные по шести пунктам наблюдений результаты измерений атмосферных выпадений $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr [22]. Из табл. 3.30 видно, что в 2007 г. в 10-км зоне вокруг ПЗРО выпадения $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr остались примерно на уровне 2006 г.

Таблица 3.30

Выпадения $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr в 10-км зоне вокруг ПЗРО Челябинского СК «Радон» в 2007 г. (данные Уральского УГМС)

| Радионуклиды | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднее | |
|--|-------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2007 г. | 2006 г. |
| $\Sigma\beta$, Бк/м ² -неделя | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 1,6 | 1,2 | 1,6 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,5 |
| ^{137}Cs , Бк/м ² -месяц | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |
| ^{90}Sr , Бк/м ² -неделя | 0,01 | | | 0,01 | | | 0,01 | | | 0,04 | | | 0,02 | 0,02 |

В 2007 г. мощность дозы γ -излучения в 10-км зоне вокруг ПЗРО по данным восьми пунктов наблюдений [22] колебалась в пределах от 11 до 13 мкР/ч, что соответствует изменениям естественного γ -фона.

Выделить влияние ПЗРО на радиоактивное загрязнение окружающей среды на фоне влияния ПО «Маяк» и ВУРС не представляется возможным.

ПЗРО Государственного Новосибирского специализированного комбината «Радон»

ПЗРО Новосибирского СК «Радон» расположен в Коченевском районе Новосибирской области в 25 км к западу от г. Новосибирска на правом берегу р. Чик на расстоянии 850–1000 м на восток от ее русла. Ближайшие населенные пункты: с. Буньково – 1,5 км, с. Прокудское – 3 км,

ст. Чик Западно-Сибирской ж.д. – 6 км. Основная деятельность комбината – транспортировка, прием, хранение и захоронение РАО, образующихся в медицинских, научно-исследовательских учреждениях и на промышленных предприятиях (за исключением отходов предприятий ядерно-топливного цикла). ПЗРО обслуживает Новосибирскую, Омскую, Томскую, Кемеровскую области, Красноярский край, а также Республику Алтай.

Переработка РАО на ПЗРО не производится. Выбросы радиоактивных веществ в атмосферу, сбросы и сливы их в окружающую среду отсутствуют. Принципиально возможна лишь утечка радиоактивных веществ из емкостей хранилищ, либо при загрузке хранилища, дезактивации транспорта и других технологических операциях. Активность захороненных РАО определяют, в основном, радионуклиды ^{90}Sr , ^{137}Cs и ^{60}Co .

Радиационный мониторинг вокруг ПЗРО осуществляет Западно-Сибирское УГМС. Зона наблюдения вокруг ПЗРО частично перекрывается 100-км зоной наблюдения РОО НЗХК, результаты обследования которого приводятся в разделе 2.5.

В 30-км зоне ПЗРО мониторинг приземной атмосферы проводится в п. Огурцово (см. рис. 3.9), где отбираются пробы атмосферных аэрозолей и выпадений с суточной экспозицией. Среднегодовые результаты наблюдений в этом пункте за 2007 г. приведены ниже (в скобках приведены данные за 2006 г.) [23]:

| Выпадения, Бк/м ² ·сутки | Объемная активность в воздухе, 10 ⁻⁵ Бк/м ³ | | |
|-------------------------------------|---|-------------------|------------------|
| | Σβ | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr |
| 1,5 (2,4) | 13 (16) | 0,034 (0,024) | 0,027 (0,020) |

Из приведенных данных видно, что среднегодовая объемная активность Σβ в воздухе в п. Огурцово в 2007 г. снизилась в 1,2 раза по сравнению с 2006 г. и не превышала фонового значения для Западно-Сибирского региона ($16,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В 2007 г. в п. Огурцово было отмечено четыре случая пятикратного и более превышения среднесуточной объемной активности Σβ в воздухе над фоновым значением: 29–30 апреля ($110,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и 30 апреля – 1 мая ($79,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), 2–3 мая ($129 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и 17–18 сентября ($102 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), что соответственно в 2,7, 2,0, 1,4 и 6,1 раза выше соответствующих фоновых значений для данных месяцев. Техногенных радионуклидов в пробах повышенной активности обнаружено не было.

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в п. Огурцово в 2007 г. увеличились в 1,4 раза по сравнению с предыдущим годом, при этом объемная активность ^{137}Cs была на уровне фонового значения для Западно-Сибирского региона ($0,034 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), а ^{90}Sr – превышала в 1,4 раза ($0,020 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Среднегодовые суточные выпадения Σβ в п. Огурцово были в 1,6 раза ниже, чем в 2006 г., и в 1,2 раза превышали средневзвешенное значение выпадений по Западно-Сибирскому региону ($1,3$ Бк/м²·сутки). Более подробные данные наблюдений по п. Огурцово приводятся в разделе 2.5, поскольку Огурцово расположено внутри 30-км зоны наблюдения НЗХК, который может являться источником поступления радиоактивных аэрозолей в атмосферу.

Для выявления влияния ПЗРО на загрязнение окружающей среды Западно-Сибирское УГМС проводит радиационный мониторинг в 5-км зоне вокруг ПЗРО. В 2007 г. в 5-км зоне наблюдения



Рис. 3.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг ПЗРО Новосибирского СК «Радон»:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▼ – отбор проб подземных вод из скважин;
- ⊗ – ПЗРО.

вокруг ПЗРО Западно-Сибирским УГМС контролировались следующие параметры окружающей среды [23]:

- содержание радионуклидов в снежном покрове (в марте) и в почве (в августе) в восьми контрольных точках;
- содержание радионуклидов в воде и донных отложениях р. Чик, протекающей в непосредственной близости от ПЗРО, а также в питьевой воде в трех населенных пунктах;
- мощность дозы γ -излучения ежеквартально в восьми точках, а также при отборе проб снега, почвы и воды.

Пробы почвы и снега отбирались по периметру зон контроля радиусом 500 м и 5000 м вокруг ПЗРО (рис. 3.10). Пробы почвы отбирались на глубину 5 см, а снега – перед началом снеготаяния на всю глубину снежного покрова. Пробы воды и донных отложений из р. Чик отбирались в трех точках выше и ниже по течению от ПЗРО (рис. 3.11). Гамма-спектрометрический анализ проб в объектах окружающей среды в 2007 г. не проводился по причине выхода из строя γ -спектрометра [23].

В 2007 г. было проведено пять маршрутных обследований с измерением МЭД в восьми контрольных точках. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения, измеряемая на высоте 1 м от поверхности в 5 км зоне вокруг РОО, в 2007 г. варьировала в диапазоне 6–17 мкР/ч при средних значениях в каждой точке 11–12 мкР/ч [23], что находится на уровне естественного γ -фона.

Плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ в контрольных точках в 2007 г. [23] составила 114,5 Бк/м² и не превышала суммы выпадений радиоактивных аэрозолей за период залегания снежного покрова на ближайших станциях: аэропорт «Новосибирск-Северный» (203,3 Бк/м²) и Огурцово (176,4 Бк/м²).

Объемная активность $\Sigma\beta$ в воде р. Чик в среднем составила 0,7 Бк/л, что соответствует уровням предыдущих лет.

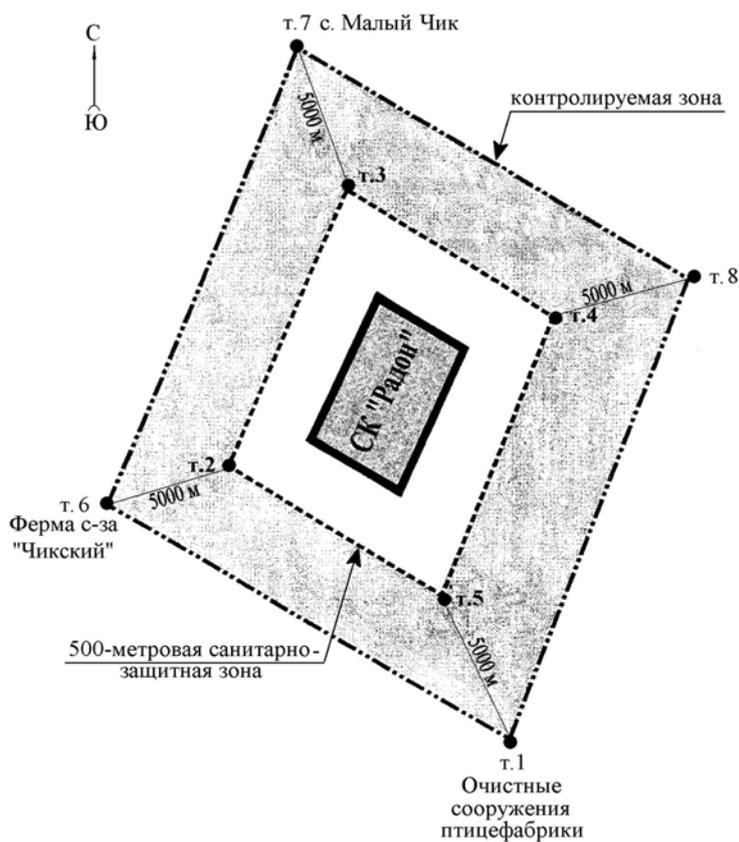


Рис. 3.10. Схема расположения точек контроля в 5-км зоне вокруг ПЗРО Новосибирского СК «Радон»

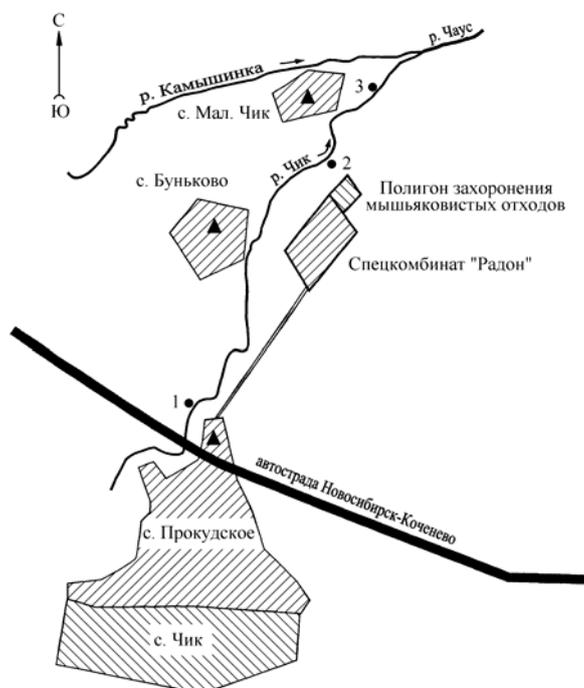


Рис. 3.11. Схема отбора проб воды и донных отложений в зоне наблюдения ПЗРО Новосибирского СК «Радон»:

- — отбор проб воды и донных отложений;
- ▲ — точки отбора проб питьевой воды.

Значения МЭД при отборе питьевой воды из скважин в трех населенных пунктах 5-км зоны наблюдения ПЗРО (с. Прокудское, с. Буньково, с. Малый Чик, см. рис. 3.11) в 2007 г. колебались в

диапазоне 11–14 мкР/ч [23]. Объемная активность $\Sigma\beta$ в питьевой воде в 2007 г. [23] не превышала уровня вмешательства (1 Бк/л) по НРБ-99 [2]: в с. Прокудское составляла 0,48 Бк/л, а в селах Малый Чик и Буньково была ниже предела обнаружения.

Результаты радиационного мониторинга в 30-км и ближней зонах вокруг ПЗРО позволяют сделать вывод, что ПЗРО Новосибирского СК «Радон» в 2007 г. не оказывал существенного влияния на загрязнение объектов окружающей среды техногенными радионуклидами.

Полигон хранения радиоактивных веществ Иркутского специализированного комбината «Радон»

Полигон хранения радиоактивных веществ (ПХРВ) Иркутского спецкомбината «Радон» находится в 35 км на север от г. Иркутска по Александровскому тракту. Ближайшие населенные пункты находятся на расстоянии 6–9 км: п. Усть-Балей с населением ~ 250 человек и п. Московщина с населением ~ 220 человек. По метеорологическим данным [24] в 2007 г. в г. Иркутске преобладающими направлениями ветра являлись: юго-восточные – 27 %, северо-западные – 21 %, западные и восточные – 14 % и 15 % соответственно. Наибольшая повторяемость юго-восточного ветра приходилась на февраль (43 %), северо-западного – на май (29 %), западного – на июнь (23 %), восточного – на декабрь (26 %).

Иркутский СК «Радон» обслуживает Иркутскую и Читинскую области, Республики Бурятия, Тыва и Саха (Якутия). На постоянное хранение в ПХРВ помещаются только ТРО, а ЖРО предварительно подвергаются отверждению методом цементирования. Другие виды переработки радиоактивных веществ не применяются.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг ПХРВ осуществляет Иркутское УГМС [24].

Контроль радиоактивных выпадений в приземной атмосфере в 100-км зоне вокруг ПХРВ в 2007 г. проводился на шести станциях; за атмосферными аэрозолями – на одной станции в Иркутске (см. рис. 2.13). 100-км зона полигона практически совпадает со 100-км зоной АЭХК, поэтому некоторые данные Иркутского УГМС по этой зоне уже были приведены в разделе 2.7 в табл. 2.46, 2.47.

Среднегодовые величины суточных выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне в 2007 г. снизились в среднем в 1,2 раза по сравнению с 2006 г. и колебались в пределах от 1,9 до 2,7 Бк/м²·сутки. Это в среднем в 1,5–2 раза выше средневзвешенного значения выпадений $\Sigma\beta$ на незагрязненной территории РФ (1,3 Бк/м²·сутки), что характерно для Иркутской области. Превышения суточных выпадений $\Sigma\beta$ фонового уровня за предыдущий месяц в десять и более раз в 100-км зоне вокруг ПХРВ в 2007 г. не наблюдалось.

Согласно результатам анализа проб аэрозолей в г. Иркутске в 2007 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ не превышала среднего значения по Югу Восточной Сибири. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr ($2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) в 2007 г. осталась на уровне последних двух лет и была в 1,6 раза выше средневзвешенного значения по Югу Восточной Сибири (см. раздел 1.1). Объемная активность ^{137}Cs в 1-ом квартале 2007 г. была ниже предела обнаружения; за оставшуюся часть

2007 г. данные измерений отсутствуют по причинам выхода из строя γ -спектрометрической установки.

Среднемесячные значения МЭД, рассчитанные по результатам ежедневных наблюдений на 12 метеостанциях в 100-км зоне вокруг ПХРВ, в 2007 г. составляли (9–17) мкР/ч, а максимальное из ежедневных значений МЭД достигало 25 мкР/ч и фиксировалось ежемесячно с марта по июнь в п. Хомутово.

В 2007 г. ежемесячно группами оперативного контроля Иркутского УГМС проводилась маршрутная радиометрическая съемка местности вдоль дорог в окрестностях ПХРВ в радиусе до 20 км. Измерения МЭД осуществлялись в 30 точках через каждые 2 км маршрута на дороге и на расстоянии 10 м от дороги. 20 февраля одновременно с маршрутной γ -съемкой было отобрано 15 проб снега, а 31 августа – 15 проб почвы и растительности. Пробы почвы отбирались на глубину 5 см, а снега – на всю глубину снежного покрова.

Значения мощности дозы γ -излучения в радиусе 20 км от ПХРВ в 2007 г. по результатам маршрутных обследований изменялись в пределах (11–21) мкР/ч, т.е. на фоновом уровне [24]. Максимальное значение МЭД (27 мкР/ч) было зарегистрировано в июле на 36 км Александровского тракта.

Результаты измерений содержания $\Sigma\beta$ в снеге, почве и травянистой растительности в 2007 г. в 20-км зоне вокруг ПХРВ приведены в табл. 3.31. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год.

Таблица 3.31

Плотность загрязнения снега, почвы и травы β -активными радионуклидами в 20-км зоне вокруг Иркутского ПХРВ в 2006–2007 гг., Бк/м²

| Пункт отбора проб | Снег | | Почва | | Трава | |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 20.02.2007 | 16.02.2006 | 31.08.2007 | 29.08.2006 | 31.08.2007 | 29.08.2006 |
| 14-й км Александровского тракта | 2,78 | 5,95 | 217,2 | 807,2 | 12,7 | 9,2 |
| 19-й км -"- | 4,80 | 30,35 | 497,1 | 524,3 | 9,3 | 8,2 |
| 25-й км -"- , д. Московщина | 8,90 | 21,43 | 397,3 | 665,5 | 18,7 | 7,5 |
| 33-й км -"- | 8,40 | 45,24 | 198,5 | 662,2 | 10,5 | 7,4 |
| 34 км -"- , ПХРВ | 2,90 | 37,49 | 659,5 | 667,5 | 3,6 | 7,3 |
| 36-й км Александровского тракта | 16,35 | 9,40 | 45,95 | 615,8 | 16,6 | 2,7 |
| п/л «Солнечный» | 17,76 | 48,80 | 84,7 | 353,8 | 9,4 | 5,6 |
| д. Усть-Балей | 4,56 | 23,27 | 605,9 | 180,3 | 8,1 | 13,1 |
| д. Урик | 12,00 | 31,74 | 381,4 | 587,3 | 15,6 | 6,7 |
| 4-й км в сторону д. Тихонова Падь | 21,30 | 17,66 | 200,9 | 892,9 | 11,2 | 4,3 |
| 8 км -"- | 5,40 | 21,81 | 274,0 | 518,6 | 2,4 | 11,9 |
| 12 км -"- | 7,74 | 13,20 | 661,4 | 586,7 | 20,0 | 14,4 |
| 16 км -"- | 16,77 | 3,27 | 624,8 | 550,6 | 17,4 | 17,6 |
| д. Тихонова Падь | 8,40 | 21,23 | 23,8 | 551,9 | 7,7 | 10,1 |
| Среднее в 20-км зоне | 9,86 | 23,64 | 348,0 | 583,2 | 11,7 | 8,9 |
| Фоновая точка | 4,27 | 10,32 | 224,6 | 292,3 | 16,9 | 5,5 |

Из табл. 3.31 видно, что в 2007 г. плотность загрязнения $\Sigma\beta$ снежного покрова в среднем уменьшилась в 2,4 раза по сравнению с 2006 г. Максимальный уровень загрязнения снега отмечался на 4 км в сторону д. Тихонова Падь – 21,3 Бк/м², что в 5 раз выше значения в фоновой точке. Средний уровень загрязнения почвы $\Sigma\beta$ (348,0 Бк/м²) был в 1,7 раза ниже, чем в 2006 г. Максимальная плотность загрязнения почвы $\Sigma\beta$ отмечалась на 12 км в сторону д. Тихонова Падь и достигала 661,4 Бк/м², что в 3 раза выше, чем в фоновой точке. Также высокая плотность загрязнения почвы $\Sigma\beta$ отмечалась на 34 км Александровского тракта (659,5 Бк/м²), на 16 км в

сторону д. Тихонова Падь ($624,8 \text{ Бк/м}^2$) и в д. Усть-Балей ($605,9 \text{ Бк/м}^2$). Содержание β -активных радионуклидов в травяном покрове в 2007 г. ($11,7 \text{ Бк/м}^2$) в среднем увеличилось по сравнению с предыдущим годом в 1,3 раза. Максимальная плотность загрязнения травы – $20,0 \text{ Бк/м}^2$ – была зарегистрирована на 12 км в сторону д. Тихонова Падь, что в 1,2 раза выше фонового уровня. В целом содержание $\Sigma\beta$ в природных объектах в 20-км зоне Иркутского ПХРВ в 2007 г. находилось в пределах колебаний глобального фона.

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг ПХРВ Иркутского СК «Радон» в 2007 г. оставалась стабильной и соответствовала уровням регионального радиоактивного фона.

Список литературы к разделу 3

1. Коробов В.Б., Соболевская В.Б., Миронова Е.А. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2007 году. – Архангельск: Архангельский ЦГМС, 2008.
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999. – 115 с.
3. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 274 с.
4. Малинин М.В., Хребтова И.В. Радиационная обстановка в зоне наблюдения и в санитарно-защитной зоне ФГУП «ПО «Севмаш» в 2007 г. – Северодвинск: ФГУП «ПО «Севмаш», 2008.
5. Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д. Обзор радиационной обстановки на территории деятельности Мурманского УГМС в 2007 г. – Мурманск: Мурманское УГМС, 2008.
6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2006 году. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – Н.-Новгород: Вектор ТиС, 2007. – 280 с.
7. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2004 году. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2005. – 288 с.
8. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 274 с.
9. Соколов В.В., Андриянова Н.В. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории деятельности Верхне-Волжского УГМС в 2007 г. – Н. Новгород: Верхне-Волжское УГМС, 2008.
10. Брыкин С.Н., Серебряков И.С. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома в 2007 году. – М.: ФГУП ВНИИХТ, 2008.
11. Андриянова Н.В. Отчет о результатах оперативно-производственной деятельности Верхне-Волжского УГМС в 2007 г. по осуществлению радиационного мониторинга. – Н. Новгород: Верхне-Волжское УГМС, 2008.
12. Ишонин М.И., Шевченко Н.А. Годовой отчет по оперативно-производственной работе группы мониторинга радиоактивного загрязнения (ГМРЗ) ГУ «Камчатское управление по

- гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» в 2007 г. – Петропавловск-Камчатский: Камчатское УГМС, 2008.
13. Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В. Радиационная обстановка на территории дальневосточного региона в 2007 году. Ежегодник. – Владивосток: Приморское УГМС, 2008.
 14. Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П. Отчет по выполнению контроля за радиоактивным загрязнением окружающей среды в районе РОО – филиала ФГУП концерна «Росэнергоатом» Балаковская АЭС и ФГУП «ГНЦ РФ НИИАР» в 2007 году. – Самара: Приволжское УГМС, 2008.
 15. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Костин П.П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. – М.: ИздАТ, 1994.
 16. Захаров С.Д., Вертлиб М.Г., Самойлова В.В., Леонтьев А.Ю. Обзор радиационной обстановки на территории Республики Татарстан в 2007 году. – Казань: УГМС Республики Татарстан, 2008.
 17. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС. Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 264 с.
 18. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2007 году. – М.: ГУ «Московский ЦГМС-Р», 2008.
 19. Трансурановые элементы в окружающей среде. Под. ред. У.С. Хэнсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
 20. Старков О.В., Моисеева О.В. Пространственно-временная миграция трития на территории промплощадки ГНЦ РФ ФЭИ и ее окрестностях. Информационный бюллетень. Ядерная и радиационная безопасность России. – М.: ЦНИИАтоминформ, 2002. – С. 64–75.
 21. Никитин А.И., Катрич И.Ю., Кабанов А.И., Дунаев Г.Е., Валетова Н.К., Бондарева З.М. Исследование загрязнения тритием природных вод г. Обнинска и его окрестностей. Отчет. – Обнинск: ИЭМ ГУ «НПО «Тайфун», 2005.
 22. Широкова Н.В., Банникова О.А., Осинцева Т.Н. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2007 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2008.
 23. Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д., Ягубкин А.Е. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории Новосибирской области в 2007 году. В кн.: Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории Сибирского региона в 2007 году. – Новосибирск: ЗапСибгидромет, 2008.
 24. Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Андриевская А.В., Кротова В.И., Исакова Ф.С. Радиационная обстановка на территории Иркутской области в 2007 году. Ежегодник. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2008.

4. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ АЭС

В 2007 г. на территории России работали 10 атомных электростанций. На всех АЭС эксплуатировался 31 энергоблок, из них 15 – с водо-водяными реакторами под давлением (ВВЭР), 15 – с канальными уран-графитовыми реакторами и 1 – с реактором на быстрых нейтронах (БН-600). Среди водо-водяных реакторов имеется 9 реакторов ВВЭР-1000 и 6 реакторов ВВЭР-440, среди уран-графитовых реакторов – 11 реакторов РБМК-1000 и 4 реактора ЭГП-6.

АЭС являются потенциальными источниками радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду при авариях на них различной степени тяжести. Реакторные установки АЭС конструируются таким образом, что в штатном режиме работы основная часть образующихся радионуклидов изолирована от биосферы и лишь небольшие количества радионуклидов поступают в окружающую среду с газоаэрозольными выбросами и жидкими сбросами, где они рассеиваются в атмосфере и поверхностных водах региона размещения АЭС. Как показывает более чем 50-летний опыт радиационного контроля окружающей среды в России (СССР), поступление таких количеств радионуклидов в биосферу не приводит к существенному изменению радиационного фона в районе размещения АЭС.

Источники газоаэрозольных выбросов и сбросов АЭС, их состав и применяемые способы очистки от радионуклидов подробно описаны в [1].

Для ограничения радиационного воздействия АЭС на население и окружающую среду органы санитарно-эпидемиологического надзора установили, что при нормальной эксплуатации АЭС их влияние не должно приводить к дополнительному облучению населения дозой более 200 мкЗв в год за счет газоаэрозольных выбросов и дозой 50 мкЗв в год за счет поступления радионуклидов с жидкими сбросами. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» ограничивает техногенное облучение населения дозой 1000 мкЗв в год. Таким образом, установленная для АЭС дозовая квота составляет 25 % от установленной федеральным законом допустимой дозы техногенного облучения населения. Этим значениям доз облучения соответствуют предельно-допустимые выбросы (ПДВ) и предельно-допустимые сбросы (ПДС). Учитывая успехи российских АЭС в деле снижения выбросов и сбросов в биосферу, с 2000 г. в Санитарных правилах проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-99) [2] были введены новые более жесткие ограничения путем введения допустимых выбросов (ДВ) и допустимых сбросов (ДС), рассчитанных при условии не превышения годовой дозы облучения 10 мкЗв. Эта величина дозы в НРБ-99 [3] называется минимально-значимой дозой и источники излучения (в данном случае АЭС), создающие такую дозу на население, выводятся из под радиационного контроля, а радиационный риск, создаваемый такими источниками, считается безусловно приемлемым.

Фактически активность газоаэрозольных выбросов и сбросов АЭС в 2007 г. [4] была значительно ниже допустимых и составляла максимально 17 % от ДВ для ИРГ на Билибинской АЭС и 6,9 % от ДС для ^{60}Co на Нововоронежской АЭС (в открытую гидрографическую сеть).

В 2007 г. на АЭС не было радиационных инцидентов, связанных с несанкционированным поступлением в окружающую среду радионуклидов за счет газоаэрозольных выбросов или жидких сбросов.

В целях независимого государственного контроля за радиационным воздействием АЭС на окружающую среду Росгидрометом в 100-км зонах вокруг АЭС проводится радиационный мониторинг загрязнения объектов окружающей среды. На промплощадках, в санитарно-защитных зонах и зонах наблюдения АЭС радиационный контроль осуществляется отделами радиационной безопасности АЭС.

В разделе 4 наряду с данными службы радиационного мониторинга Росгидромета о радиационной обстановке в 100-км зонах вокруг АЭС приводятся результаты радиационного мониторинга в 30-км зонах АЭС, предоставленные НПО «Тайфун» службами внешней дозиметрии отделов радиационной безопасности десяти АЭС в рамках Соглашения Росгидромета и концерна Росэнергоатом об обмене информацией.

4.1. Балаковская АЭС

В 2007 г. в эксплуатации на Балаковской АЭС находились четыре однотипных энергоблока с реакторами ВВЭР-1000 с общей мощностью 4000 МВт.

Балаковская АЭС расположена на левом берегу Саратовского водохранилища р. Волги в 10,5 км на северо-восток от г. Балаково Саратовской области и в 170 км от г. Саратова.

В 2006 г. в соответствии с требованиями санитарно-гигиенических нормативов были утверждены новые границы СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС. В настоящее время СЗЗ ограничивается пределами промплощадки, которая представляет собой многоугольник общей площадью 3,75 км², площадь ЗН составляет около 660 км², радиус ЗН 14,5 км. Окружность ЗН отсчитывается от геометрического центра вент-труб реакторных отделений энергоблоков № 1–4 и включает населенные пункты: г. Балаково, п.п. Ивановка, Богородское, Широкий Буерак [5].

На промплощадке Балаковской АЭС расположены все основные и вспомогательные сооружения энергоблоков. На прилегающей к промплощадке территории располагаются сооружения ряда цехов и подразделений Балаковской АЭС, строительного-монтажных организаций, тепличного хозяйства, поля и сельскохозяйственные угодья сел Натальино и Матвеевка, а также водоем-охладитель.

Объем радиационного контроля за объектами окружающей среды в связи с утверждением новых границ СЗЗ и ЗН не изменился и охватывает территорию вокруг АЭС радиусом 30 км. Река Волга пересекает эту зону в направлении с северо-востока на юго-запад и в ее пределах делится на два участка: в верхней части до Балаковского гидроузла – Саратовское водохранилище, в нижней части – Волгоградское. Из крупных притоков Волги в 30-км зону попадают устье р. Малый Иргиз, затопленное Саратовским водохранилищем, и участок нижнего течения р. Большой Иргиз.

В 30-км зону Балаковской АЭС входят части территорий пяти районов Саратовской области (Балаковского, Вольского, Хвалынского, Духовницкого, Пугачевского), в которых располагаются 43 населенных пункта (см. рис. 4.1). Общая численность населения на конец 2007 г. составляла 230 тыс. человек. Средняя плотность населения в 30-км зоне Балаковской АЭС составляет 81,3 человек на 1 км².

Подробно организация хранения радиоактивных отходов и отработанного ядерного топлива на Балаковской АЭС описана в [6].

на уровне 2006 г. Фактически выбросы всех радионуклидов были значительно меньше (на два – три порядка) допустимых. Выбросы отдельных радионуклидов не превышали 0,5 % от допустимых.

Сброс радионуклидов со сточными водами на Балаковской АЭС производится в водоем-охладитель и брызгальные бассейны, расположенные на территории промплощадки Балаковской АЭС. Водоем-охладитель используется на Балаковской АЭС для организации технического оборотного водоснабжения. Он представляет собой отгороженное дамбой водохранилище длиной 6,8 км, шириной 2,6 км, площадью 26,1 км², объемом 0,15 км³ и средней глубиной 5,75 м. Вода водоема-охладителя используется в качестве циркуляционной для охлаждения турбин энергоблоков Балаковской АЭС. Равномерность теплового использования водоема-охладителя обеспечивается струенаправляющей дамбой [5]. Длина дамбы 5,5 км. Восполнение потерь воды водоема-охладителя производится за счет вод Саратовского водохранилища с помощью береговой насосной подпитки пруда-охладителя с расходом 66·10⁶ млн. м³/год. Подробное описание системы водопотребления и водоотведения, а также системы сброса радионуклидов со сточными водами на Балаковской АЭС приведено в [6].

Источником технического водоснабжения Балаковской АЭС является река Березовка (в зоне подпора Саратовского водохранилища). Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения используются две артезианские скважины и сети водопровода г. Балаково.

В 2007 г. на Балаковской АЭС было отведено 2,234·10⁶ м³ сточных вод в водоем-охладитель и 2,57·10⁴ м³ – в брызгальные бассейны. Дебалансные воды с контрольных баков поступают в брызгальные бассейны для дальнейшего использования и являются оборотными. Данные о фактических суммарных сбросах радионуклидов со сточными водами в водоем-охладитель и брызгальные бассейны на Балаковской АЭС в 2006–2007 гг. и допустимых сбросах представлены в табл. 4.2 [5].

Таблица 4.2

Сбросы радионуклидов с жидкими стоками на Балаковской АЭС, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый сброс | Фактический сброс | | Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ⁵⁴ Mn | 7,0·10 ¹⁰ | 2,53·10 ⁵ | 1,68·10 ⁶ | - 1,43·10 ⁶ |
| ⁶⁰ Co | 5,5·10 ⁹ | 2,96·10 ⁵ | 7,79·10 ⁵ | - 4,83·10 ⁵ |
| ⁹⁰ Sr | 2,3·10 ⁹ | 2,00·10 ⁷ | 2,01·10 ⁷ | - 1,00·10 ⁵ |
| ¹³⁴ Cs | 2,3·10 ⁹ | - | 4,58·10 ⁵ | - 4,58·10 ⁵ |
| ¹³⁷ Cs | 3,4·10 ⁹ | 3,23·10 ⁷ | 3,61·10 ⁷ | - 3,8·10 ⁶ |

Из табл. 4.2 следует, что фактические сбросы всех радионуклидов с жидкими стоками уменьшились по сравнению с 2006 г. и были значительно меньше (на два – пять порядков) допустимых сбросов. Причем в водоем-охладитель сбрасываются только ¹³⁷Cs (9,31·10⁶ Бк/год) и ⁹⁰Sr (<2,0·10⁷ Бк/год).

Радиационный контроль в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС осуществляет лаборатория контроля внешней радиационной безопасности отдела радиационной безопасности (ОРБ) Балаковской АЭС, а в 100-км зоне – Приволжское УГМС.

Объем радиационного контроля за объектами окружающей среды в связи с утверждением новых границ СЗЗ и ЗН на Балаковской АЭС пока не изменился. Схема расположения пунктов радиационного контроля ОРБ Балаковской АЭС в 30-км зоне приведена на рис. 4.1. В 2007 г. радиационный контроль окружающей среды проводился путем измерений [5]:

- мощности экспозиционной дозы γ -излучения в зоне наблюдения Балаковской АЭС с помощью переносных приборов, 26 датчиков автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО) и прямой съемки γ -фона на местности с помощью передвижной радиометрической лаборатории;
- годовой поглощенной дозы во всех населенных пунктах, входящих в зону наблюдения, с помощью дозиметров ДТУ-02 с термолюминесцентными детекторами ТЛД-500К;
- суммы β -активных радионуклидов ($\Sigma\beta$) и содержания отдельных техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды (атмосферном воздухе и выпадениях, воде поверхностных водоемов, городских и станционных коммуникаций, грунтовых водах, снеге, почве, водной и луговой растительности, донных отложениях, продуктах питания и питьевой воде).

Радиоактивность приземного слоя атмосферного воздуха и атмосферных выпадений в 2007 г. контролировалась ОРБ Балаковской АЭС на семи стационарных постах радиационного контроля, расположенных в населенных пунктах на различном удалении от АЭС (7–32 км) по основным направлениям ветра, в течение всего года (см. рис. 4.1). Пробы отбирались методом прокачивания больших объемов воздуха с помощью электровентилятора 12ЦСТ-34 производительностью до 1200 м³/ч через фильтр ФПП-15 с экспозицией 30±2 суток. Атмосферные выпадения собирались с месячной экспозицией в стандартные кюветы из нержавеющей стали размером 50x50 см и высотой 10 см, установленные на специальных стойках высотой 2–3 м от поверхности земли.

Для измерения содержания в пробах $\Sigma\beta$ использовалась малофоновая установка УМФ-2000. Радионуклидный состав в объектах окружающей среды определялся γ -спектрометрическим методом на полупроводниковом детекторе фирмы «ORTEC».

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Приволжского УГМС в 100-км зоне Балаковской АЭС показана на рис. 4.2. В 2007 г. в этой зоне действовали семь стационарных пунктов ежедневных (каждые три часа) наблюдений за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД), два пункта (с марта 2007 г. открылся пункт наблюдения в г. Балаково) – за величиной радиоактивных выпадений из атмосферы и один пункт – за содержанием трития в воде Волгоградского водохранилища в районе г. Балаково (пробы воды отбирались в Волгоградском водохранилище 6 раз в год) [7].

Измерения МЭД проводились Приволжским УГМС дозиметрами ДРГ-01Т, для измерения содержания $\Sigma\beta$ в пробах атмосферных выпадений использовался радиометр РУБ-01П. Гамма-спектрометрический анализ проб и анализ проб воды на тритий проводился ИПМ ГУ «НПО «Тайфун».

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемной активности $\Sigma\beta$ и ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС, а также в контрольном пункте – с. Маянга, расположенном в 32 км на юго-запад от АЭС, по данным ОРБ представлены в табл. 4.3 [5]. В таблице также представлены данные НПО «Тайфун» о средневзвешенных объемных активностях в Центре ЕТР за 2006 г. [8] и 2007 г.

Из табл. 4.3 видно, что в 2007 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое

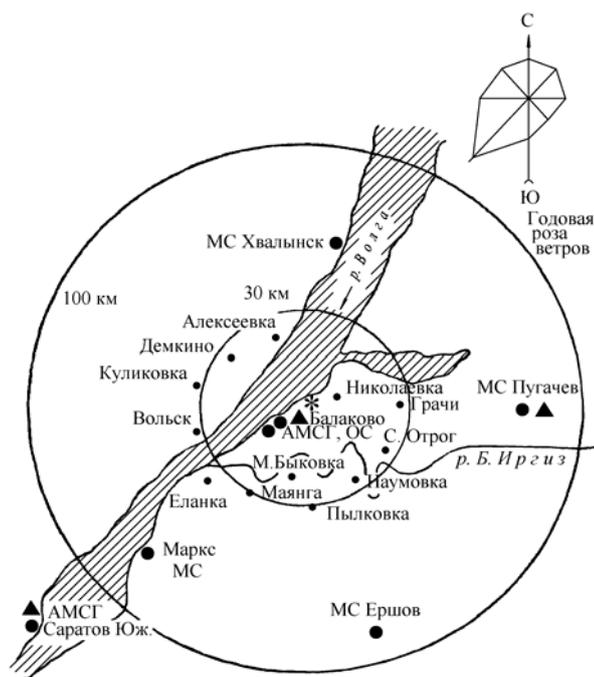


Рис. 4.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

- * – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений.

Таблица 4.3

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферного воздуха в районе наблюдения Балаковской АЭС, 10^{-5} Бк/м³ (данные ОРБ Балаковской АЭС и НПО «Тайфун»)

| Радионуклид | СЗЗ | | ЗН | | Контрольный пункт | | Центр ЕТР* | | ДОО _{НАС.} , Бк/м ³ |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|-------------------|---------|------------|---------|---|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | |
| ¹³⁷ Cs | 0,21 | 0,33 | 0,21 | 0,33 | 0,04 | 0,08 | 0,11 | 0,05 | 27 |
| ¹³⁴ Cs | 0,29 | 0,37 | 0,29 | 0,37 | < 0,03 | < 0,03 | - | - | 19 |
| $\Sigma\beta$ | 26,4 | 47,0 | 26,4 | 47,0 | 20,8 | 26,3 | 17,2 | 19,2 | - |

Примечание: * – данные ГУ «НПО «Тайфун»;
 - - нет данных.

воздуха в СЗЗ была в 1,8 раз ниже, чем в 2006 г., а в ЗН и контрольном пункте оставалась на уровне 2006 г. Величины, полученные в ЗН и контрольном пункте, были в 1,2–1,4 раза выше средневзвешенного значения объемной активности $\Sigma\beta$ по Центру ЕТР ($17,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе во всех пунктах наблюдения в 2007 г. была ниже уровня предыдущего года и на семь и более порядков ниже допустимой объемной активности для населения ДОО_{НАС.} по НРБ-99 [3]. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в СЗЗ превышала средневзвешенное значение по Центру ЕТР ($0,11 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 2 раза, а в ЗН и в контрольном пункте – была ниже этого значения.

В 2007 г. в воздухе в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте был также зарегистрирован ¹³⁴Cs, объемная активность которого в СЗЗ составляла $0,37 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а в ЗН и контрольном пункте – была ниже МДА, равной $3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Объемные активности техногенных радионуклидов ⁵¹Cr, ⁵⁴Mn и ⁶⁰Co по данным [5] были ниже МДА.

Среднегодовые суточные выпадения ^{137}Cs в 2007 г. [5] в СЗЗ были в 1,5 раза выше, чем в контрольном пункте. В целом же они уменьшились по сравнению с 2006 г.: в СЗЗ – в 1,9 раза, в ЗН – в 1,6 раза; в контрольном пункте – остались на уровне предыдущего года. Среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ в 2007 г. во всех пунктах наблюдения находились практически на уровне предыдущего года и в 1,2–2,3 раза превышали средние выпадения $\Sigma\beta$ за последние 5 лет.

Результаты измерений активности $\Sigma\beta$ в атмосферных выпадениях в 2007 г. в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС, а также в среднем по Приволжскому УГМС приведены в табл. 4.4. Из табл. 4.4 видно, что в г. Балаково, расположенном в 30-км зоне, и в г. Пугачеве, расположенном в 100-км зоне АЭС, среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ практически находились на уровне средних по Приволжскому УГМС. В 2007 г. максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне наблюдались в г. Пугачеве в августе – 8,4 Бк/м²·сутки.

Таблица 4.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2007 г., Бк/м²·сутки (данные Приволжского УГМС)

| Пункт наблюдения | | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднее | Сумма, Бк/м ² ·год |
|------------------|---|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-------------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| Пугачев | с | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 0,9 | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 438 |
| | м | 3,5 | 1,7 | 2,4 | 3,1 | 2,7 | 6,2 | 4,6 | 8,4 | 4,1 | 4,2 | 4,1 | 4,1 | | |
| Балаково | с | - | - | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 2,0 | 1,9 | 1,0 | 1,1 | 1,5 | 1,9 | 1,3 | 1,3 | 475 |
| | м | - | - | 1,5 | 1,0 | 3,3 | 7,5 | 5,7 | 1,8 | 3,9 | 5,2 | 5,3 | 3,4 | | |
| Приволжское УГМС | с | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 402 |

Примечание: - – наблюдения не проводились.

Снежный покров, почва, растительность

Отбор проб снега, почвы и луговой растительности проводился ОРБ Балаковской АЭС один раз в год на семи стационарных пунктах радиационного контроля (снег отбирался дополнительно еще в одном пункте – с. Новониколаевка). Снег отбирался в конце марта до начала периода снеготаяния на всю глубину снежного покрова. Пробы почвы отбирались осенью методом конверта. В каждом пункте в квадрате со стороной 10 м отбиралось 5 образцов почвы размером 15x15 см на глубину 5 см. Корни и посторонние включения удалялись. Для отбора проб растительности выбирались луговые растения естественного произрастания. Пробы растительности отбирались методом конверта с участка 10x10 м массой около 2 кг.

Содержание радионуклидов в снежном покрове и растительности в СЗЗ и ЗН АЭС в 2007 г. по данным ОРБ Балаковской АЭС [5] представлено в табл. 4.5. Из приведенных в табл. 4.5 данных видно, что плотность загрязнения снега ^{137}Cs в 2007 г. в ЗН была выше, чем в 2006 г., и составляла 0,87 Бк/м². В СЗЗ и контрольном пункте она оставалась на уровне прошлого года и была ниже минимально детектируемой активности, которая составляет $\approx 0,5$ Бк/м². Плотность загрязнения снега ^{60}Co также была ниже МДА (0,5 Бк/м²). Плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ в 2007 г. в ЗН увеличилась в 2,6 раза по сравнению с предыдущим годом, а в СЗЗ и в контрольном пункте – осталась практически на уровне 2006 г. По данным, осредненным за последние 5 лет, плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ уменьшается с увеличением расстояния от АЭС: в СЗЗ она в 1,7 раза выше, чем в контрольном пункте.

Данные о содержании радионуклидов в почве в 30-км зоне по данным ОРБ Балаковской АЭС [5] представлены в табл. 4.5. Из табл. 4.5 видно, что по осредненным за последние 5 лет дан-

ным содержание ^{137}Cs в почве СЗЗ и ЗН находится примерно на уровне значений, наблюдаемых в контрольном пункте и не превышает глобального уровня загрязнения почвы этим радионуклидом на территории России. Содержание в почве ^{60}Co было ниже МДА ($0,1 \text{ Бк/м}^2$).

Таблица 4.5

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения Балаковской АЭС
(данные ОРБ Балаковской АЭС)**

| Пункты контроля | $\Sigma\beta$ | | | ^{137}Cs | | | ^{90}Sr | | |
|---|---------------|---------|------------------|-------------------|---------|------------------|------------------|---------|------------------|
| | 2007 г. | 2006 г. | среднее за 5 лет | 2007 г. | 2006 г. | среднее за 5 лет | 2007 г. | 2006 г. | среднее за 5 лет |
| Вода открытых водоемов, Бк/м³ | | | | | | | | | |
| пруд-охладитель (сбросной канал) | 176 | 188 | 189 | < 12 | 13 | 25,4 | - | - | - |
| пруд-охладитель (заборный канал) | 177 | 188 | 194 | < 12 | < 12 | 20 | - | - | - |
| р. Волга, выше по течению от АЭС | 33 | 37 | 57 | < 12 | < 12 | 20 | - | - | - |
| р. Волга, 1 км ниже АЭС | 27 | 45 | 45 | < 12 | < 12 | 19 | - | - | - |
| Снег, Бк/м² | | | | | | | | | |
| СЗЗ | 2,7 | 3,7 | 4,7 | < 0,5 | < 0,5 | 0,66 | - | - | - |
| ЗН | 4,5 | 1,7 | 4,2 | < 0,87 | < 0,5 | 0,62 | - | - | - |
| Контрольный пункт (Маянга) | 2,4 | 2,8 | 2,8 | < 0,5 | < 0,5 | 0,62 | - | - | - |
| Почва, кБк/м² | | | | | | | | | |
| СЗЗ (Натальино, промплощадка) | - | 36,2 | - | 0,59 | 1,24 | 0,66 | - | - | - |
| ЗН | - | 27,7 | - | 0,56 | 0,42 | 0,82 | - | - | - |
| Контрольный пункт (Маянга) | - | 53,7 | - | 0,60 | 1,19 | 0,84 | - | - | - |
| Растительность, Бк/кг сырой массы | | | | | | | | | |
| СЗЗ (Натальино, промплощадка) | - | 103 | - | < 1,0 | < 1,0 | 1,2 | - | - | - |
| ЗН | - | 101 | - | < 1,0 | < 1,0 | 1,2 | - | - | - |
| Контрольный пункт (Маянга) | - | 81 | - | < 1,0 | < 1,0 | < 1,0 | - | - | - |
| Донные отложения, Бк/кг сырой массы | | | | | | | | | |
| Водоем-охладитель – заборный канал | 178 | 348 | 442 | 1,8 | < 3,0 | - | - | - | - |
| Водоем-охладитель – сбросной канал | 148 | 183 | 368 | 6,0 | < 3,0 | - | - | - | - |
| Водоем-охладитель – стан рыбаков | 280 | 379 | 545 | 2,8 | < 3,0 | - | - | - | - |
| Саратовское вдхр. – напротив Балаковской АЭС | 192 | 159 | 402 | < 1,0 | < 3,0 | - | - | - | - |
| Саратовское вдхр. – п. Алексеевка, выше по течению от Балаковской АЭС | 248 | 191 | 388 | < 1,0 | < 3,0 | - | - | - | - |
| Волгоградское вдхр. – г. Балаково, ниже по течению от Балаковской АЭС | 334 | 368 | 536 | < 1,0 | < 3,0 | - | - | - | - |
| Водоросли, Бк/кг сырой массы | | | | | | | | | |
| СЗЗ (р. Волга, напротив АЭС) | 74,7 | 69 | 53 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,0 | 0,52 | 0,54 | 0,81 |
| ЗН (р. Волга, выше по течению от АЭС) | 81,1 | 91 | 98 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,0 | 0,71 | 0,9 | 0,87 |
| ЗН (р. Волга, ниже по течению от АЭС) | 55,7 | 77 | 98 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,0 | < 0,73 | 1,1 | 0,87 |
| Сельскохозяйственная продукция, Бк/кг сырой массы | | | | | | | | | |
| пшеница | 67,7 | 61 | 61 | < 0,35 | < 0,35 | < 0,35 | - | - | - |
| овощи | 38,2 | 23 | 19 | < 0,35 | < 0,35 | < 0,35 | - | - | - |
| рыба | 83,0 | 85 | 72 | 1,48 | < 0,70 | < 0,70 | - | - | - |
| мясо | 58,8 | 51 | 43 | < 0,70 | < 0,70 | < 0,70 | - | - | - |
| молоко | 36,8 | 24 | 17 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | - | - | - |

Примечание: допустимая удельная активность для ^{137}Cs по СанПиН-96 [9] для мяса составляет 160 Бк/кг, для молока – 100 Бк/кг, для зерновых – 80 Бк/кг; -- нет данных.

В табл. 4.5 также представлены данные об удельной активности ^{137}Cs в растительности. В 2007 г. удельная активность ^{137}Cs в луговой растительности во всех пунктах наблюдения была ниже минимально детектируемого значения, равного 1,0 Бк/кг сырой массы.

Вода, донные отложения, водоросли

Отбор проб воды для определения объемной активности радионуклидов производился: в р. Волге напротив Балаковской АЭС, выше и ниже по течению относительно места расположения АЭС; в водоеме-охладителе Балаковской АЭС в месте водозабора охлаждающей воды, в месте сброса охлаждающей воды и в акватории стана рыбаков. При отборе проб воды выбирались участки, свободные от водорослей и других предметов, прикосновение к которым могло бы привести к взмучиванию ила. Объем пробы воды составлял 20 л. Пробы концентрировались выпариванием и озолением сухого остатка в муфельной печи.

Пробы донных отложений и водной растительности (гидробионтов) отбирались один раз в год осенью в тех же точках, что и пробы воды.

Содержание радионуклидов в воде открытых водоемов в р-не Балаковской АЭС представлено в табл. 4.5. По сравнению с 2006 г. содержание $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в водах контролировавшихся водоемов практически не изменилось. Объемные активности $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в водах были значительно ниже допустимых по НРБ-99 [3]. Однако по данным за последние 5 лет объемная активность $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в сбросном канале пруда-охладителя соответственно в 4,2 и в 1,3 раза выше, чем в р. Волге. Содержание ^{60}Co в воде открытых водоемов было ниже МДА (14 Бк/м³).

По данным НПО «Тайфун» объемная активность трития в п. Балаково (Волгоградское водохранилище, ниже по течению от Балаковской АЭС) осталась на уровне 2006 г. и составляла 2,3 Бк/л, что не превышает среднего значения для рек России (2,6 Бк/л).

В табл. 4.5 представлены результаты радиоизотопного анализа проб донных отложений и водорослей в р. Волге и водоеме-охладителе по данным ОРБ Балаковской АЭС. Удельная активность радионуклидов в донных отложениях и водорослях в Саратовском и Волгоградском водохранилищах р. Волги практически не зависит от места отбора проб, т.е. влияние АЭС на загрязнение указанных объектов отчетливо не выражено. Удельная активность ^{137}Cs и ^{60}Co в донных отложениях была ниже МДА, которая составляет соответственно 3,0 и 1,0 Бк/кг сырой массы. В водорослях в р. Волге (см. табл. 4.5) из техногенных радионуклидов регистрировался ^{90}Sr , его содержание менялось от 0,52 до 0,73 Бк/кг сырой массы. Содержание ^{137}Cs в водорослях было ниже минимально детектируемой активности (1,0 Бк/кг сырой массы).

Отбор проб хозяйственно-питьевого водоснабжения производился на Балаковской АЭС ежемесячно из питьевого водопровода в г. Балаково, на АЭС и в с. Натальино. Объемная активность ^{137}Cs и ^{60}Co в питьевой воде в 2007 г., также как и в 2006 г., была ниже МДА, которая составляет для ^{137}Cs – 12 мБк/л, для ^{60}Co – 14 мБк/л, и значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99 [3].

Отбор проб воды из наблюдательных скважин производился специальным пробоотборником, представляющим собой стакан из нержавеющей стали с утяжеленным дном. Перед непосредственным взятием пробы замерялся уровень воды в скважине и извлекалось 2–3 объема воды, находящейся в стволе скважины. Объем пробы грунтовых вод составлял 3 л. Пробы концентрировались выпариванием и озолением сухого остатка в муфельной печи. Отбор проб воды на определение

объемной β -активности и активности γ -излучающих радионуклидов из скважин глубиной 15 м (первого водоносного горизонта) в районе спецкорпуса проводился ежемесячно. Как следует из результатов проведенного анализа, объемная активность ^{137}Cs , ^{134}Cs и ^{60}Co была ниже МДА во всех контрольных скважинах спецкорпуса. Отбор и измерение объемной активности грунтовых вод (глубиной 15 м) в районе ХТРО, блоков 1–4 и брызгальных бассейнов проводился ежеквартально. В районе ХТРО объемная активность ^{137}Cs , ^{134}Cs и ^{60}Co во всех контрольных скважинах была ниже МДА. Среднегодовые объемные активности $\Sigma\beta$ в воде контрольных скважин в 2007 г. находились на уровне средних значений пяти предшествующих лет или незначительно превышали их. Все полученные значения значительно ниже допустимой объемной активности $\Sigma\beta$ для питьевой воды по НРБ-99 (1 Бк/л).

Продукты питания местного производства

Удельная активность $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в сельскохозяйственной продукции окрестных хозяйств приведена в табл. 4.5. Пробы сельскохозяйственной продукции в зоне наблюдения АЭС отбирались один раз в год: мясо (3 кг) и молоко (10 л) крупного рогатого скота – во время пастбищного сезона, овощи, корнеплоды и зерновые культуры – непосредственно перед или во время уборки урожая. Из табл. 4.5 видно, что содержание ^{137}Cs во всех видах сельскохозяйственной продукции, производимой в 30-км зоне АЭС, значительно ниже допустимых удельных активностей по СанПиН-96 [9].

Пробы рыбы отбирались во время летнего сезона один раз в год во время планового вылова промысловых рыб. Общая масса пробы составляла не менее 3 кг. Удельная активность ^{137}Cs в рыбе, выловленной в районе Балаковской АЭС, в 2007 г. была намного ниже допустимой по СанПиН-96 [9].

Радиационный фон на местности

По данным стационарной сети Приволжского УГМС [7] в 2007 г. среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне АЭС колебались в пределах от 9 до 13 мкР/ч, а максимальные среднесуточные в каждом месяце – от 11 до 17 мкР/ч. Наибольшее значение МЭД (17 мкР/ч) наблюдалось в п. Балаково в марте, ноябре и декабре. Значительных отклонений от естественного радиационного фона на обследованной территории не наблюдалось. Среднегодовые величины МЭД в стационарных пунктах наблюдения составляли 10–12 мкР/ч, что находится в пределах колебаний глобального γ -фона и не превышает средних значений для территории, обслуживаемой Приволжским УГМС.

По данным АСКРО Балаковской АЭС и измерений МЭД на регламентных маршрутах [5], значения МЭД колебались от 8,4 до 15 мкР/ч при среднегодовом значении в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (Маянга) – 8,7 мкР/ч.

Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К, в СЗЗ и ЗН варьировали от $43 \cdot 10^{-5}$ до $70 \cdot 10^{-5}$ Гр, а в контрольном пункте (Маянга) значение годовой дозы на местности составляло $66 \cdot 10^{-5}$ Гр.

В целом, анализ данных радиационного мониторинга позволяет сделать вывод, что загрязнение окружающей среды в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения Балаковской АЭС практически не превышает фоновых уровней. Балаковская АЭС оказывает незначительное влияние на радиационную обстановку в 30-км зоне наблюдения АЭС, которое выражается в превышении фоновых уровней по объемной активности ^{137}Cs в приземной атмосфере. Однако по абсолютной величине

не наблюдаемая объемная активность ^{137}Cs на семь порядков ниже допустимой по НРБ-99 и, следовательно, не оказывает влияния на здоровье населения.

4.2. Белоярская АЭС

Белоярская АЭС (БАЭС) расположена в 42 км к востоку от г. Екатеринбурга на восточном берегу Белоярского водохранилища, созданного на р. Пышме в качестве водоема-охладителя, и в 3 км к северу от г. Заречный.

В настоящее время на БАЭС эксплуатируется один энергоблок № 3 (вторая очередь) мощностью 600 МВт с реактором на быстрых нейтронах корпусного типа БН-600 с жидкометаллическим теплоносителем (введен в эксплуатацию в апреле 1980 г.) [10]. Энергоблоки № 1 и № 2 первой очереди остановлены в 1981 и 1989 гг., соответственно, и в настоящее время подготовлены к выводу из эксплуатации.

БАЭС находится в зоне умеренно-холодного, резко-континентального климата. Наиболее холодные месяцы – декабрь и январь со среднемесячными температурами $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ [10]. Средние даты установления устойчивого снежного покрова – вторая декада ноября. Наиболее жаркий месяц – июль со средней температурой $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Активная циклоническая деятельность и частая смена воздушных масс определяют в районе расположения АЭС неустойчивый характер погоды во все сезоны года. Согласно метеорологическим данным метеостанции, установленной на блоке № 3 на высоте 75 м, преимущественными в районе БАЭС являются ветры от южного до западного направлений. Среднегодовая скорость ветра на высоте 75 м в 2007 г. составляла 2,8 м/с, максимальная скорость – 11,1 м/с в северо-западном направлении [10].

В соответствии с новым санитарно-эпидемиологическим заключением в 2005 г. пересмотрены границы СЗЗ и ЗН БАЭС. Новая граница СЗЗ (радиусом 3–5 км) включает в себя (см. рис. 4.3) границы землеотводов под промплощадки блоков №№ 1, 2, 3, 4, территорию Ольховской болотно-речной системы (Ольховское болото и р. Ольховка) с учетом земель шириной 20 м по обе стороны от трубопроводов ХФК, а также частично г. Заречный (наиболее крупный населенный пункт, входящий в зону наблюдения: численность населения 30,3 тыс. чел., 17 % которого составляют дети) [10]. Зона наблюдения включает территорию радиусом 13 км от вентиляционной трубы энергоблока № 3, а также всю территорию поселков Гагарский и Белоярский. Пос. Белоярский – второй по размеру населенный пункт зоны наблюдения: численность населения 14,7 тыс. чел., 25 % – дети.

Газоаэрозольные выбросы в атмосферу на БАЭС (технологические сдвухи, воздух из помещений зоны контролируемого доступа) после прохождения необходимой очистки производятся централизованно через вентиляционные трубы энергоблоков №№ 1, 2, 3 высотой 100 м. В табл. 4.6 приведены данные [10] об активности выбросов регламентируемых радионуклидов на БАЭС в атмосферу в 2007 г. и для сравнения – в 2006 г. Из приведенных в табл. 4.6 данных видно, что в 2007 г. на БАЭС годовые выбросы в атмосферу отдельных радионуклидов были на два – четыре порядка ниже допустимых выбросов.

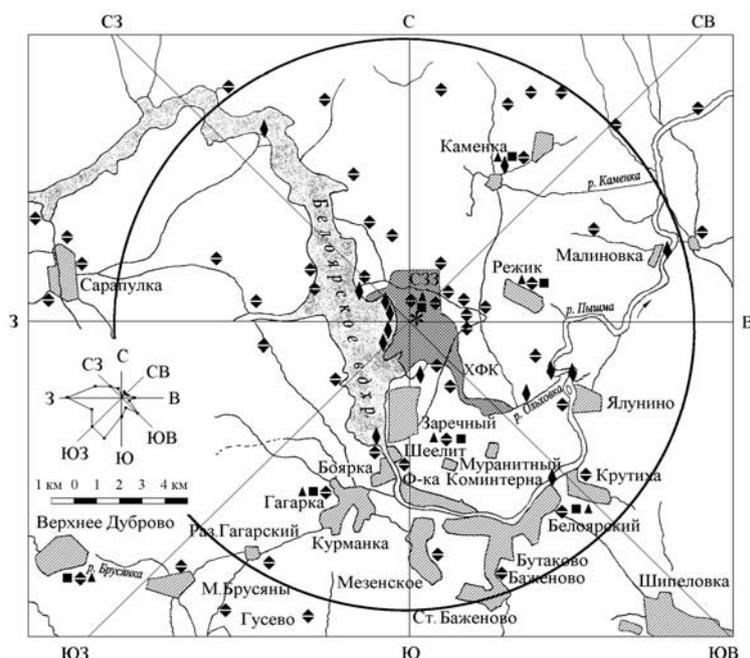


Рис. 4.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга в СЗЗ и ЗН БАЭС:

- * – АЭС;
- ▲ – отбор суточных проб атмосферных выпадений и наблюдения за γ -фоном;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ◆ – измерения дозиметрами ТЛД;
- ◊ – отбор проб воды.

Таблица 4.6

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БАЭС, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ^{60}Co | $7,4 \cdot 10^9$ | $4,32 \cdot 10^5$ | $2,11 \cdot 10^5$ | $+ 2,21 \cdot 10^5$ |
| ^{137}Cs | $2,0 \cdot 10^9$ | $9,55 \cdot 10^6$ | $5,70 \cdot 10^7$ | $- 4,75 \cdot 10^7$ |
| ИРГ | $6,9 \cdot 10^{14}$ | $2,51 \cdot 10^{12}$ | $1,22 \cdot 10^{13}$ | $- 9,69 \cdot 10^{12}$ |

Основным источником водопользования на БАЭС является Белоярское водохранилище, которое пересекает зону наблюдения БАЭС в направлении с северо-запада на юго-восток. Его протяженность – 20 км. Полный объем водохранилища – $2,65 \cdot 10^8 \text{ м}^3$, площадь зеркала – $38,6 \text{ км}^2$, средняя глубина – 7 м. Плотины расположена в 7 км к югу от АЭС. Норма естественного стока р. Пышма в створе БАЭС равна $2,8 \text{ м}^3/\text{с}$ [10].

Хозбытовые стоки промплощадки АЭС направляются на самостоятельные очистные сооружения (2 емкости по 1000 м^3 каждая) и после оценки удельной активности сбрасываются в ХФК (см. рис. 4.3) и далее в Ольховское болото, которое является отчужденной территорией, входящей в санитарно-защитную зону (расположено в 5 км к юго-востоку от станции) [10]. В это же болото удаляются очищенные дебалансные воды атомной станции, воды спецпрачечной и душевых санпропускников. Через р. Ольховку сбросные воды БАЭС попадают из Ольховского болота в р. Пышму. Ливневые воды удаляются с территории промплощадки через промливневый канал в водоем-охладитель (Белоярское водохранилище).

По данным [10] годовые сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в 2007 г. не превышали установленных нормативов. Объем сброса сточных вод на БАЭС составлял 31 435 м³ с суммарной активностью 1,47·10⁸ Бк [10], оставшейся на уровне 2006 г. Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть (Ольховское болото) на БАЭС представлены в табл. 4.7 [4, 10]. Из табл. 4.7 видно, что в 2007 г. сбросы ⁵⁴Mn, ⁶⁰Co и ¹³⁷Cs увеличились по сравнению с 2006 г. в 9, 2,6 и 1,2 раза соответственно, сбросы ¹⁵²Eu+¹⁵⁴Eu – уменьшились в 10 раз. Сбросы ⁹⁰Sr – остались на уровне предыдущего года. Фактические сбросы радионуклидов на БАЭС были на три – четыре порядка ниже допустимых величин, а суммарный сброс всех радионуклидов в 2007 г. не превышал 1 % от допустимого сброса для БАЭС.

Таблица 4.7

Сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый сброс | Фактический сброс | | Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ⁵⁴ Mn | 2,47·10 ¹⁰ | 1,54·10 ⁶ | 1,66·10 ⁵ | + 1,37·10 ⁶ |
| ⁶⁰ Co | 9,04·10 ⁸ | 8,83·10 ⁵ | 3,12·10 ⁵ | + 5,71·10 ⁵ |
| ⁹⁰ Sr | 9,31·10 ¹⁰ | 5,87·10 ⁶ | 5,58·10 ⁶ | + 2,90·10 ⁵ |
| ¹³⁷ Cs | 3,68·10 ¹¹ | 1,38·10 ⁸ | 1,08·10 ⁸ | + 3,0·10 ⁷ |
| ¹⁵² Eu+ ¹⁵⁴ Eu | 1,00·10 ⁹ | 9,56·10 ⁵ | 9,60·10 ⁶ | - 8,64·10 ⁶ |

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в 40-км зоне вокруг БАЭС проводится группой внешнего радиационного контроля отдела радиационной безопасности БАЭС (ГВРК БАЭС) и ПСЛ ЦГСЭН [10]. Независимые наблюдения за радиационной обстановкой в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС проводятся Уральским УГМС [11].

В 2007 г. ГВРК БАЭС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами (расположение пунктов радиационного мониторинга приведено на рис. 4.3):

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась два раза в месяц одновременно в шести пунктах постоянного наблюдения с экспозицией трое суток и на промплощадке – непрерывно. Пробы отбирались на фильтр ФПП-15 с помощью ВФУ ЭРВ-49-1 с производительностью 140–500 м³/час;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в семи пунктах, расположенных на разных расстояниях (до 40 км) и направлениях от АЭС, с помощью кювет с площадью 0,25 м² и высотой бортиков 10 см, экспонируемых в течение месяца;
- загрязнение почвы определялось в семи пунктах постоянного наблюдения; пробы отбирались по углам треугольника со стороной 50 м на глубину 5 см с помощью специального пробоотборника;
- загрязнение воды, донных отложений и рыбы из Белоярского водохранилища, воды и донных отложений р. Пышмы, донных отложений в р. Ольховке и в Ольховском болоте; питьевой воды; грунтовых вод в контрольных скважинах вокруг объектов, являющихся потенциальными источниками поступления радионуклидов в подземные воды;
- содержание радионуклидов в сельхозпродукции, производимой в окрестностях АЭС;

- мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности в семи пунктах постоянного наблюдения ежемесячно с помощью переносных радиометров и дозиметров СРП-68-01, ДРГ-01Т, МКС-01Р, МКС-1117А, РУП-1, ДКС-АТ1121, ДКС-АТ1123 (контрольные точки были совмещены с пунктами установки кювет для сбора атмосферных выпадений), а также с помощью системы АСКРО БАЭС;
- накопленная за год доза с помощью термолюминесцентных дозиметров КДТ-02М с детекторами ТЛД-500К в корпусах ДПГ-03, установленных на уровне 1,5 м от поверхности земли в коре деревьев в 77 точках на различных расстояниях (до 40 км) от БАЭС по всем направлениям.

Радиоизотопный анализ проб проводился с помощью двухканальной цифровой γ -спектрометрической установки «ORTEC», жидкостного сцинтилляционного счетчика «GUARDIAN», малофоновых установок УМФ-3, УМФ-1500, УМФ-2000. Радиохимические, радиометрические и γ -спектрометрические анализы выполнялись по стандартным методикам с погрешностью $\pm(10-30)\%$.

Уральское УГМС в 2007 г. проводило следующие систематические наблюдения (схема расположения пунктов радиационного мониторинга в ближней 30-км и в 100-км зонах приведена на рис. 4.4 (а, б)):

- за объемной активностью радионуклидов в приземном воздухе п. Верхнее Дуброво путем ежесуточного отбора проб с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5;
- за радиоактивностью атмосферных выпадений в 100-км зоне в 24 пунктах с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией, восемь из которых расположены в 30-км зоне;
- за радиоактивностью атмосферных выпадений с помощью планшетов с недельной экспозицией в десяти пунктах сигнальной сети в (10–15)-км зоне вокруг БАЭС;
- за радиоактивным загрязнением вод Белоярского водохранилища, рек Пышмы и Ольховки;
- за загрязнением снежного и растительного покрова;
- за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения в 37 пунктах, 18 из которых находятся в 30-км зоне (10 пунктов относятся к сигнальной сети, расположенной в (10 – 15)-км зоне).

Здесь следует отметить, что юго-восточный сектор 100-км зоны вокруг БАЭС от 50 до 100 км является частью Восточно-Уральского радиоактивного «стронциевого» следа, образовавшегося в 1957 г. в результате взрыва емкости с РАО на ПО «Маяк» (п.п. Камышлов, Богданович, Байны, Новый Завод, Каменск-Уральский, Рыбниковское). Поэтому для изучения влияния БАЭС на загрязнение техногенными радионуклидами окружающей среды более корректно ограничиться 30-км зоной, хотя и в этом случае не исключено влияние ВУРС за счет ветрового переноса радиоактивной пыли с загрязненных территорий.

Приземный слой атмосферы

Данные ГВРК БАЭС [10] за 2007 г. о среднегодовых объемных активностях радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН представлены в табл. 4.8. Согласно этим данным, в 2007 г. в СЗЗ и в ЗН среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в приземной атмосфере остались примерно на уровне предыдущего года, а $\Sigma\beta$ – уменьшились по сравнению с 2006 г. в среднем в 1,4 раза. Объемные

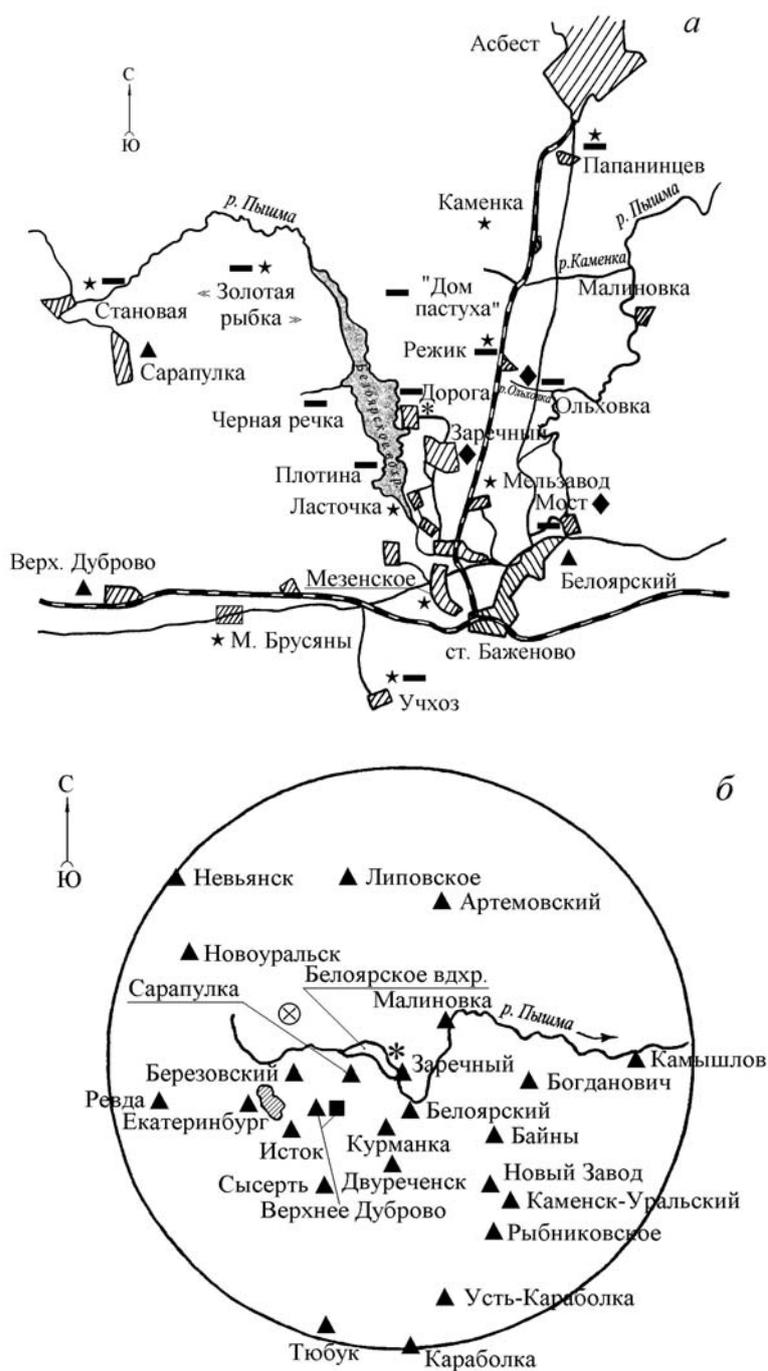


Рис. 4.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 30-км зоне (а) и в 100-км зоне вокруг БАЭС и ПЗРО Свердловского СК «Радон» (б):

- * — АЭС;
- ▲ — отбор суточных проб атмосферных выпадений и наблюдения за γ -фоном;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ★ — отбор недельных проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб снега и травы;
- ◆ — отбор проб воды;
- ⊗ — ПЗРО «Радон».

активности $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН были примерно такими же, как в контрольном пункте. Данные о содержании ^{90}Sr в приземном воздухе СЗЗ и ЗН в 2007 г. отсутствуют. В целом, по данным БАЭС среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в воздухе СЗЗ и ЗН БАЭС были на шесть порядков ниже

ДОО_{НАС.} по НРБ-99 [3] (для ^{137}Cs – 27 Бк/м³) и на порядок превышали средневзвешенное значение объемной активности этого радионуклида на территории РФ ($4,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Таблица 4.8

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН БАЭС в 2006–2007 гг., 10^{-5} Бк/м³ (данные ГВРК БАЭС)

| Место отбора проб | $\Sigma\beta$ | | ^{137}Cs | |
|-------------------|---------------|---------|-------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| СЗЗ | 28,0 | 42,0 | 0,43 | 0,46 |
| ЗН | 24,0 | 31,0 | 0,33 | 0,38 |
| Контрольный пункт | 22,0 | 26,0 | 0,45 | 0,49 |

В табл. 4.9 приведены среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$, ^{90}Sr и ^{137}Cs в воздухе п. Верхнее Дуброво, расположенном в 20 км на юго-запад от БАЭС (см. рис. 4.4), по данным Уральского УГМС [11]. Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в п. Верхнее Дуброво в 2007 г. колебалась в пределах от $15,7 \cdot 10^{-5}$ до $36,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальное суточное значение было отмечено 7–8 ноября и составляло $189,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что превышает среднегодовое значение в 9 раз и фоновое за предыдущий месяц – в 10 раз. Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в п. Верхнее Дуброво в 2007 г. ($21,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) осталась на уровне 2006 г. и была в 1,4 раза выше средней по РФ ($15,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Таблица 4.9

Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы п. Верхнее Дуброво (30-км зона вокруг БАЭС) (данные Уральского УГМС)

| Месяц | $\Sigma\beta$, 10^{-5} Бк/м ³ | | ^{90}Sr , 10^{-7} Бк/м ³ | | ^{137}Cs , 10^{-7} Бк/м ³ | |
|----------|---|---------|--|---------|---|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Январь | 21,3 | 35,7 | 2,2 | 3,3 | 1 | 7 |
| Февраль | 23,1 | 41,8 | 2,2 | 3,3 | 4 | 6 |
| Март | 25,5 | 20,7 | 2,2 | 3,3 | 3 | 5 |
| Апрель | 17,5 | 16,0 | 7,8 | 7,6 | 7 | 3 |
| Май | 16,3 | 19,2 | 7,8 | 7,6 | 11 | 10 |
| Июнь | 17,8 | 18,6 | 7,8 | 7,6 | 8 | 20 |
| Июль | 16,3 | 14,4 | 4,6 | 3,9 | 2 | 10 |
| Август | 15,7 | 19,4 | 4,6 | 3,9 | 4 | н |
| Сентябрь | 19,6 | 19,9 | 4,6 | 3,9 | 40 | 6 |
| Октябрь | 18,0 | 16,4 | 3,5 | 5,8 | 2 | 5 |
| Ноябрь | 36,7 | 26,2 | 3,5 | 5,8 | 5 | 8 |
| Декабрь | 26,4 | 13,6 | 3,5 | 5,8 | 20 | 4 |
| Среднее | 21,2 | 21,8 | 4,5 | 5,1 | 9 | 8 |

Примечание: н – ниже порога обнаружения.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2007 г. в воздухе п. Верхнее Дуброво оставалась на уровне 2006 г. и составляла $9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (см. табл. 4.9), что в 3,2 раза выше средневзвешенного значения по РФ для незагрязненных территорий (см. раздел 1.1 табл. 1.3). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в этом пункте была несколько ниже значения 2006 г. и составляла $4,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 5 раз выше средневзвешенного значения по территории РФ (см. раздел 1.1 табл. 1.5).

Данные наблюдений Уральского УГМС за величиной выпадений $\Sigma\beta$ в 30-км и 100-км зонах БАЭС приведены в табл. 4.10. По сравнению с 2006 г. выпадения $\Sigma\beta$ в этих зонах практически не

Таблица 4.10

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений $\Sigma\beta$
в 30-км и 100-км зоне вокруг БАЭС, Бк/м²·сутки
(данные Уральского УГМС)**

| Пункт наблюдения | | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднее |
|-----------------------------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 30-км зона | | | | | | | | | | | | | | |
| Белоярский | с | 0,9 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,7 | 0,6 |
| | м | 5,4 | 1,0 | 1,3 | 2,5 | 1,7 | 3,6 | 2,8 | 1,3 | 2,1 | 1,9 | 2,3 | 3,1 | |
| Верхнее Дуброво | с | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,5 |
| | м | 1,5 | 2,1 | 0,9 | 1,4 | 2,5 | 2,0 | 2,3 | 4,6 | 4,0 | 1,7 | 1,5 | 2,7 | |
| Двуреченск | с | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,9 | 0,3 | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,1 | 0,4 |
| | м | 1,2 | 2,7 | 2,8 | 2,0 | 1,7 | 2,6 | 3,8 | 1,8 | 2,5 | 1,6 | 2,5 | 0,6 | |
| Исток | с | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,4 |
| | м | 1,2 | 2,1 | 1,0 | 1,5 | 1,4 | 1,8 | 2,1 | 1,6 | 2,3 | 3,0 | 1,3 | 1,7 | |
| Заречный | с | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,4 |
| | м | 5,0 | 0,9 | 1,0 | 1,3 | 2,3 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 1,2 | |
| Курманка | с | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,8 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,4 |
| | м | 2,0 | 2,2 | 0,9 | 1,9 | 1,7 | 2,9 | 3,0 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 1,0 | 2,1 | |
| Малиновка | с | 0,6 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| | м | 2,3 | 1,2 | 2,1 | 2,0 | 2,7 | 2,3 | 3,7 | 1,9 | 1,4 | 0,9 | 1,8 | 2,2 | |
| Сарапулка | с | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 1,2 | 1,1 | 0,6 | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,6 |
| | м | 2,4 | 0,8 | 1,1 | 1,0 | 3,0 | 4,4 | 3,6 | 4,2 | 2,0 | 1,5 | 2,2 | 2,7 | |
| Среднее по 30-км зоне: | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2007 г. | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 |
| | 2006 г. | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 |
| 100-км зона | | | | | | | | | | | | | | |
| Артемовский | с | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,3 | 0,6 | 0,4 |
| | м | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 1,9 | 1,5 | 2,5 | 1,6 | 1,6 | 2,3 | 5,4 | 1,5 | 3,1 | |
| Байны | с | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| | м | 0,9 | 2,1 | 0,7 | 2,0 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 1,5 | 2,3 | 2,4 | 2,3 | 0,5 | |
| Богданович | с | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,4 |
| | м | 1,2 | 0,8 | 1,0 | 1,6 | 1,5 | 3,2 | 2,8 | 1,4 | 3,1 | 0,9 | 1,0 | 0,7 | |
| Екатеринбург | с | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,4 |
| | м | 0,8 | 2,2 | 2,8 | 1,1 | 1,3 | 2,4 | 3,4 | 2,8 | 2,8 | 1,2 | 2,3 | 1,5 | |
| Каменск-Уральский | с | 0,2 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 0,3 | 0,4 |
| | м | 0,8 | 2,1 | 2,5 | 1,5 | 2,7 | 2,6 | 4,4 | 2,9 | 2,4 | 2,8 | 0,7 | 1,1 | |
| Камышлов | с | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| | м | 1,4 | 0,6 | 0,8 | 1,1 | 2,1 | 2,7 | 1,8 | 2,4 | 2,8 | 1,6 | 1,7 | 1,2 | |
| Караболка | с | 0,7 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 0,6 |
| | м | 2,2 | 2,1 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 1,7 | 1,2 | 2,2 | 1,8 | 2,6 | 2,9 | |
| Липовское | с | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,9 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 |
| | м | 1,2 | 2,9 | 1,7 | 1,7 | 3,6 | 2,5 | 3,6 | 1,6 | 1,4 | 3,1 | 2,0 | 1,5 | |
| Невьянск | с | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,4 |
| | м | 1,2 | 1,8 | 0,8 | 1,2 | 1,7 | 3,3 | 4,3 | 2,0 | 1,9 | 1,9 | 1,3 | 5,0 | |
| Новоуральск | с | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,4 |
| | м | 1,9 | 1,2 | 0,6 | 1,2 | 1,7 | 2,8 | 1,7 | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 1,5 | 0,6 | |
| Новый Завод | с | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,6 | 0,7 | 0,4 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| | м | 0,8 | 1,5 | 0,9 | 1,0 | 1,9 | 2,5 | 3,9 | 3,0 | 3,5 | 2,5 | 1,6 | 2,1 | |
| Ревда | с | 0,2 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,4 |
| | м | 0,8 | 2,4 | 1,5 | 1,1 | 1,1 | 1,8 | 1,6 | 0,8 | 1,5 | 3,8 | 1,1 | 2,1 | |
| Рыбниковское | с | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,4 |
| | м | 1,3 | 1,8 | 1,9 | 2,3 | 2,2 | 2,6 | 1,6 | 1,3 | 3,0 | 1,4 | 1,0 | 0,8 | |
| Сысерть | с | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,4 |
| | м | 0,8 | 1,8 | 0,9 | 1,9 | 1,9 | 4,1 | 1,9 | 1,6 | 3,5 | 2,5 | 1,6 | 0,9 | |
| Тюбук | с | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 0,7 |
| | м | 2,6 | 1,9 | 2,0 | 2,8 | 3,4 | 2,8 | 1,8 | 1,8 | 2,1 | 2,5 | 2,0 | 3,3 | |
| Усть-Караболка | с | 0,9 | 0,5 | 0,7 | 0,6 | 1,0 | 0,4 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| | м | 4,3 | 1,6 | 3,5 | 1,6 | 2,4 | 1,1 | 1,8 | 2,9 | 1,7 | 1,7 | 3,4 | 1,7 | |
| Среднее по 100-км зоне: | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2007 г. | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| | 2006 г. | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,5 |
| Фон для Уральского региона: | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2007 г. | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| | 2006 г. | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

изменились и не отличались от фоновых значений для Уральского региона. Однако в отдельные дни в трех пунктах было зарегистрировано 6 случаев, когда суточные атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ превышали фоновые значения для данного населенного пункта за предыдущий месяц в 10 и более раз. В 2007 г. наибольшие превышения над фоном наблюдались: в 100-км зоне в п. Невьянск (20–21 декабря) – 5,0 Бк/м²-сутки, в 30-км зоне в п. Белоярский (13–14 января) – 5,35 Бк/м²-сутки, что соответственно в 22,8 и 29,7 раза выше фоновых уровней по данным пунктам и в 10 и 11 раз, соответственно, выше фонового уровня по Уральскому региону.

В табл. 4.11 и 4.12 приведены величины выпадений из атмосферы ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пунктах 30-км зоны вокруг Белоярской АЭС по данным Уральского УГМС [11]. Там же приведены значения годовых выпадений по этой зоне и для сравнения фоновые выпадения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr для Уральского региона.

Таблица 4.11

Выпадения из атмосферы ¹³⁷Cs в 30-км зоне вокруг БАЭС в 2007 г., Бк/м²-месяц (данные Уральского УГМС)

| Пункт наблюдения | Месяц | | | | | | | | | | | | Сумма, Бк/м ² -год |
|-----------------------------|-------|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|------|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Белоярский | 0,7 | 0,5 | 0,2 | н | 0,1 | 0,4 | н | 0,1 | н | 0,6 | 0,6 | н | 3,2 |
| Верхнее Дуброво | 0,1 | 0,1 | н | н | 0,2 | н | н | н | 0,1 | 0,2 | 0,7 | н | 1,4 |
| Двуреченск | 0,2 | 0,2 | н | н | н | н | н | н | 0,2 | 0,4 | 0,2 | н | 1,2 |
| Заречный | 0,6 | 0,4 | 0,2 | н | н | н | 0,2 | н | 0,6 | 0,1 | 1,0 | н | 3,1 |
| Исток | 0,5 | 0,5 | н | н | н | н | н | н | 0,1 | н | н | н | 1,1 |
| Курманка | 0,01 | 0,7 | н | н | 0,1 | 0,5 | 0,5 | н | 0,1 | 0,6 | 1,0 | 0,4 | 3,9 |
| Малиновка | 0,3 | 0,4 | н | н | н | н | н | н | 0,5 | н | 0,4 | н | 1,6 |
| Сарапулка | н | н | н | н | н | 0,8 | н | 0,1 | 0,4 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 2,1 |
| Среднее по зоне: | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 г. | 0,3 | 0,4 | 0,1 | н | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,03 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 | 2,4 |
| 2006 г. | 0,2 | 0,2 | 0,1 | н | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 2,2 |
| Фон для Уральского региона: | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 г. | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | н | 0,1 | 0,1 | 0,1 | н | 0,1 | н | 0,9 |
| 2006 г. | 0,03 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,04 | н | н | н | н | 0,10 | 0,20 | 0,10 | 0,77 |

Примечание: н – ниже порога обнаружения ($\leq 0,01$ Бк/м²-месяц).

Из данных табл. 4.11 следует, что средняя величина годовых выпадений ¹³⁷Cs из атмосферы в 30-км зоне БАЭС в 2007 г. осталась на уровне 2006 г. и составляла 2,4 Бк/м²-год, что в 2,7 раза выше фонового уровня для Уральского региона (0,9 Бк/м²-год). Максимальные годовые выпадения ¹³⁷Cs в 30-км зоне (3,9 Бк/м²-год) наблюдались в п. Курманка. Средняя величина годовых выпадений ¹³⁷Cs из атмосферы по 100-км зоне БАЭС (2,8 Бк/м²-год) была примерно такой же, как и в 30-км зоне.

Средняя величина годовых выпадений ⁹⁰Sr из атмосферы в 30-км зоне БАЭС (табл. 4.12) в 2007 г. осталась на уровне 2006 г. и составляла 6,84 Бк/м²-год, что в 4,3 раза выше фоновых выпадений для Уральского региона (1,59 Бк/м²-год). Максимальные выпадения ⁹⁰Sr (в 5,3 раза выше фонового уровня) наблюдались в п. Белоярский (8,4 Бк/м²-год). Средняя величина годовых выпадений ⁹⁰Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг БАЭС [11] составляла 6,69 Бк/м²-год и практически не отличалась от выпадений ⁹⁰Sr в 30-км зоне.

По данным Уральского УГМС [11] в пунктах, расположенных в 10-км зоне БАЭС, среднегодовые значения недельных атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ и ¹³⁷Cs сохранились на уровне значений предыдущего года, а выпадения ⁹⁰Sr увеличились в 4,5 раза.

Таблица 4.12

**Выпадения из атмосферы ^{90}Sr в 30-км зоне вокруг БАЭС, Бк/м²·месяц
(данные Уральского УГМС)**

| Пункт наблюдения | Месяц | | | | | | | | | | | | Сумма, Бк/м ² ·год |
|-----------------------------|-------------|---|---|-------------|---|---|-------------|---|---|-------------|----|----|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Белоярский | 0,73 | | | 0,76 | | | 0,66 | | | 0,65 | | | 8,40 |
| Верхнее Дуброво | 0,55 | | | 0,35 | | | 0,60 | | | 0,36 | | | 5,58 |
| Двуреченск | 0,39 | | | 0,87 | | | 0,42 | | | 0,46 | | | 6,42 |
| Заречный | 0,75 | | | 0,63 | | | 0,17 | | | 0,65 | | | 6,60 |
| Исток | 0,57 | | | 0,68 | | | 0,36 | | | 0,52 | | | 6,39 |
| Курманка | 0,73 | | | 0,39 | | | 1,03 | | | 0,35 | | | 7,50 |
| Малиновка | 0,43 | | | 0,64 | | | 0,63 | | | 0,96 | | | 7,98 |
| Сарапулка | 0,19 | | | 0,63 | | | 0,84 | | | 0,29 | | | 5,85 |
| Среднее по зоне: | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 г. | 0,54 | | | 0,62 | | | 0,59 | | | 0,53 | | | 6,84 |
| 2006 г. | 0,72 | | | 0,33 | | | 0,69 | | | 0,53 | | | 6,81 |
| Фон для Уральского региона: | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 г. | 0,07 | | | 0,18 | | | 0,18 | | | 0,10 | | | 1,59 |
| 2006 г. | 0,14 | | | 0,16 | | | 0,17 | | | 0,21 | | | 2,04 |

Годовые выпадения ^{137}Cs и $\Sigma\beta$ в СЗЗ по данным ГВРК БАЭС [10] составляли 5,1 и 84 Бк/м²·год соответственно, в ЗН – 10,6 и 91 Бк/м²·год соответственно. Сравнение этих данных с данными 2006 г. показывает, что в СЗЗ и в ЗН БАЭС выпадения $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs остались на уровне предыдущего года.

В целом, можно сказать, что среднегодовые значения выпадений $\Sigma\beta$ как в 30-км, так и в 100-км зоне БАЭС в течение последних 10 лет существенно не меняются и находятся в пределах от 0,4 до 0,5 Бк/м²·сутки [11].

Снег, почва, растительность

Загрязнение почвы радионуклидами в окрестностях БАЭС приведено в табл. 4.13. По данным ГВРК БАЭС в 2007 г. загрязнение почвы $\Sigma\beta$ в СЗЗ, ЗН БАЭС и в контрольном пункте снизилось по сравнению с 2006 г. в 1,2–1,5 раза и было в 4–7 раз ниже средних значений, полученных за последние 5 лет. Содержание ^{137}Cs в пробах почвы в СЗЗ уменьшилось в 2 раза по сравнению с предыдущим годом, а в ЗН осталось на уровне 2006 г. Как видно из табл. 4.13, загрязнение почвы ^{137}Cs в СЗЗ, ЗН БАЭС и в контрольном пункте остается на уровне среднего значения, полученного за последние 5 лет. Средние значения плотности загрязнения почвы ^{137}Cs в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте выше уровней глобального загрязнения почвы на территории России в 5–8 раз.

Таблица 4.13

**Плотность загрязнений почвы радионуклидами в районе расположения БАЭС, кБк/м²
(данные ГВРК БАЭС)**

| Место отбора пробы | $\Sigma\beta$ | | | ^{137}Cs | | |
|--------------------|---------------|---------|------------------|-------------------|---------|------------------|
| | 2007 г. | 2006 г. | Среднее за 5 лет | 2007 г. | 2006 г. | Среднее за 5 лет |
| СЗЗ | 13,3 | 18,0 | 55,8 | 9,0 | 19,4 | 15,0 |
| ЗН | 10,1 | 15,0 | 72,0 | 12,9 | 18,0 | 16,1 |
| контр. пункт | 10,3 | 12,3 | 58,6 | 18,1 | 14,1 | 15,1 |

В табл. 4.14 приведены данные Уральского УГМС [11] о плотности загрязнения снега и растительности радионуклидами в 10-км зоне БАЭС (см. рис. 4.4а). Отбор проб растительности проводился в 10 точках в конце вегетационного периода 5 и 6 сентября. Из табл. 4.14 видно, что в 2007 г. удельная активность радионуклидов в траве по сравнению с 2006 г., в основном, незначительно

уменьшилась или осталась на том же уровне, за исключением п. База отдыха «Золотая рыбка», где содержание ^{137}Cs уменьшилось в 4 раза. Максимальная удельная активность $\Sigma\beta$ наблюдалась в п. «Дом пастуха» (438,0 Бк/кг в.-с.), а ^{137}Cs – у р. Ольховки под высоковольтной линией (4,7 Бк/кг в.-с.).

Таблица 4.14

**Содержание радионуклидов в снеге и растительности в районе расположения БАЭС
(данные Уральского УГМС)**

| Место отбора проб | Плотность загрязнения снега, Бк/м ² | | | | Удельная активность растительности, Бк/кг в.-с. | | | |
|--|---|---------|-------------------|---------|--|---------|-------------------|---------|
| | $\Sigma\beta$ | | ^{137}Cs | | $\Sigma\beta$ | | ^{137}Cs | |
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| База отдыха «Золотая рыбка» | 6,7 | 10,7 | н | 0,9 | 270,2 | 397,4 | 1,2 | 5,0 |
| «Дом пастуха» | 2,8 | 7,3 | 2,5 | 1,6 | 438,0 | 287,7 | 2,5 | 3,4 |
| Дорога (1 км к сев. от БАЭС) | 5,9 | 21,1 | 1,5 | 1,3 | 275,4 | - | 3,1 | - |
| Мост (пересечение тракта с р. Пышмой) | 1,5 | 10,0 | 1,0 | 0,6 | 294,4 | 327,0 | 2,0 | 2,2 |
| р. Ольховка (под высоко- вольтной линией) | 2,6 | 5,8 | 2,4 | 1,2 | 225,1 | 409,7 | 4,7 | 4,2 |
| Папанинцев | 2,0 | 4,4 | 1,6 | 0,1 | 250,3 | 407,5 | 4,4 | 5,1 |
| Режик | 3,1 | 6,1 | 3,1 | 0,9 | 329,0 | 330,6 | 1,8 | 1,3 |
| Черная Речка | 4,3 | 11,6 | н | 1,5 | 364,1 | 262,6 | 4,0 | 5,4 |
| Мезенское | 4,0 | 15,8 | 2,0 | 2,9 | 266,3 | 307,2 | 2,1 | 1,2 |
| Учхоз | 5,6 | 13,0 | 2,1 | 1,7 | 365,7 | 365,5 | 3,5 | 4,0 |
| Становая | - | - | н | - | - | - | - | - |

Примечание: н – ниже предела обнаружения;
- – измерения не проводились.

В 2007 г. пробы снега отбирались Уральским УГМС в 10 пунктах на всю глубину снежного покрова в период снеготаяния 2–3 апреля [11]. Плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ была ниже, чем в 2006 г. (см. табл. 4.14) и изменялась в диапазоне от 1,5 до 6,7 Бк/м². Плотность загрязнения снега ^{137}Cs изменялась от 1,0 до 3,0 Бк/м². Максимальное содержание $\Sigma\beta$ в снеге наблюдалось в п. БО «Золотая рыбка», а ^{137}Cs – в п. Режик. Загрязнение снега ^{137}Cs соответствовало повышенным, по сравнению с фоновыми, выпадениям этого радионуклида на подстилающую поверхность с учетом времени существования снежного покрова.

Вода и другие объекты водной экосистемы

Контроль питьевой воды из артезианской скважины, которая обеспечивает хозяйственные нужды промплощадки и г. Заречного, в 2007 г. проводился ГВРК ежемесячно. Отбор пробы воды в объеме 10 л производился непосредственно с напорного насоса из скважины. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в питьевой воде составляла менее 4,5 мБк/л, что значительно ниже нормативного уровня вмешательства по НРБ-99 (УВ для ^{137}Cs – 11 Бк/л) [3]. Объемная активность $\Sigma\beta$ в питьевой воде в 2007 г. составила 0,06 Бк/л, что находится на уровне среднего значения за последние 5 лет (0,05 Бк/л) и значительно ниже допустимой величины 1 Бк/л по НРБ-99 для питьевой воды.

Контроль радиоактивного загрязнения вод Белоярского водохранилища, рек Пышмы и Ольховки в 2007 г. производился ежемесячно ГВРК БАЭС и Уральским УГМС. Пробы воды отбирались в количестве 10 л на участках водоемов, свободных от посторонних примесей. В табл. 4.15 приведены данные о содержании ^{90}Sr и ^{137}Cs в поверхностных водах в районе АЭС.

Согласно данным, представленным в табл. 4.15, в 2007 г. содержание ^{90}Sr в воде контролируемых водоемов осталось на уровне 2006 г. и в 4–45 раз превышало фоновое значение для рек России (5,1 мБк/л). В р. Ольховка содержание ^{137}Cs увеличилось в 4,6 раза, в остальных пунктах отбо-

ра – практически осталось на уровне 2006 г. Объемные активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в водах на один – два порядка ниже предельно допустимых по НРБ-99 [3].

Таблица 4.15

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в поверхностных водах в районе БАЭС, мБк/л

| Пункты отбора проб | ^{90}Sr | | | ^{137}Cs | | |
|---|------------------|---------|------------------|-------------------|---------|------------------|
| | 2007 г. | 2006 г. | средняя за 5 лет | 2007 г. | 2006 г. | средняя за 5 лет |
| данные ГВРК БАЭС | | | | | | |
| Пруд-охладитель (устье сбросного канала) | - | - | - | 9,1 | 8,2 | 20 |
| Пруд-охладитель (подводящий канал) | - | - | - | 8,0 | 12 | 21 |
| р. Пышма до водозабора | - | - | - | 25,0 | 24 | 26 |
| р. Пышма в 1 км ниже сброса | - | - | - | 6,6 | 7,0 | 18 |
| Контрольный водоем (верховье водохранилища) | - | - | - | 8,0 | 6,6 | 21 |
| данные Уральского УГМС | | | | | | |
| Белоярское вдхр., п. Заречный | 32 | 92 | 37* | 33 | 21 | 29* |
| р. Ольховка | 228 | 231 | 198* | 275 | 59 | 114* |
| р. Пышма ниже впадения р. Ольховки | 24 | 29 | 28 | 33 | 32 | 42 |

Примечание: Уральским УГМС в Белоярском водохранилище и в р. Пышме пробы воды отбирались ежемесячно с января по декабрь, в р. Ольховка – ежемесячно с июня по ноябрь, в р.р. Кама, Вишера и Колва – в феврале, апреле, мае, сентябре и октябре;
 - – измерения не проводились;
 * – данные без 2005 г. [6].

На протяжении всего периода наблюдений самое высокое содержание данных радионуклидов наблюдается в р. Ольховка. Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде этой реки значительно превышают аналогичные показатели во всех других обследуемых водоемах, хотя и не превышают уровня вмешательства по НРБ-99 для данных радионуклидов.

Объемная активность $\Sigma\beta$ в воде пунктов наблюдения ГВРК БАЭС [10] в 2007 г. находилась на уровне предыдущих лет, изменяясь в диапазоне (0,17–0,23) Бк/л.

В летний период 2007 г. ГВРК БАЭС [10] проводились наблюдения за содержанием радионуклидов в иловых донных отложениях водоемов в районе БАЭС. Пробы илов отбирались на глубоких местах дночерпателем. Результаты измерений приведены в табл. 4.16.

Таблица 4.16

**Удельная активность донных отложений, Бк/кг в.-с.
(данные ГВРК БАЭС)**

| Пункты отбора проб | $\Sigma\beta$ | | ^{137}Cs | | ^{60}Co | |
|--|---------------|---------|-------------------|---------|------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Сбросной канал | 643 | 505 | 77 | 54 | 36 | 5,2 |
| Заборный канал | 565 | 477 | 39 | 29 | н | н |
| Сброс ПЛК | 649 | 1001 | 233 | 2144 | 7,9 | 112 |
| п. Шеелит | 548 | 501 | 18 | 15 | н | н |
| п. Худыш | 444 | 564 | 24 | 16 | 4,3 | н |
| р. Пышма (500 м выше впадения р. Ольховки) | 402 | 481 | 53 | 189 | н | н |
| р. Пышма (500 м ниже впадения р. Ольховки) | 2044 | 635 | 1441 | 1328 | 35 | 55 |
| Середина канала | 2944 | 714 | 527 | 822 | 93 | 124 |
| Ольховское болото: | | | | | | |
| начало | 1484 | 739 | 1178 | 1965 | 59 | 79 |
| середина | 11846 | 489 | 5868 | 879 | 74 | 43 |
| конец | 3873 | 826 | 2626 | 1599 | 160 | 174 |
| р. Ольховка | 1792 | 1114 | 2294 | 3543 | 23 | 69 |
| База отдыха «Дельфин» (контрольная точка) | 637 | 731 | 118 | 356 | 3,8 | 16 |

Примечание: - – измерения не проводились;
 н – ниже предела обнаружения.

В донных отложениях водных экосистем в районе расположения БАЭС основными продуктами загрязнения являются долгоживущие радионуклиды ^{60}Co и ^{137}Cs [8]. Наибольшее радиоактивное загрязнение иловых отложений ^{137}Cs наблюдалось в Ольховском болоте, в р. Ольховке, а также в р. Пышме ниже впадения р. Ольховки. В 2007 г. удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях р. Ольховка составляла 2,3 кБк/кг в.-с., р. Пышмы – 2,1 кБк/кг в.-с., Ольховского болота – от 1,2 до 5,9 кБк/кг в.-с.

По сравнению с 2006 г., в пробах ила содержание ^{137}Cs значительно уменьшилось (в 9 раз) в месте сброса ПЛК и увеличилось в 7 раз в середине Ольховского болота, в остальных точках загрязнения ^{137}Cs донных отложений осталось на уровне предыдущего года. Уровень загрязнения ^{60}Co донных отложений обследованных экосистем на один – два порядка ниже по сравнению с ^{137}Cs . Максимальная удельная активность ^{60}Co в пробах ила в 2007 г. зарегистрирована в середине Ольховского болота, составляла 0,16 кБк/кг в.-с. Во всех точках отбора удельная активность ^{60}Co была ниже, чем в 2006 г. По сравнению с 2006 г. в пробах ила содержание $\Sigma\beta$ увеличилось: в Ольховском болоте – в 2–24 раза, в середине канала – в 4 раза, в р. Пышме ниже впадения р. Ольховки – в 3 раза; в остальных точках отбора проб содержание $\Sigma\beta$ в донных отложениях в среднем осталось на уровне 2006 г.

Контроль загрязнения грунтовых вод техногенными радионуклидами на территории АЭС осуществляется посредством отбора и анализа проб воды из контрольных скважин (КС) [10], расположенных на промплощадке вокруг потенциальных источников загрязнения (здания энергоблоков, хранилища жидких радиоактивных отходов, хранилища слабоактивных и высокоактивных отходов и др.). В 2007 г. в воде 28-ми контрольных скважин были зарегистрированы техногенные радионуклиды: ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{60}Co . В остальных 35-ти КС содержание техногенных радионуклидов было ниже предела обнаружения.

Объемные активности ^{90}Sr (15,8–52,3) Бк/л, превышающие УВ, были зарегистрированы, как и в 2006 г., в контрольных скважинах ХЖО (П-1, П-4, П-25, П-42), ХСО (П-2) и скважинах спецводоочистки (П-20, П-21). Загрязнение ^{90}Sr воды в этих скважинах в среднем осталось на уровне 2006 г., за исключением скважины П-4, в которой объемная активность ^{90}Sr увеличилась в 2,7 раза. Объемные активности ^{137}Cs , превышающие УВ, были зарегистрированы, как и в 2006 г., в скважинах ХЖО (П-1, П-42) и скважинах спецводоочистки (П-21, П-22). Уровень загрязнения подземных вод ^{137}Cs в этих скважинах остался на уровне предыдущего года. Объемные активности ^{60}Co в воде контрольных скважин в 2007 г. не превышали УВ. По сравнению с 2006 г. содержание ^{60}Co снизилось в 2 раза в воде контрольной скважины П-4, в остальных скважинах, в среднем, осталось на том же уровне. Максимальные значения объемных активностей ^{137}Cs (271,8 Бк/л) и ^{90}Sr (52,3 Бк/л) были зарегистрированы в районе ХЖО в скважинах П-1 и П-25 соответственно. Полученные данные указывают на то, что в результате протечек радионуклиды поступают в грунтовые воды в районе ХЖО и спецводоочистки.

В 2007 г., как и в предыдущие годы, ГВРК БАЭС и ПСЛ ЦГСЭН г. Заречного определялась удельная активность радионуклидов в продуктах питания местного производства. Пробы овощей и фруктов весом по 3 кг каждая отбирались перед уборкой урожая из коллективных садов г. Заречного. В ряде окрестных хозяйств отбирались пробы молока. Из результатов измерений

(табл. 4.17) видно, что в 2007 г. удельная активность $\Sigma\beta$ в сельскохозяйственной продукции, а также в грибах и ягодах, осталась практически на уровне 2006 г.

Таблица 4.17

Удельная активность продуктов питания местного производства в окрестностях БАЭС, Бк/кг сырой массы (данные ПСЛ ЦСЭН г. Заречного и ГВРК БАЭС)

| Место отбора и вид пробы | $\Sigma\beta$ | | ^{137}Cs | |
|--|---------------|---------|-------------------|------------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Пшеница* | - | - | 6,3 | 9,5 |
| Овощи | 59 | 68 | 0,24 | 0,11 |
| Корнеплоды | 101 | 98 | 0,28 | 0,10 |
| Ягоды | 81 | 83 | 0,28 | 0,19 |
| Допустимая уд. акт. | | - | | 40 |
| Молоко | 42 | 49 | 0,20 | 0,20 |
| Допустимая уд. акт. | | - | | 50 |
| Грибы | 65 | 97 | 0,83 | 4,5 |
| Допустимая уд. акт. | | - | | 500 |
| Рыба (Белоярское водохранилище, сбросной канал, рыбучасток ПСХ БАЭС) | 78 | 72 | 1,3 | 1,1 |
| Допустимая уд. акт. | | - | | 130 |

Примечание: * – данные ПСЛ ЦСЭН;

- – измерения не проводились;

Удельная активность ^{137}Cs увеличилась в овощах, корнеплодах и ягодах в 2,2, 2,8 и 1,5 раза соответственно, а в грибах – уменьшилась в 5 раз. Полученные величины не превышали допустимых значений [9]. Сравнительно высокое содержание $\Sigma\beta$ в продуктах питания местного производства и его меньшая изменчивость являются следствием преобладающего β -излучения ^{40}K природного происхождения. Удельная активность радионуклидов в рыбе, отловленной в районе сбросного канала БАЭС на рыбном хозяйстве БАЭС, осталась на уровне 2006 г. и составляла 1,3 Бк/кг в.-с. для ^{137}Cs и 78 Бк/кг в.-с. для $\Sigma\beta$, что намного ниже допустимых удельных активностей (для ^{137}Cs – 130 Бк/кг в.-с.) по СанПиН-96 [9]. Содержание ^{90}Sr в продуктах питания в 2007 г. не определялось.

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 30-км и 100-км зоне вокруг БАЭС по данным Уральского УГМС в 2007 г., как и в 2006 г., колебалась в пределах (8–13) мкР/ч. Среднегодовые значения в обеих зонах (10 и 11 мкР/ч соответственно) не превышали уровня γ -фона Уральского региона (11 мкР/ч) [11]. По данным АСКРО ГВРК БАЭС [10] мощность дозы γ -излучения в 2007 г. в СЗЗ изменялась в диапазоне (9–11) мкР/ч, в ЗН – (5–7) мкР/ч. При регламентных маршрутных обследованиях [10] МЭД в СЗЗ и в ЗН составляла (5–10) мкР/ч.

Поглощенная доза внешнего γ -облучения определялась в 40-км зоне [10] и в среднем в СЗЗ составляла по данным ГВРК БАЭС $52 \cdot 10^{-5}$ Гр, изменяясь в диапазоне $(41-73) \cdot 10^{-5}$ Гр, в ЗН – $47 \cdot 10^{-5}$ Гр, с диапазоном изменения $(42-68) \cdot 10^{-5}$ Гр. Наибольшие значения годовой дозы на местности наблюдались в северо-западном направлении от АЭС.

По расчетным оценкам [10] для критической группы населения эквивалентная доза в биологической ткани в 2007 г. не превышала 0,024 мкЗв/год за счет жидких радиоактивных сбросов БАЭС в окружающую среду (в Ольховское болото) и 0,036 мкЗв/год – за счет ее газоаэрозольных выбросов в атмосферу. Эти дозовые нагрузки на население пренебрежимо малы по сравнению с критерием 10 мкЗв/год по НРБ-99 [3].

Таким образом, в среднем, содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в зоне наблюдения БАЭС в 2007 г. осталось на уровне предыдущего года. Влияние деятельности БАЭС проявлялось в небольшом превышении объемной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs над фоновыми уровнями в приземной атмосфере и в загрязнении водных объектов радионуклидами, в том числе и накопленными ранее за все время работы АЭС.

4.3. Билибинская АЭС

На Билибинской АЭС (БиАЭС) эксплуатируются 4 однотипных энергоблока мощностью по 12 МВт каждый (в декабре 2003 г. исполнилось 30 лет со дня физического пуска 1-го энергоблока).

БиАЭС находится на крайнем северо-востоке России за полярным кругом в зоне вечной мерзлоты на территории Чукотского автономного округа. Промплощадка БиАЭС расположена в долине ручья Большой Поннеурген в 3,5 км к востоку от г. Билибино. Ручей Большой Поннеурген течет с востока на запад и впадает в реку Б. Кепервеем ниже места расположения города. Размер санитарно-защитной зоны вокруг АЭС составляет 0,5 км, зоны наблюдения – 5 км. В зоне наблюдения находится один населенный пункт – г. Билибино. Численность населения составляет 6673 человека. Преобладающее направление ветров в регионе – восточное, северо-восточное и западное. Продолжительность зимнего периода в районе АЭС – от 7 до 8 месяцев. Среднегодовая температура – (-12°C). Средняя температура января – (-36°C). Абсолютный минимум – (-52°C) [12].

Газообразные и аэрозольные радионуклиды на БиАЭС вместе с воздухом производственных помещений выбрасываются в атмосферу через вентиляционные трубы, предварительно пройдя очистку на спецфильтрах вентсистем. Отработанные аэрозольные фильтры систем спецвентиляции направляются в ХСО.

В табл. 4.18 приведены данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов в окружающую среду на БиАЭС в 2006–2007 гг. [4, 12].

Таблица 4.18

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БиАЭС, Бк

| Радионуклиды | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ^{60}Co | $7,4 \cdot 10^9$ | $9,83 \cdot 10^6$ | $7,91 \cdot 10^6$ | $+ 1,92 \cdot 10^6$ |
| ^{90}Sr | $3,0 \cdot 10^8$ | - | $1,00 \cdot 10^4$ | $- 1,00 \cdot 10^4$ |
| ^{131}I | $1,8 \cdot 10^{10}$ | - | $9,20 \cdot 10^6$ | $- 9,20 \cdot 10^6$ |
| Сумма ИРГ | $2,0 \cdot 10^{15}$ | $3,40 \cdot 10^{14}$ | $3,55 \cdot 10^{14}$ | $- 1,50 \cdot 10^{13}$ |

Как видно из табл. 4.18, в 2007 г. превышения допустимых выбросов на БиАЭС не было. Выбросы ИРГ в 2007 г. составляли 17 % от допустимого выброса за год, выбросы ^{60}Co – 0,13 %. Содержание ^{90}Sr и ^{131}I в выбросах АЭС было менее минимально-детектируемой активности измерительной аппаратуры. Основной вклад в активность выброса ИРГ вносит ^{41}Ar [12].

Жидкие радиоактивные отходы – продукты очистки теплоносителя основного циркуляционного контура, трапных вод и вод спецканализации, образующихся на фильтрах смешанного действия и выпарных установках спецводоочистки в виде насыщенных солевых растворов-пульп, направляются на захоронение в ХЖО. Дебалансные воды, не прошедшие очистку на выпарных установках, сбрасываются

в составе промливневой канализации в ручей Б. Поннеурген [12]. Основная часть вод ПЛК в течение года не содержит искусственных радионуклидов стационарного происхождения и является сбросом технической сырой воды, служащей для охлаждения технологического оборудования энергоблоков АЭС. По данным БиАЭС среднегодовое содержание ^{60}Co , ^{90}Sr и ^{137}Cs в водах ПЛК и ХФК значительно ниже уровней вмешательства для питьевой воды, установленных НРБ-99 (УВ равен 41 Бк/л, 5 Бк/л и 11 Бк/л для ^{60}Co , ^{90}Sr и ^{137}Cs соответственно).

Данные о сбросах радионуклидов с жидкими радиоактивными стоками в 2007 г. [4, 12] приведены в табл. 4.19.

Таблица 4.19

Сбросы радионуклидов с жидкими стоками на БиАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый сброс | Фактический сброс | | Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ^{60}Co | $5,0 \cdot 10^{10}$ | $5,2 \cdot 10^8$ | $7,5 \cdot 10^8$ | $- 2,3 \cdot 10^8$ |
| ^{54}Mn | $1,2 \cdot 10^{11}$ | $1,6 \cdot 10^8$ | $2,4 \cdot 10^8$ | $- 8,0 \cdot 10^7$ |
| ^{51}Cr | $3,1 \cdot 10^{12}$ | $5,0 \cdot 10^9$ | $5,6 \cdot 10^9$ * | $- 6,0 \cdot 10^8$ |
| ^{90}Sr | $1,5 \cdot 10^{12}$ | $4,18 \cdot 10^6$ | $6,9 \cdot 10^5$ | $+ 3,49 \cdot 10^6$ |
| $\Sigma\alpha$ | $6,0 \cdot 10^{10}$ | $6,2 \cdot 10^8$ | $1,0 \cdot 10^9$ | $- 3,8 \cdot 10^8$ |

Примечание: * – уточненные данные за 2006 г., поступившие в 2008 г.

Превышения допустимых сбросов в открытую гидрографическую сеть в 2007 г. на БиАЭС не было. Фактические сбросы радионуклидов были на два – пять порядков ниже допустимых сбросов.

Радиационный контроль объектов окружающей среды в радиусе до 22 км от БиАЭС осуществляет группа внешней дозиметрии, входящая в состав лаборатории охраны окружающей среды (ЛООС) отдела радиационной безопасности БиАЭС. В течение года группа внешней дозиметрии проводит регулярный контроль за радиационной обстановкой на промплощадке, в пределах санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения.

Район радиационного контроля объектов окружающей среды вокруг БиАЭС условно разделен на 3 пояса наблюдений: 1-й – от АЭС до границы СЗЗ радиусом 0,5 км; 2-й – от 0,5 до 5 км; 3-й – от 5 до 7 км. Кроме того, район разделен на 4 сектора: север, восток, юг, запад. Для фоновых наблюдений выделен контрольный участок в южном направлении на расстоянии 22 км от АЭС.

Размещение пунктов постоянного наблюдения в поясах и секторах зоны АЭС приурочено к существующему расположению значимых объектов народного хозяйства и учитывает господствующее направление ветров в районе АЭС и г. Билибино.

В 2007 г. ЛООС БиАЭС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в трех пунктах (на промплощадке АЭС, в СЗЗ и ЗН). Для отбора проб воздуха на БиАЭС используются стационарные аспирационные установки с электровентилятором типа 12ЦС-34 производительностью 1000–1400 м³/ч. Площадь фильтрующей поверхности составляет 0,35 м²;
- радиоактивность атмосферных выпадений в пунктах постоянного наблюдения. Сбор атмосферных выпадений производится с помощью открытых кювет площадью 40x40 см и 56x56 см с высотой бортиков 10 см, установленных на специальных подставках, с экспозицией один месяц;

- объемная активность радионуклидов в воде открытых водоемов;
- удельная активность радионуклидов в почве, донных отложениях и растительности;
- мощность дозы γ -излучения на местности и годовая поглощенная доза.

Для изотопного анализа проб применяется лабораторная γ -спектрометрическая система «ORTEC» с контролем 17 радионуклидов и радиохимические методы анализа β -излучающих радионуклидов.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг БиАЭС проводится Чукотским УГМС. В 2007 г. в двух пунктах (Билибино и Кепервеем) с экспозицией в одни сутки отбирались пробы радиоактивных атмосферных выпадений и в трех пунктах (см. рис. 4.5) велись наблюдения за МЭД.

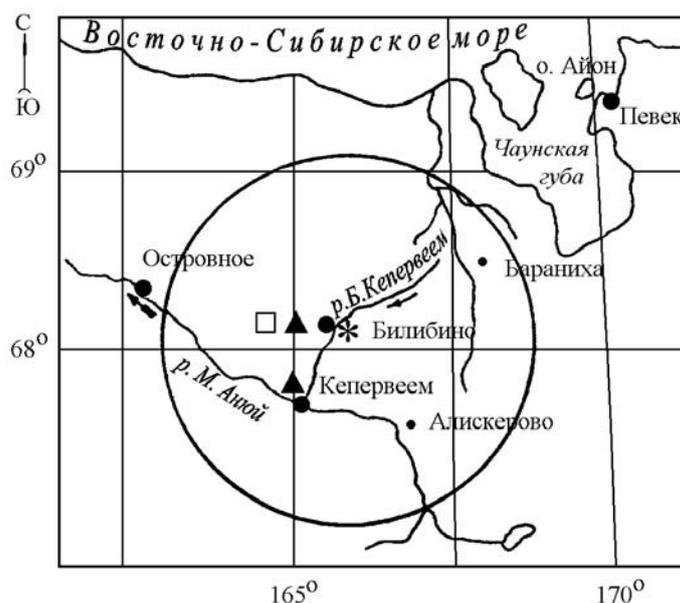


Рис. 4.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг БиАЭС:

- * – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – планируемые наблюдения.

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемной активности радионуклидов в воздухе района размещения БиАЭС в 2007 г. по данным ЛООС БиАЭС приведены в табл. 4.20.

Таблица 4.20

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения БиАЭС, 10^{-5} Бк/м³ (данные ЛООС БиАЭС)

| Радионуклид | Территория АЭС | | Плотина, 3,2 км от АЭС | | г. Билибино, 6 км от АЭС | |
|------------------|----------------|---------|------------------------|---------|--------------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| ⁶⁰ Со | 25,9 | 5,3* | 4,3 | 1,3 | 4,2 | 8,0* |

Примечание: * – уточненные данные за 2006 г., поступившие в 2008 г.

Из табл. 4.20 видно, что в 2007 г., как и в 2006 г., во всех пунктах наблюдения района расположения БиАЭС в приземной атмосфере присутствовал ^{60}Co . Среднегодовая объемная активность ^{60}Co в приземном слое атмосферы СЗЗ и ЗН БиАЭС по сравнению с 2006 г. увеличилась соответственно в 5 и 3,3 раза, но была на четыре – пять порядков ниже допустимой объемной активности этого радионуклида для населения ($\text{ДОА}_{\text{НАС}} = 11 \text{ Бк/м}^3$) по НРБ-99 [3]. Объемная активность ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{54}Mn и ^{51}Cr в приземной атмосфере пунктов наблюдения в 2007 г. была ниже минимально детектируемой активности [12] (значения МДА для ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{54}Mn и ^{51}Cr составляют соответственно 0,3, 0,4, 0,4 и 0,7 Бк/м^3).

По данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» объемные активности $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr на территории Севера Восточной Сибири в 2007 г. составляли $18,5 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$, $1,3 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$ и $0,4 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$ соответственно.

Выпадения $\Sigma\beta$ по данным Чукотского УГМС приведены в табл. 4.21. Из табл. 4.21 видно, что среднегодовые значения суточных выпадений $\Sigma\beta$ в обоих пунктах примерно одинаковы, а среднемесячные в течение года изменялись от 1,5 $\text{Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ до 2,7 $\text{Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$. Выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне БиАЭС в 2007 г. остались на уровне значений 2006 г. и в 1,3–1,4 раза превышали фоновые выпадения $\Sigma\beta$ на территории Севера Восточной Сибири в 2007 г. (1,4 $\text{Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$).

Таблица 4.21

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне БиАЭС в 2007 г., $\text{Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ (данные Чукотского УГМС)

| Пункт наблюдений | | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднее | |
|------------------|---|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2007 г. | 2006 г. |
| Билибино | с | 1,9 | 1,7 | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,8 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 1,5 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| | м | 2,4 | 2,3 | 2,7 | 2,3 | 2,3 | 2,7 | 2,8 | 2,7 | 3,1 | 1,9 | 2,3 | 2,9 | 3,1 | 2,8 |
| Кепервеем | с | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 1,9 | 1,9 | 2,0 | 2,7 | 2,1 | 1,7 | 2,0 | 1,9 | 2,0 | 1,9 |
| | м | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,6 | 2,9 | 2,8 | 3,7 | 2,6 | 2,3 | 2,5 | 2,3 | 3,7 | 4,0 |

По данным ЛООС БиАЭС выпадения ^{60}Co на подстилающую поверхность в 2007 г. регистрировались только в СЗЗ. Выпадения ^{60}Co за год были в 5 раз выше, чем в 2006 г. В ЗН годовые выпадения ^{137}Cs и ^{60}Co были ниже МДА.

Вода, донные отложения

Содержание радионуклидов в воде и донных отложениях ближайших к БиАЭС открытых водоемов в 2007 г. по данным ЛООС [12] приведены в табл. 4.22. Для сравнения в этой же таблице приводятся данные за 2006 г. В качестве источника водоснабжения Билибинской АЭС и г. Билибино принят ручей Б. Поннеурген с годовым стоком, колеблющимся от 5,75 млн.м³ до 12,3 млн.м³. Регулирующее водохранилище расположено в 7 км от города и в 3,5 км от станции выше по течению ручья Б. Поннеурген и предназначено для технического и хозяйственного водоснабжения Билибинской АЭС и г. Билибино. Как видно из табл. 4.22, содержание контролируемых радионуклидов ^{60}Co и ^{137}Cs в питьевой воде (воде водохранилища) ниже предела чувствительности аппаратуры.

По данным табл. 4.22 [12] в воде ручья Б. Поннеурген ниже сброса сточных вод в 2007 г. регистрировался ^{60}Co с объемной активностью 14 мБк/л, что в 12 раз меньше, чем в 2006 г., и в 3000 раз ниже уровня вмешательства по НРБ-99 [3]. В устье ручья Б. Поннеурген, впадающего в

р. Б. Кепервеем, содержание ^{60}Co было ниже предела обнаружения (<0,5 мБк/л). Содержание ^{137}Cs было ниже предела обнаружения (<0,4 мБк/л).

Таблица 4.22

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС
(данные ЛООС БиАЭС)**

| Вид пробы | Расстояние от АЭС, км | $\Sigma\beta$ | | ^{90}Sr | | ^{137}Cs | | ^{60}Co | |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|------------------|---------|
| | | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Вода, мБк/л | | | | | | | | | |
| Водохранилище | 3,2 | - | 12,0 | - | 2,0 | <0,4 | <0,4 | <0,5 | <0,5 |
| ручей Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК | 1,5 | - | 171,0 | - | 7,9 | <0,4 | <0,4 | 14,0 | 175,0 |
| ручей Б. Поннеурген, устье | 4,0 | - | 145,0 | - | 5,0 | <0,4 | <0,4 | <0,5 | <0,5 |
| р. Б. Кепервеем, верховье | 10,0 | - | 149,0 | - | 2,0 | <0,4 | <0,4 | <0,5 | <0,5 |
| Донные отложения, Бк/кг в.-с. | | | | | | | | | |
| Водохранилище | 3,2 | - | 616,5 | - | 0,79 | <0,4 | <0,4 | <0,5 | <0,5 |
| ручей Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК | 1,5 | - | 806,7 | - | 2,62 | <0,4 | <0,4* | 46,12 | 77,46 |
| ручей Б. Поннеурген, устье | 4,0 | - | 586,1 | - | 1,34 | <0,4 | <0,4 | <0,5 | <0,5 |
| р. Б. Кепервеем, верховье | 10,0 | - | 659,1 | - | 1,34 | <0,4 | <0,4 | <0,5 | <0,5 |
| Почва, Бк/кг в.-с. | | | | | | | | | |
| СЗЗ | 0,3–0,5 | - | - | - | - | <0,4 | <0,4 | <0,5 | <0,5 |
| ЗН | 1,5–3,5 | - | - | - | - | <0,4 | <0,4 | <0,5 | <0,5 |
| Контрольная точка | 22 | - | - | - | - | <0,4 | <0,4 | <0,5 | <0,5 |
| Ягода (голубика), Бк/кг в.-с. | | | | | | | | | |
| СЗЗ | 0,3–0,5 | - | - | - | - | <0,4 | <0,4 | - | - |
| ЗН | 1,5–3,5 | - | - | - | - | <0,4 | 0,59 | - | - |
| Контрольная точка | 22 | - | - | - | - | 0,78 | 1,36 | - | - |

Примечание: - - измерения не проводились.

На территории БиАЭС в районе ХСО и ХЖО расположено 17 контрольных скважин для проведения контроля радиоактивного загрязнения грунтовых вод. В 2007 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность, превышающая 1 Бк/л, наблюдалась в скважине № 16 (4,3 Бк/л). В скважине № 17 среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ снизилась по сравнению 2006 г. в 3,7 раза и составляла 0,7 Бк/л. В воде контрольных скважин № 16 и № 17 в 2007 г. зарегистрирован ^{60}Co , объемная активность которого снизилась по сравнению с 2006 г. соответственно в 1,9 и 3,5 раза и была ниже УВ в 9 и 57 раз соответственно.

Донные отложения для анализа отбирались ЛООС в местах отбора проб воды (см. табл. 4.22). В донных отложениях ручья Б. Поннеурген ниже сброса ПЛК регистрировался ^{60}Co , удельная активность которого была в 1,7 раза ниже, чем в 2006 г. Накопление ^{60}Co в донных отложениях обусловлено схемой сброса сточных вод на БиАЭС, так как с 2002 г. сброс вод ПЛК производится непосредственно в ручей Б. Поннеурген. Радиоактивное загрязнение донных отложений ^{137}Cs во всех точках отбора ниже МДА (0,4 Бк/кг в.-с.) и значительно ниже минимально значимой удельной активности для ^{137}Cs равной $1 \cdot 10^4$ Бк/кг по НРБ-99 [3].

Почва, растительность

Пробы почв отбирались ЛООС БиАЭС методом конверта на контрольных участках стандартным пробоотборником с площади $0,625 \text{ м}^2$ на глубину 5 см. Из пяти индивидуальных проб приготавливалась одна усредненная. Для отбора проб почвы выбирались горизонтальные целинные участки, расположенные вне поймы реки, на которых поверхностный слой почвы не подвергался эрозии и на которые нет смыва почвы с соседних участков. Пробы почвы отбирались на расстояниях от

0,3 до 3,8 км от АЭС в западном и восточном направлениях и на расстоянии 22 км в южном направлении (контрольная точка). Во всех пробах почвы (см. табл. 4.22) в 2007 г. содержание ^{60}Co и ^{137}Cs было ниже МДА (соответственно – 0,5 и 0,4 Бк/кг в.-с.).

Основной путь загрязнения для ягод – аэральное поступление из атмосферы; корневое поступление незначительно. Из представленных в табл. 4.22 данных видно, что загрязнение объектов растительности техногенными радионуклидами, в основном, обусловлено ^{137}Cs . Допустимые уровни удельной активности ^{137}Cs для ягод 40 Бк/кг [9]. Как видно из табл. 4.22, содержание ^{137}Cs в ягодах в районе расположения БиАЭС на два порядка ниже допустимых уровней.

Радиационный фон на местности

По данным Чукотского УГМС среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне БиАЭС в 2007 г. изменялись от 10 мкР/ч до 12 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона на территории РФ.

Контроль мощности дозы γ -излучения на местности на БиАЭС проводился в 2007 г. при маршрутных обследованиях, а также на 10 стационарных постах АСКРО, постоянно отслеживающих изменение радиационной обстановки. По данным ЛООС БиАЭС [12], среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в СЗЗ, ЗН и контрольной точке изменялась в диапазоне 12–16 мкР/ч. Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К в 20-км зоне АЭС (20 точек), варьировали от $60 \cdot 10^{-5}$ до $112 \cdot 10^{-5}$ Гр.

Таким образом, по данным Чукотского УГМС и лаборатории ЛООС БиАЭС содержание техногенных радионуклидов, кроме ^{60}Co , в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС близко к фоновому. Наблюдаемые объемные активности ^{60}Co в приземном слое атмосферы и в воде намного ниже установленных нормативов.

4.4. Волгодонская АЭС

Волгодонская АЭС (ВАЭС) расположена на юге России в степном районе Ростовской области на южном берегу Цимлянского водохранилища, примерно в 13,5 км восточнее г. Волгодонска [13].

На ВАЭС эксплуатируется один энергоблок с реакторной установкой ВВЭР-1000, введенный в эксплуатацию в 2001 г.

Площадь санитарно-защитной зоны ВАЭС составляет 44 км², из них 18 км² занимает водоем-охладитель. Площадь зоны наблюдения составляет 2600 км², из них около 500 км² занимает водная поверхность Цимлянского водохранилища. Средняя плотность населения в ЗН составляет 83 чел./км², общая численность населения в ЗН около 215 тыс. человек. Численность населения г. Волгодонска оставляет около 170 тыс. человек, г. Цимлянска, находящегося в 21 км от ВАЭС, – около 15 тыс. человек.

ВАЭС расположена в зоне континентального климата с недостаточным увлажнением, жарким и сухим летом и неустойчивой малоснежной зимой. Средняя годовая температура воздуха составляет – +7,9°C, абсолютный максимум – +41°C, абсолютный минимум – -35°C. Среднемесячная температура наиболее холодного месяца (январь) составляет -7,4°C, наиболее теплого (июль) – +23,4°C. Средняя годовая скорость ветра в районе расположения АЭС составляет 5 м/с. В течение всего года

преобладают восточные ветры, только летом отмечается небольшое преобладание северо-восточных ветров.

Газоаэрозольные выбросы на ВАЭС поступают в атмосферу через венттрубы после системы спецгазоочистки. Эффективность очистки выбрасываемого воздуха от радиоактивных аэрозолей и йода на фильтрах газоочистки превышает 90 %. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов, регламентируемых СП АС-99 [2], в атмосферу в 2007 г. и, для сравнения, в 2006 г. приведены в табл. 4.23 [4, 13].

Таблица 4.23

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ВАЭС, Бк

| Радионуклиды | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|-------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--|
| | | 2006 г. | 2007 г. | |
| ⁶⁰ Со | $2 \cdot 10^9$ | $4,40 \cdot 10^5$ | $4,60 \cdot 10^5$ | $+2,00 \cdot 10^4$ |
| ¹³¹ I | $1,8 \cdot 10^{10}$ | $3,74 \cdot 10^7$ | $4,97 \cdot 10^7$ | $+1,23 \cdot 10^7$ |
| ¹³⁴ Cs | $9,0 \cdot 10^8$ | $2,00 \cdot 10^5$ | $2,80 \cdot 10^4$ | $-1,72 \cdot 10^5$ |
| ¹³⁷ Cs | $7,4 \cdot 10^9$ | $2,60 \cdot 10^6$ | $2,60 \cdot 10^5$ | $-2,34 \cdot 10^6$ |
| Сумма ИРГ | $8 \cdot 10^{14}$ | $2,40 \cdot 10^{11}$ | $8,40 \cdot 10^{10}$ | $-1,56 \cdot 10^{11}$ |

Фактические годовые газоаэрозольные радиоактивные выбросы ВАЭС в атмосферу в 2007 г. были на три – четыре порядка ниже допустимых выбросов, установленных для АЭС с реактором ВВЭР-1000, и не превышали 0,3 % от них.

Сбросы ПЛК на ВАЭС осуществляются через сбросной канал в водоем-охладитель. Отработанная хозяйственная вода поступает на очистные сооружения АЭС. Объем сброса технических вод в водоем-охладитель в 2007 г. составил $201,4 \cdot 10^3 \text{ м}^3$. Водоем-охладитель ВАЭС, созданный путем отсечения прибрежного участка Цимлянского водохранилища плотиной с фильтрующей дамбой, имеет площадь 18 км^2 , среднюю глубину – 3,3 м, средний объем воды – $6 \cdot 10^7 \text{ м}^3$. Длина плотины водоема-охладителя составляет 9,8 км, а дамбы и отводящего канала – 4,5 км. Единственным путем поступления радионуклидов с ВАЭС в Цимлянское водохранилище является их фильтрация с водой из водоема-охладителя через дамбу ($1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^3/\text{год}$).

В 2007 г. по данным ВАЭС [13] содержание радионуклидов в сбросных водах ВАЭС в водоем-охладитель было ниже минимально детектируемой активности, которая для ⁵⁴Mn, ⁶⁰Со, ¹³⁷Cs и ¹³⁴Cs составляла 19, 20, 24 и 27 мБк/л соответственно.

Радиационный контроль в 30-км зоне в районе расположения ВАЭС осуществляет лаборатория контроля внешней радиационной безопасности (ЛКВРБ) отдела радиационной безопасности ВАЭС, а мониторинг радиоактивного загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне вокруг ВАЭС – Северо-Кавказское УГМС.

В 2007 г. ЛКВРБ на промплощадке, в СЗЗ и ЗН для радионуклидного анализа отбирались пробы [13]:

- аэрозолей в 10 точках с помощью ВФУ (средний расход воздуха – $400 \text{ м}^3/\text{ч}$) с двухнедельной или месячной экспозицией;
- атмосферных выпадений в 14 точках с помощью кювет с площадью 0,16 и $0,31 \text{ м}^2$ и высотой бортиков 15–20 см с месячной экспозицией;
- поверхностного слоя почвы в 23 точках на глубину 5 см один раз в год;

- водных объектов (сбросные воды, водоем-охладитель – 9 точек по периметру, Цимлянское водохранилище – 4 точки вдоль плотины пруда-охладителя, сеть питьевого водоснабжения, подземные воды на территории промплощадки – 22 наблюдательные скважины);
- донных отложений в водоеме-охладителе и Цимлянском водохранилище;
- сельскохозяйственных продуктов окрестных хозяйств.

Кроме того, контролировалась мощность дозы γ -излучения и поглощенная доза на местности.

Контроль содержания радионуклидов в пробах проводился следующими аттестованными средствами контроля: стационарным и передвижным спектрометрами «Гамма-плюс», «SBS-55», «Quantulus-1220» «Guardian-1414», радиометрами КРК-1 и УМФ-2000. Контроль поглощенной дозы на местности проводился с помощью термолюминесцентных дозиметров типа ДТЛ-01, размещенных в 35 пунктах и экспонируемых 12 месяцев. Измерение МЭД проводилось с помощью СРП 68-01, ДГК-01 «Сталкер», МКС-14ЭЦ. Для экспрессного контроля радиационной обстановки по пяти маршрутам вокруг АЭС использовалась передвижная радиологическая лаборатория.

Расположение пунктов радиационного мониторинга Северо-Кавказского УГМС в 100-км зоне ВАЭС приведено на рис. 4.6 [14]. В 2007 г. Северо-Кавказским УГМС в 100-км зоне ВАЭС проводились наблюдения за МЭД на 8 станциях каждые три часа, на 7 из них проводился отбор проб выпадений с помощью планшетов с суточной экспозицией и на одной (в г. Цимлянске) ежесуточный отбор проб аэрозолей с помощью воздухофильтрующей установки. В Цимлянске также в течение года отбирались месячные пробы осадков для определения содержания в них трития.

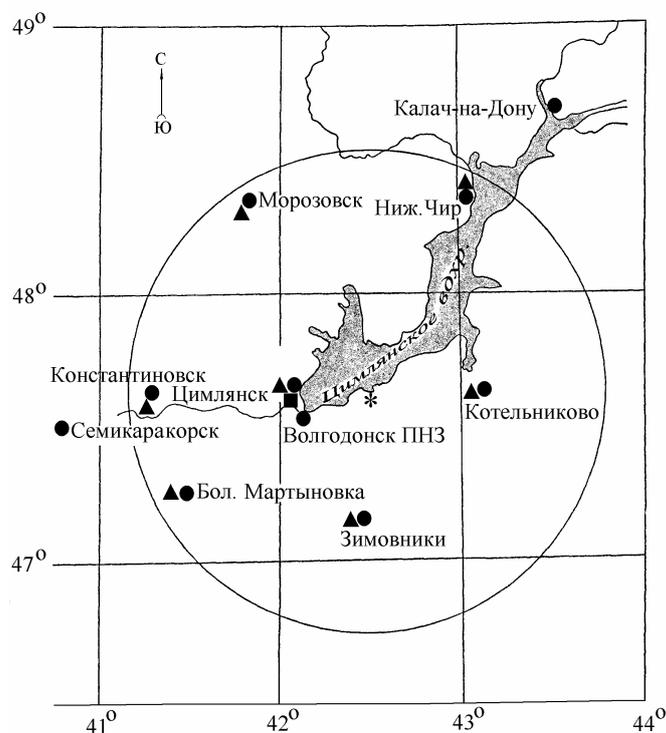


Рис. 4.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ВАЭС:

- * – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей.

В радиометрической лаборатории Северо-Кавказского УГМС суточные пробы выпадений и аэрозолей обрабатывались и анализировались на содержание $\Sigma\beta$. Радиоизотопный анализ объединенных за месяц проб аэрозолей и объединенных за квартал проб выпадений, а также анализ проб осадков на тритий проводился в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун».

Приземный слой атмосферы

Результаты Северо-Кавказского УГМС по определению объемной активности в воздухе и выпадений $\Sigma\beta$ представлены в табл. 4.24 [14]. Из табл. 4.24 видно, что среднегодовые значения выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ВАЭС в 2007 г. составляли (0,5–6,2) Бк/м²·сутки. Среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ во всех пунктах наблюдения (кроме г. Цимлянска) были на уровне средневзвешенных по территории РФ выпадений (1,3 Бк/м²·сутки) и не превышали значений, полученных в 2006 г. В Цимлянске наблюдалось небольшое превышение (в 1,3 раза) прошлогодних и средневзвешенных по территории РФ выпадений $\Sigma\beta$. Усредненные по пунктам наблюдения годовые выпадения ¹³⁷Cs в 100-км зоне ВАЭС по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» составляли 0,38 Бк/м²·год и были ниже среднегодовых выпадений этого радионуклида на территории Юга ЕТР (0,43 Бк/м²·год).

Таблица 4.24

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные выпадения и объемные активности $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ВАЭС (данные Северо-Кавказского УГМС)

| Пункт наблюдения | | Месяц | | | | | | | | | | | Среднее | | |
|------------------|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2007 г. | 2006 г. |
| | | Выпадения, Бк/м ² ·сутки | | | | | | | | | | | | | |
| Б. Мартыновка | с | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 1,0 | 0,9 | 0,7 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,4 | 0,7 | 1,1 | 0,6 | 0,8 |
| | м | 0,9 | 1,3 | 1,9 | 4,4 | 3,8 | 3,1 | 1,6 | 2,4 | 3,9 | 1,5 | 2,2 | 5,7 | | |
| Зимовники | с | 0,5 | 0,8 | 0,3 | 0,6 | 1,2 | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 1,1 | 0,5 | 1,1 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| | м | 1,7 | 2,3 | 1,4 | 1,8 | 4,7 | 2,1 | 1,3 | 3,9 | 3,8 | 1,4 | 2,7 | 2,6 | | |
| Константиновск | с | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 1,1 | 0,8 | 1,0 | 0,7 | 0,6 | 0,8 |
| | м | 1,3 | 1,0 | 1,5 | 5,0 | 1,5 | 1,9 | 1,1 | 1,3 | 5,1 | 5,3 | 2,1 | 3,6 | | |
| Котельниково | с | 0,5 | 0,6 | 0,9 | - | - | - | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,7 |
| | м | 2,0 | 2,0 | 1,9 | - | - | - | 1,1 | 1,8 | 3,1 | 1,4 | 1,5 | 1,8 | | |
| Морозовск | с | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 1,2 | 1,4 | 0,4 | 0,6 | 1,1 | 0,7 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,8 |
| | м | 0,9 | 1,4 | 1,4 | 3,8 | 6,1 | 2,3 | 2,7 | 3,3 | 3,3 | 3,9 | 1,8 | 4,4 | | |
| Нижний Чир | с | 0,5 | 0,4 | - | - | - | - | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 0,9 | 0,7 | 0,8 |
| | м | 1,9 | 1,2 | - | - | - | - | 2,1 | 3,8 | 4,2 | 2,4 | 1,6 | 3,3 | | |
| Цимлянск | с | 0,8 | 1,8 | 1,4 | 1,6 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 0,9 | 2,0 | 0,7 | 6,2 | 1,7 | 1,1 |
| | м | 2,5 | 7,8 | 3,7 | 5,3 | 5,7 | 3,8 | 3,4 | 5,7 | 4,5 | 6,4 | 3,2 | 29,7 | | |
| | | Объемная активность, 10 ⁻⁵ Бк/м ³ | | | | | | | | | | | | | |
| Цимлянск | с | 6 | 8 | 9 | 10 | 10 | 14 | 15 | 13 | 13 | 17 | 4 | 24 | 12 | 9 |
| | м | 16 | 16 | 57 | 21 | 26 | 23 | 24 | 23 | 25 | 40 | 15 | 110 | | |

Примечание: - – отбор проб не проводился.

По данным ЛКВРБ ВАЭС в отчетном году выпадения $\Sigma\beta$ в СЗЗ остались на уровне предыдущего года, а в ЗН уменьшились в 1,6 раза. Суточные выпадения техногенных радионуклидов были ниже МДА (0,001 Бк/м²·сутки для ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co и ⁵⁴Mn и 0,01 Бк/м²·сутки для ⁵¹Cr).

В 2007 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе г. Цимлянска, расположенном в ЗН АЭС, по данным Северо-Кавказского УГМС (см. табл. 4.24) не превышала средневзвешенную по территории Юга ЕТР объемную активность (16,4·10⁻⁵ Бк/м²) и составляла 12·10⁻⁵ Бк/м³. Максимальная суточная объемная активность $\Sigma\beta$ наблюдалась в декабре (110·10⁻⁵ Бк/м³).

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из г. Цимлянска за 2003–2007 гг., выполненного в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.25. Из табл. 4.25 видно, что в 2007 г. объемная активность ¹³⁷Cs в приземной атмосфере г. Цимлянска составляла 3,3·10⁻⁷ Бк/м³, что в 1,7

раза ниже фонового уровня для Юга ЕТР ($5,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в г. Цимлянске также была ниже (в 2 раза) средневзвешенного значения объемной активности по территории Юга ЕТР и составляла $0,44 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В период 2003–2007 гг., как следует из табл. 4.25, объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере г. Цимлянска имеют тенденцию к уменьшению. Наблюдаемые в воздухе г. Цимлянска объемные активности этих радионуклидов на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99 [3].

Таблица 4.25

Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха г. Цимлянска, 10^{-7} Бк/м³ (данные НПО «Тайфун»)

| Пункт наблюдения | Год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. | Среднее за год | Средневзвешенное по территории Юга ЕТР |
|-------------------------|------|-------|--------|---------|--------|----------------|--|
| ¹³⁷Cs | | | | | | | |
| Цимлянск | 2003 | 3,9 | 10,0 | 6,5 | 3,3 | 5,9 | 8,5 |
| | 2004 | 2,2 | 2,6 | 4,7 | 2,7 | 3,1 | 5,7 |
| | 2005 | 5,0 | 3,6 | 5,6 | 4,4 | 4,7 | 6,4 |
| | 2006 | 5,4 | 2,3 | 4,6 | 1,4 | 3,4 | 5,3 |
| | 2007 | 0,8 | 4,9 | 5,2 | 2,2 | 3,3 | 5,7 |
| ⁹⁰Sr | | | | | | | |
| Цимлянск | 2003 | 0,29 | 1,2 | 0,65 | 0,36 | 0,63 | 1,0 |
| | 2004 | 0,26 | 0,40 | 0,48 | 0,15 | 0,32 | 0,82 |
| | 2005 | 0,31 | 0,50 | 0,66 | 0,36 | 0,46 | 0,77 |
| | 2006 | 0,41 | 0,47 | 0,71 | 0,28 | 0,47 | 1,06 |
| | 2007 | 0,11 | 0,64 | 0,76 | 0,25 | 0,44 | 0,9 |

По данным ЛКВРБ [13] в 2007 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы составляла: в СЗЗ – $11,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ЗН – $12,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в контрольной точке (с. Дубовское – 36 км на юго-восток от АЭС) – $13,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Объемная активность γ -излучающих техногенных радионуклидов в атмосфере СЗЗ и ЗН была ниже минимально детектируемой активности используемой аппаратуры. МДА для ¹³⁴Cs, ⁶⁰Co и ⁵⁴Mn составляет $4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, для ⁵¹Cr – $5 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³, для ¹³⁷Cs – $6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Результаты проведенного в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» анализа проб осадков показали, что в 2007 г. среднегодовая объемная активность ³H в осадках в ЗН ВАЭС (г. Цимлянск) составляла 2,3 Бк/л. Эта величина ниже усредненной по 29 пунктам РФ среднегодовой объемной активности ³H (2,4 Бк/л) в осадках.

Почва, вода, донные отложения

В пробах почвы, отобранных ЛКВРБ в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (с. Дубовское) в 2007 г., содержание ¹³⁷Cs не превышало 1,3 кБк/м², что находится в пределах колебаний глобального загрязнения почвы ¹³⁷Cs, а содержание ¹³⁴Cs и ⁶⁰Co было менее 0,12 кБк/м².

Результаты измерений проб воды ЛКВРБ показали, что в 2007 г. объемная активность ¹³⁷Cs в питьевой воде (г. Волгодонск, г. Цимлянск, ст. Жуковская, ст. Романовская, х. Вербовый Лог, х. Лагутники, АЭС, с. Дубовское), в водах Цимлянского водохранилища и водоеме-охладителе была ниже минимально детектируемой активности (< 25 мБк/л). Объемная активность $\Sigma\beta$ в питьевой воде варьировала от 140 мБк/л (г. Цимлянск) до 200 мБк/л (АЭС), в Цимляном водохранилище составляла 250 мБк/л, а в водоеме-охладителе 410 мБк/л. Все полученные значения значительно ниже допустимой объемной активности $\Sigma\beta$ для питьевой воды по НРБ-99 (1 Бк/л).

Донные отложения из водоемов отбирались ЛКВРБ ВАЭС вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Удельная активность ^{137}Cs и ^{60}Co в донных отложениях Цимлянского водохранилища была менее 1,3 Бк/кг в.-с., удельная активность ^{137}Cs и ^{60}Co в донных отложениях водоема-охладителя составляла 5,9 Бк/кг в.-с. и менее 1,8 Бк/кг в.-с. соответственно.

На территории ВАЭС в районах потенциальных источников радиоактивного загрязнения грунтовых вод расположены 22 наблюдательные скважины (НС), предназначенные для контроля за радиоактивностью подземных вод и идентификации возможного источника загрязнений. В 2007 г. в части наблюдательных скважин в связи с работой системы водопонижения вода отсутствовала, поэтому пробы воды отбирались из 18 НС. Наблюдался значительный разброс значений объемной активности $\Sigma\beta$ в воде во всех скважинах в течение года – от 230 мБк/л до 950 мБк/л. Однако значения объемной активности $\Sigma\beta$ не превышали 1 Бк/л. Гамма-спектрометрический анализ проб воды из наблюдательных скважин показал, что активность контролируемых радионуклидов ниже минимально детектируемой активности.

Продукты питания местного производства

Радиоизотопный анализ сельскохозяйственной продукции (пшеницы, корнеплодов, овощей), животноводческой продукции (мяса, молока), выловленной рыбы, а также грибов и ягод из хозяйств, расположенных на территории ЗН ВАЭС, проведенный ЛКВРБ [13], показал, что в 2007 г., как и в предыдущем, содержание в них ^{137}Cs ниже минимально детектируемой активности, а $\Sigma\beta$ – не превышает значений «нулевого фона».

Радиационный фон на местности

Среднегодовая мощность дозы γ -излучения в 2007 г. в СЗЗ и ЗН по данным 19 постов АСКРО ВАЭС составляла 8–9 мкР/ч при максимальном измеренном значении 16 мкР/ч.

По данным 8 пунктов наблюдения за МЭД Северо-Кавказского УГМС среднегодовая МЭД изменялась по пунктам 100-км зоны АЭС от 10 до 14 мкР/ч, что соответствует естественному γ -фону.

Годовая поглощенная доза на местности вокруг ВАЭС, измеренная дозиметрами ДТЛ-01, составляла в 30-км зоне $(46\text{--}57) \cdot 10^{-5}$ Гр, что не превышает фоновых значений $(72 \cdot 10^{-5})$ Гр.

Таким образом, по наблюдениям, проведенным Северо-Кавказским УГМС и ЛКВРБ ВАЭС, можно сделать вывод, что влияние ВАЭС в 2007 г. на загрязнение объектов окружающей среды в 100-км зоне вокруг АЭС не выявлено.

4.5. Калининская АЭС

В 2007 г. на Калининской АЭС (КАЭС) эксплуатировались два энергоблока первой очереди станции и один энергоблок второй очереди (введен в эксплуатацию в 2004 г.) установленной мощностью по 1000 МВт каждый [15].

КАЭС расположена в северо-западной части Тверской области в 150 км от г. Твери и в 4 км от г. Удомля (40 тыс. чел.). Площадка АЭС примыкает к Южному берегу оз. Удомля [15]. В 2006 г. ранее установленные размеры СЗЗ и ЗН были пересмотрены в соответствии с Методическими указаниями МУ 2.6.1.42-04 «Расчет и обоснование размеров санитарно-защитных зон и зон наблюде-

ния вокруг АЭС». СЗЗ КАЭС установлена радиусом 1,2 км, отсчитываемым от геометрического центра венттруб 1-ой очереди и блока № 3, с примыканием к нему с запада, северо-запада и северо-северо-востока территорий землеотвода под сбросной канал, градирни и части территории стройплощадки. ЗН установлена радиусом 15 км, отсчитываемым от геометрического центра венттруб 1-ой очереди и блока № 3.

Гидрографическая сеть района КАЭС развита хорошо благодаря равнинному рельефу. Наиболее крупные озера – Удомля, Песьво, Наволок, Кезадра и Кубыча. Озера Удомля и Песьво, соединенные естественной протокой, используются в качестве водоемов-охладителей АЭС. Регулирование стока и горизонта озер Песьво и Удомля осуществляется с помощью гидроузла на р. Съежа, вытекающей из оз. Удомля.

Региональный климат в районе расположения АЭС умеренно-континентальный, характеризуется сравнительно теплым летом, умеренно холодной зимой с неустойчивым снежным покровом и хорошо выраженными переходными периодами. Среднегодовая температура воздуха +5,0°C, абсолютный максимум – +31,2°C, абсолютный минимум – -30,1°C. Среднегодовая относительная влажность воздуха 79 %. Годовая сумма осадков в среднем по области составляет 589,2 мм. Режим ветра определяется западно-восточным переносом, обусловленным общей циркуляцией атмосферы. В течение всего 2007 г. преобладали ветры южного и юго-западного направления. Среднегодовая скорость ветра – 3,7 м/с [15].

Обращение с радиоактивными отходами на КАЭС подробно описано в [6].

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КАЭС осуществляются через две вентиляционных трубы высотой 100 м каждая. Через первую трубу в атмосферу выбрасываются технологические сдувки и воздух из помещений 1, 2 блоков. Во вторую трубу поступает воздух из помещений спецкорпуса и здания переработки ТРО блока № 3. Перед выбросом в атмосферу воздух проходит очистку с целью снижения активности аэрозолей, йода и ИРГ. Действующие системы очистки газоаэрозольных выбросов АЭС обеспечивают эффективность очистки в пределах 80–99,9 % [15].

Данные о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на КАЭС в 2007 г. и, для сравнения, в 2006 г. приведены в табл. 4.26 [4, 15].

Таблица 4.26

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КАЭС, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ⁶⁰ Co | 7,4·10 ⁹ | 1,76·10 ⁷ | 4,07·10 ⁶ | + 1,36·10 ⁷ |
| ¹³¹ I | 1,8·10 ¹⁰ | 5,39·10 ⁸ | 9,13·10 ⁸ | - 3,74·10 ⁸ |
| ¹³⁴ Cs | 9,0·10 ⁸ | 1,23·10 ⁶ | 4,04·10 ⁵ | + 8,22·10 ⁵ |
| ¹³⁷ Cs | 2,0·10 ⁹ | 5,16·10 ⁶ | 2,17·10 ⁶ | + 2,99·10 ⁶ |
| Сумма ИРГ | 6,9·10 ¹⁴ | 2,10·10 ¹³ | 2,17·10 ¹³ | - 7,00·10 ¹¹ |

Из приведенных в табл. 4.26 данных видно, что в 2007 г. годовые выбросы радионуклидов на КАЭС не превышали установленных нормативов и составляли от допустимых выбросов: для ИРГ и ¹³¹I – 3 %, для остальных регламентируемых радионуклидов – менее 1 %.

Жидкие сбросы радионуклидов на КАЭС производятся в естественные водоемы-охладители: оз. Песьво и оз. Удомля [15]. Объем воды в озерах Удомля и Песьво составляет [15] 1·10⁸ м³ и

$1,8 \cdot 10^7 \text{ м}^3$ соответственно. Годовой оборот воды на АЭС – $2,4724 \cdot 10^9 \text{ м}^3$, сток из рассматриваемой системы озер в р. Съежа – $1 \cdot 10^8 \text{ м}^3$. Таким образом, вода озер в течение года многократно прокачивается через охлаждающие системы АЭС.

Объем жидких технологических стоков (дебалансные воды из контрольных баков, регенерационные и отмывочные воды), поступивших в 2007 г. в озеро, составил $41,59 \cdot 10^3 \text{ м}^3$, что составляет 0,002 % от объема воды, используемого на КАЭС для оборотного водоснабжения. Основной вклад в суммарную активность сброса вносят дебалансные воды. Сброс жидких технологических стоков в озеро разрешается, если суммарная удельная γ -активность жидкой среды меньше установленного контрольного уровня – 11,1 Бк/кг.

Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть в 2007 г. на КАЭС приведены в табл. 4.27 [4, 15].

Таблица 4.27

Сбросы радионуклидов в озеро Песьво и Удомля со сточными водами на КАЭС, Бк

| Радионуклиды | Допустимый сброс | Фактический сброс | | Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ^{54}Mn | $3,30 \cdot 10^9$ | $3,30 \cdot 10^6$ | $2,89 \cdot 10^6$ | $+ 4,10 \cdot 10^5$ |
| ^{60}Co | $7,40 \cdot 10^8$ | $7,40 \cdot 10^6$ | $1,17 \cdot 10^7$ | $- 4,30 \cdot 10^6$ |
| ^{131}I | $7,10 \cdot 10^{11}$ | - | - | - |
| ^{134}Cs | $7,30 \cdot 10^9$ | $3,29 \cdot 10^7$ | $6,90 \cdot 10^7$ | $- 3,61 \cdot 10^7$ |
| ^{137}Cs | $2,50 \cdot 10^9$ | $7,50 \cdot 10^7$ | $1,37 \cdot 10^8$ | $- 6,20 \cdot 10^7$ |
| ^3H | $1,8 \cdot 10^{14}$ | $1,80 \cdot 10^{13}$ | $1,84 \cdot 10^{13}$ | $- 4,00 \cdot 10^{11}$ |

По абсолютному значению суммарная активность сброса в 2007 г. (18,1 ТБк) была на уровне 2006 г. (18,4 ТБк), сбросы отдельных радионуклидов не превышали 10 % (третий) от установленных допустимых значений сбросов. Основной вклад в активность сброса (99,99 %) вносит тритий, сбросы которого в 2007 г. остались на уровне 2006 г. В 2007 г. случаев превышения контрольного уровня допустимых сбросов, а также несанкционированных сбросов не было [15].

Радиационная обстановка вокруг КАЭС в радиусе до 100 км контролируется Северо-Западным и Центральным УГМС, а в радиусе до 25 км – лабораторией внешнего дозиметрического контроля (ЛВДК) КАЭС.

В 2007 г. контроль радиационного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КАЭС был организован ЛВДК следующим образом (рис. 4.7) [15]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась в восьми пунктах постоянного наблюдения (один пункт – в СЗЗ, шесть – в ЗН и в контрольном пункте г. Вышний Волочок (50 км на юго-запад от АЭС)). Пробы отбирались с помощью ВФУ производительностью $570 \text{ м}^3/\text{ч}$ на фильтроткань Петрянова ФПП-15-1,5. Время экспозиции фильтров – одна неделя;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в шести пунктах постоянного наблюдения (один пункт – в СЗЗ, четыре – в ЗН и в контрольном пункте г. Вышний Волочок). Пробы отбирались с помощью кювет с площадью $0,25 \text{ м}^2$ и высотой бортиков 25 см, время экспозиции которых составляло один месяц;
- определялось радиоактивное загрязнение питьевой воды, воды из открытых водоемов, а также донных отложений и рыбы;

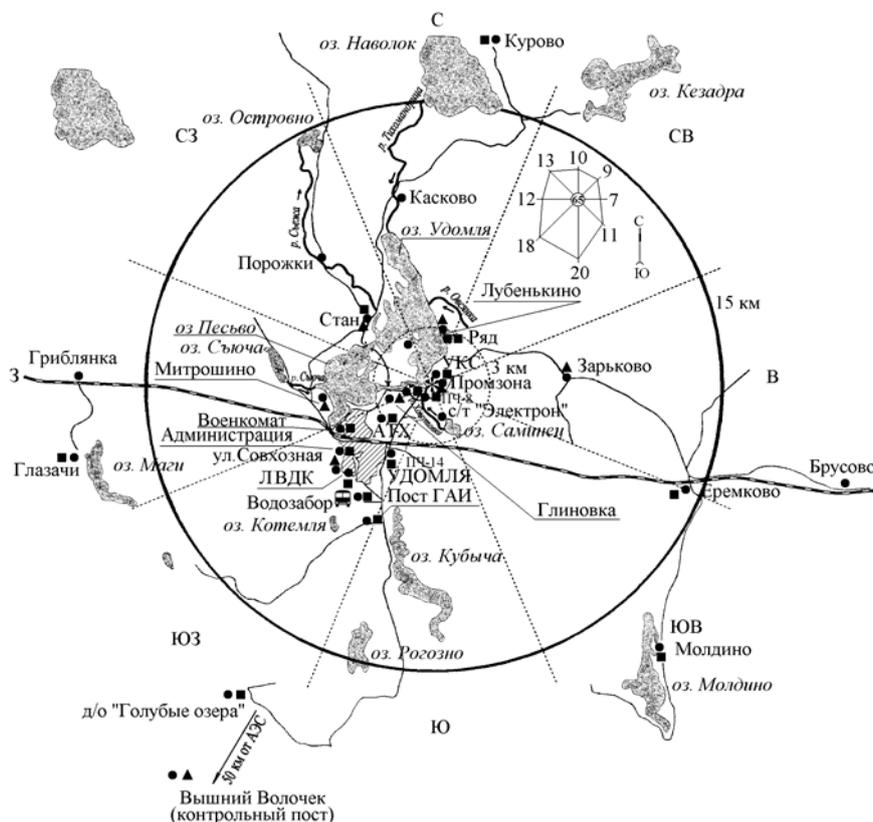


Рис. 4.7. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 25-км зоне вокруг КАЭС:

- * – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей и выпадений;
- 🚌 – передвижная радиометрическая лаборатория ЛВДК КАЭС.

- определялось содержание радионуклидов в почве, растительности, пищевых продуктах местного производства;
- проводился контроль мощности экспозиционной дозы γ -излучения и годовой поглощенной дозы на местности.

Для измерения суммарной β -активности проб использовался радиометр УМФ-2000. Гамма-спектрометрический анализ проводился на γ -спектрометрической установке «АСПЕКТ» и «DSA-1000». Для измерения трития в водных пробах использовался жидкостной сцинтилляционный анализатор TRI-CARB 1050 TR/LL. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения контролировалась на КАЭС [15] с помощью переносных дозиметров ДРГ-01Т, МКС-01 во время регламентных маршрутов в 80 точках (57 – на промплощадке и в СЗЗ, 23 – в ЗН), а также с помощью АСКРО, состоящей из 17 постов (14 постов – в ЗН, 2 – в СЗЗ, 1 – на промплощадке). Поглощенную дозу измеряли радиофотолуминесцентным методом с помощью дозиметров ИД-13 системы индивидуального контроля «Флюорал ДВГ-713-РФЛ» с радиофотолуминесцентными стеклами марки РЛС-5.

Северо-Западное УГМС [16] и Центральное УГМС [17] в 2007 г. в 100-км зоне вокруг КАЭС проводили радиационный мониторинг следующих параметров окружающей среды (рис. 4.8):

- радиоактивности атмосферных выпадений в двух пунктах с помощью планшетов с суточной экспозицией;
- мощности экспозиционной дозы γ -излучения в семи пунктах постоянного наблюдения.

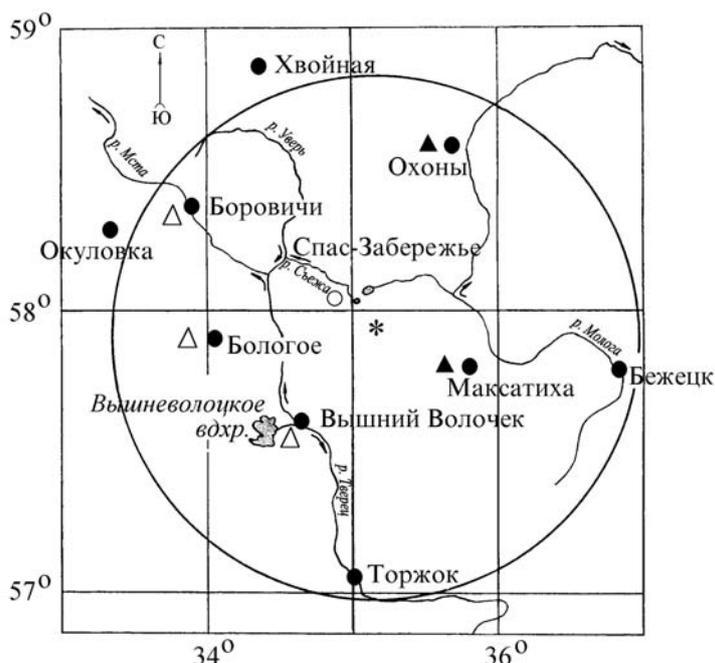


Рис. 4.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КАЭС:

- * — АЭС;
- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- Δ — планируемые наблюдения.

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемных активностей радионуклидов в приземном слое атмосферы в 2007 г., полученные ЛВДК в объединенных за квартал пробах и осредненных для СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 4.28 [15]. Анализ данных показывает, что в 2007 г. в СЗЗ и ЗН, как и в предыдущие годы, основная доля техногенной активности приземной атмосферы была обусловлена ^{137}Cs , содержание других техногенных радионуклидов в атмосферных аэрозолях было ниже минимально-детектируемой активности. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН АЭС в 2007 г. была на уровне 2006 г. и ниже средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР в 2007 г. ($10,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В контрольном пункте среднегодовая объемная активность ^{137}Cs также была на уровне 2006 г. и, практически, на уровне средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР. Наблюдаемые объемные активности ^{137}Cs в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН не превышали значений в контрольном пункте и были на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99 [3].

Таблица 4.28

Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы вокруг КАЭС, 10^{-7} Бк/м³
(данные ЛВДК КАЭС)

| Пункт контроля | ^{137}Cs | | ^{134}Cs | | ^{60}Co | | ^{54}Mn | | ^{51}Cr | |
|--|-------------------|---------|-------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| СЗЗ | 5,92 | 5,94 | < 3,4 | < 2,2 | < 5,4 | < 2,8 | < 3,6 | < 2,2 | < 58,0 | < 39,8 |
| ЗН | 5,56 | 6,80 | < 1,2 | < 1,5 | < 1,5 | < 1,8 | < 1,2 | < 1,2 | < 31,8 | < 31,3 |
| г. Вышний Волочек (контр. пункт) | 7,94 | 8,53 | < 3,9 | < 3,8 | < 4,7 | < 4,7 | < 4,2 | < 3,6 | < 74,1 | < 51,2 |
| ДОА _{НАС} , Бк/м ³ | 27 | | 19 | | 11 | | 72 | | 2500 | |

По данным ЛВДК [15] в 2007 г. в выпадениях в СЗЗ из техногенных радионуклидов был обнаружен ^{137}Cs ; в ЗН и в контрольном пункте его содержание было ниже минимально-детектируемой активности. Содержание других техногенных радионуклидов в выпадениях как в СЗЗ, так и в ЗН было ниже МДА. Выпадения ^{137}Cs в 2007 г. в СЗЗ оставались на уровне 2006 г. По данным, усредненным за последние 5 лет, выпадения ^{137}Cs в СЗЗ превышают выпадения в контрольном пункте в 1,2 раза.

В табл. 4.29 по данным Северо-Западного и Центрального УГМС приведены среднемесячные и максимальные суточные атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ за 2006–2007 гг. в п.п. Охоны [16] и Максатиха [17], расположенных в 100-км зоне КАЭС. Из табл. 4.29 видно, что в 2007 г. годовые выпадения $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения уменьшились в 1,2–1,5 раза по сравнению с предыдущим годом. Среднемесячные величины суточных атмосферных выпадений варьировали в пределах (0,4–0,7) Бк/м²·сутки. Максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в августе в п. Охоны и составляли 2,7 Бк/м²·сутки. Годовые выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне КАЭС в 2007 г. в среднем составляли 188 Бк/м²·год и были в 2 раза ниже средневзвешенных выпадений для Центра ЕТР (см. раздел 1.1 табл. 1.8).

Таблица 4.29

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне КАЭС, Бк/м²·сутки (данные Северо-Западного и Центрального УГМС)

| Месяц | | Охоны | | Максатиха | | Центр ЕТР | |
|-------------------------------|---|---------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| | | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Январь | с | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 1,0 | 1,1 |
| | м | 1,1 | 1,1 | 0,8 | 0,9 | | |
| Февраль | с | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,9 | 1,1 |
| | м | 1,0 | 1,4 | 0,7 | 0,6 | | |
| Март | с | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,9 | 1,0 |
| | м | 1,1 | 0,3 | 0,7 | 0,4 | | |
| Апрель | с | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 1,0 | 1,3 |
| | м | 1,0 | 1,9 | 0,6 | 1,9 | | |
| Май | с | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 1,1 | 1,2 |
| | м | 2,2 | 1,1 | 0,8 | 1,2 | | |
| Июнь | с | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 1,0 | 1,1 |
| | м | 1,7 | 2,7 | 0,9 | 1,3 | | |
| Июль | с | 0,5 | 0,8 | 0,6 | 1,0 | 1,2 | 1,1 |
| | м | 1,4 | 2,7 | 1,6 | 3,0 | | |
| Август | с | 0,8 | 0,7 | 0,4 | 2,8 | 1,0 | 1,5 |
| | м | 2,7 | 2,2 | 0,8 | 10,2 | | |
| Сентябрь | с | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 1,1 | 1,2 |
| | м | 1,4 | 2,1 | 1,0 | 1,2 | | |
| Октябрь | с | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 1,1 | 1,2 |
| | м | 1,9 | 1,6 | 1,8 | 1,1 | | |
| Ноябрь | с | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 1,1 | 1,2 |
| | м | 1,2 | 1,5 | 0,8 | 1,4 | | |
| Декабрь | с | 0,4 | 0,4 | 0,7 | 0,5 | 1,0 | 1,1 |
| | м | 1,4 | 1,3 | 1,5 | 0,9 | | |
| Среднее | | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 1,2 |
| Сумма, Бк/м ² ·год | | 189 | 219 | 186 | 270 | 365 | 438 |

Вода и другие объекты окружающей среды

Радиационный контроль воды открытых водоемов, расположенных в СЗЗ и ЗН АЭС, проводился ЛВДК один раз в квартал [15]. В табл. 4.30 представлены усредненные данные по содержанию радионуклидов в воде водоемов-охладителей (оз. Песьво и оз. Удомля), р. Съеже (вытекающей

из водоемов-охладителей), а также близлежащих водоемов, не связанных со сбросами КАЭС – оз. Саминец (СЗЗ) и оз. Кубыча (ЗН).

Таблица 4.30

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения КАЭС
(данные ЛВДК КАЭС)**

| Пункт контроля | ¹³⁷ Cs | | ⁶⁰ Co | | ³ H, Бк/л | |
|---|-------------------|---------|------------------|---------|----------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Вода открытых водоемов, мБк/л | | | | | | |
| оз. Песьво (устье сбросного канала) | < 4,3 | < 4,4 | < 4,8 | < 4,5 | 182* | 206* |
| оз. Удомля (входной канал) | < 4,3 | < 4,9 | < 4,6 | < 4,8 | 182* | 206* |
| р. Съежа (вытекает из оз. Удомля) | < 4,1 | < 4,6 | < 4,5 | < 5,0 | 182* | 206* |
| оз. Кубыча (контрольный водоем) | < 4,4 | < 4,1 | < 4,7 | < 4,6 | < 10 | < 10 |
| оз. Саминец (контрольный водоем) | < 4,1 | < 3,9 | < 4,6 | < 4,6 | < 10 | < 10 |
| Питьевая вода, мБк/л | | | | | | |
| Водозабор г. Удомля | < 4,1 | < 5,9 | < 5,1 | < 6,0 | - | - |
| д. Ряд (3 км от АЭС) | < 4,6 | < 4,6 | < 4,8 | < 5,1 | - | - |
| д. Митрошино (4,7 км от АЭС) | < 4,1 | < 5,8 | < 4,7 | < 6,4 | - | - |
| Водозабор г. Вышний Волочек | < 5,0 | < 5,0 | < 4,8 | < 5,3 | - | - |
| Донные отложения водоемов, Бк/кг в.-с. | | | | | | |
| оз. Песьво | < 2,73 | < 2,92 | < 2,64 | < 2,43 | - | - |
| оз. Удомля | < 1,91 | < 2,70 | < 2,54 | < 2,57 | - | - |
| р. Хомутовка (устье) | 3,26 | < 2,87 | < 2,60 | < 2,78 | - | - |
| р. Съежа | < 2,91 | < 2,56 | < 2,68 | < 2,38 | - | - |
| оз. Саминец (СЗЗ) | 2,54 | < 2,40 | < 2,75 | < 2,30 | - | - |
| оз. Кубыча (ЗН) | 4,43 | 3,57 | < 3,92 | < 2,42 | - | - |
| Почва, кБк/м² | | | | | | |
| | ¹³⁷ Cs | | ⁶⁰ Co | | ¹³⁴ Cs | |
| СЗЗ | 0,29 | 0,45 | < 0,17 | < 0,14 | < 0,18 | < 0,17 |
| ЗН | 0,53 | 0,54 | < 0,19 | < 0,13 | < 0,18 | < 0,15 |
| г. Вышний Волочек | 0,30 | 0,12 | < 0,12 | < 0,12 | < 0,14 | < 0,12 |

Примечание: * – среднее значение для водоемов-охладителей;
- – измерения не проводились.

Из табл. 4.30 видно, что в пробах воды, отобранных в разных водоемах, отсутствует достоверное различие содержания ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co, объемные активности которых находятся на уровне предела обнаружения используемого метода анализа. Объемная активность ⁹⁰Sr в воде водоемов-охладителей (оз. Песьво и оз. Удомля) в 2007 г. составила 6,1 мБк/л [15], что находится на уровне фонового значения для озер на территории ЕТР (5,6 мБк/л). Средняя объемная активность трития в водоемах-охладителях в 2007 г. несколько снизилась по сравнению с 2006 г. и составила 182 Бк/л, что в 42 раза ниже уровня вмешательства по НРБ-99 (УВ = 7700 Бк/л) [3] и в 28 раз ниже рекомендуемого контрольного уровня по тритию для водоемов-охладителей АЭС (КУ = 5000 Бк/л) [15]. Однако, необходимо отметить, что объемная активность трития в воде водоемов-охладителей постепенно увеличивается: в 2000 г. – 98 Бк/л, в 2005 г. – 159 Бк/л, в 2007 г. – 182 Бк/л. Эта величина примерно в 70 раз превышает фоновые уровни (см. раздел 1.1) содержания трития в воде рек России. Содержание трития в озерах Саминец и Кубыча в 2007 г. было близко к фоновому уровню (< 10 Бк/л).

Основным поставщиком питьевой воды для новой части г. Удомля и промплощадки КАЭС является водозабор города. Радиационный контроль проб питьевой воды осуществлялся ЛВДК КАЭС путем измерения активности $\Sigma\beta$ и $\Sigma\alpha$ в пробах воды, отобранных из водопровода [15]. В 2007 г. объемная активность $\Sigma\beta$ и $\Sigma\alpha$ питьевой воды не превышала нормативов по НРБ-99 (< 1 Бк/л для $\Sigma\beta$ и < 0,1 Бк/л для $\Sigma\alpha$) [3]. В табл. 4.30 представлены данные по содержанию ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в воде

водозабора, артезианских скважинах близлежащих деревень и водозабора контрольного пункта – г. Вышнего Волочка. Объемные активности ^{137}Cs и ^{60}Co во всех пробах питьевой воды, представленные в табл. 4.30, были ниже МДА.

Донные отложения из водоемов отбирались [15] дночерпателем вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Периодичность отбора – один раз в год. В табл. 4.30 приведены данные по содержанию радионуклидов в донных отложениях водоемов-охладителей, р. Съежа, р. Хомутовки (впадает в оз. Удомля), протекающей по территории промплощадки АЭС, в нижнее течение которой производится сброс ПЛК с промплощадки АЭС, а также озер Саминец и Кубыча. Содержание техногенных радионуклидов в донных отложениях водоемов было ниже предела обнаружения во всех пробах, кроме р. Хомутовка, оз. Саминец и контрольного водоема оз. Кубыча, где удельная активность ^{137}Cs составляла 3,26 Бк/кг в.-с., 2,54 Бк/кг в.-с. и 4,43 Бк/кг в.-с. соответственно.

Степень загрязнения донных отложений ^{137}Cs , поступающим в небольших количествах с жидкими сбросами АЭС, невозможно выделить на фоне глобальных загрязнений от испытаний ядерного оружия [15]. Вместе с тем, удельные активности радионуклидов в донных отложениях, приведенные в табл. 4.30, являются наиболее низкими по каждому из приведенных водоемов. Объясняется это принятыми в практике контроля КАЭС местами отбора проб донных отложений, которые расположены вдоль береговой линии. Грунты в местах отбора представляют собой заиленный песок. Содержание радионуклидов в них ниже, чем в грунтах, представленных в виде илов, сапропелей, расположенных в этих же водоемах на больших глубинах.

В 2002–2003 гг. ФГУП НИАЭП проводились специальные подробные исследования донных отложений озер Песьво и Удомля. Обследовались не только мелководные, но и глубоководные участки озер. Из техногенных радионуклидов [15] в донных отложениях был обнаружен только ^{137}Cs , в основном, в илах (5,5–96,2) Бк/кг и сапропелях (12,6–70,3) Бк/кг в.-с. Удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях этих озер в предпусковой период (1982 г.) изменялась в диапазоне (6,6–37) Бк/кг в.-с. Содержание естественных радионуклидов в донных отложениях изменялось в следующих диапазонах (Бк/кг в.-с.): ^{40}K – от 284 до 888, ^{226}Ra – от 2,7 до 63, ^{232}Th – от 4,0 до 62.

ЛВДК в районе КАЭС один раз в год отбираются целинные слои почвы на глубину 5 см [15]. Места отбора проб находятся вблизи постов постоянного наблюдения: в СЗЗ – 1 точка контроля, в ЗН – 6 точек, в контрольном пункте (г. Вышний Волочек) – 1 точка. В табл. 4.30 приведены усредненные данные по СЗЗ и ЗН о содержании техногенных радионуклидов в почве в 2007 г. Из табл. 4.30 видно, что радиоактивность почвы обусловлена, в основном, ^{137}Cs глобального происхождения, и его содержание в почве не зависит от расстояния от АЭС. Полученные в 2007 г. значения плотности загрязнения почвы ^{137}Cs сохраняются на уровне средних значений последних лет. Удельная активность техногенного ^{137}Cs в почве варьирует от 6 до 18 Бк/кг, а естественных радионуклидов: ^{40}K – от 278 до 474 Бк/кг, ^{226}Ra – от 1 до 76 Бк/кг, ^{232}Th – от 2 до 79 Бк/кг.

Обобщенные данные о содержании радионуклидов в пищевых продуктах в зоне наблюдения КАЭС представлены в табл. 4.31 [15]. Отбор проб продуктов проводился с учетом структуры питания сельского и городского населения района КАЭС. Содержание ^{137}Cs в пищевых продуктах в 2007 г. осталось на уровне 2006 г. и было на два – три порядка ниже допустимых уровней по

СанПиН-96 [9]. Исключение составляют ягоды, объемная активность ^{137}Cs в которых в 2007 г. составляла около 30 % от допустимого уровня, и грибы, объемная активность ^{137}Cs в которых уменьшилась в 4 раза по сравнению с предыдущим годом и составляла около 2 % от допустимого уровня. Содержание ^{131}I в молоке было ниже предела обнаружения. Результаты анализов указывают на отсутствие значимого влияния выбросов КАЭС на радиоактивность пищевых продуктов, связанных пищевой цепочкой с человеком, поскольку уровни загрязнения продуктов ^{137}Cs ниже уровней, измеренных перед строительством станции.

Таблица 4.31

Содержание радионуклидов в сельскохозяйственной продукции в районе расположения КАЭС, Бк/кг (данные ЛВДК КАЭС)

| Пункт контроля | ^{137}Cs | | ^{90}Sr | | ^{40}K | |
|----------------------------|-------------------|--------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|
| | 2007 г. | до пуска АЭС | 2007 г. | до пуска АЭС | 2007 г. | до пуска АЭС |
| Растительность луговая | < 1,19 | 1,63 | 1,18 | 15,9 | - | - |
| Корнеплоды | < 0,17 | 0,09 | - | - | 99 – 126 | - |
| Овощи | < 0,09 | 0,09 | < 0,19 | 0,08 | 51 – 72 | - |
| Ягоды | 14,32 | 17,41 | - | - | - | - |
| Допустимая уд. акт. | | 40 | | - | | - |
| Грибы | 62,05 | - | - | - | - | - |
| Допустимая уд. акт. | | 500 | | - | | - |
| Молоко | < 0,13 | 0,27 | < 0,15 | 0,17 | - | - |
| Допустимая уд. акт. | | 50 | | - | | - |
| Мясо | < 0,21 | 0,12 | < 0,11 | 0,11 | - | - |
| Допустимая уд. акт. | | 160 | | - | | - |
| Рыба | 0,22 | 0,52 | 0,61 | 1,48 | - | - |
| Допустимая уд. акт. | | 130 | | - | | - |

До пуска АЭС уровни γ -излучения от естественной радиации и глобальных радиоактивных выпадений на территории АЭС составляли (8–17) мкР/ч [15]. В 2007 г. по данным ЛВДК среднегодовое значение мощности экспозиционной дозы γ -излучения в СЗЗ и ЗН по регламентным маршрутам изменялось в диапазоне (11–16) мкР/ч, что не отличается от значения в контрольном пункте (11 мкР/ч) и находится на уровне значений, имевших место до пуска АЭС. Согласно данным АСКРО среднегодовые значения МЭД составляли: на промплощадке – 11 мкР/ч, в СЗЗ и в ЗН – 9 мкР/ч. Максимальные значения по данным регламентных маршрутов и АСКРО не превышали 18 мкР/ч.

По данным ежедневных (каждые три часа) наблюдений Северо-Западного [16] и Центрального УГМС [17] в 2007 г. среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне вокруг КАЭС колебались в пределах от 6 до 15 мкР/ч, максимальные значения достигали 18 мкР/ч, что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Среднегодовые значения МЭД составляли (7–14) мкР/ч.

Контроль поглощенной дозы γ -излучения на местности вокруг КАЭС [15] в 2007 г. показал, что регистрируемые за год дозы в районе АЭС не имели значимого отличия от значений в контрольном пункте и были следующими: для ЗН (радиусом 1,2–3 км) – $(60–90) \cdot 10^{-5}$ Гр, для ЗН (радиусом 3–15 км) – $(63–76) \cdot 10^{-5}$ Гр, для контрольной точки – $66 \cdot 10^{-5}$ Гр.

Таким образом, влияние КАЭС на радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды в 2007 г. невелико. Оно выражается в постепенном повышении содержания трития в озерах Песьво и Удомля (в 2 раза за последние 7 лет) и превышении фоновых уровней содержания трития в воде на

территории РФ в 70 раз. Однако, удельная активность трития в воде озер в 42 раза ниже уровня вмешательства по НРБ-99 и не представляет опасности для здоровья населения.

4.6. Кольская АЭС

Кольская АЭС (КоАЭС) расположена за Полярным кругом в Мурманской области на берегу оз. Имандра, на расстоянии 33 км к северу от г. Кандалакша и 60 км к югу от г. Мончегорска.

В 2007 г. на КоАЭС находились в эксплуатации четыре энергоблока с реакторами ВВЭР мощностью по 440 МВт каждый. Станция сооружена в 1973–1984 гг. в две очереди: первая очередь – энергоблоки 1 и 2, вторая очередь – энергоблоки 3 и 4 [18].

Климат района размещения КоАЭС отличается относительной мягкостью, что объясняется воздействием теплых атлантических масс воздуха. Среднегодовая температура воздуха в 2007 г. составляла +1,1°C, абсолютные максимальная и минимальная температуры: +28,8°C и -34,2°C, соответственно. Среднегодовая скорость ветра составляла 3,5 м/с, максимальная – 17,3 м/с.

Вокруг КоАЭС в 2006 г. в соответствии с требованиями санитарно-гигиенических нормативов установлены новые границы санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны наблюдения (ЗН). СЗЗ включает в себя центральную часть полуострова, разделяющего Бабинскую Имандру от Иокостровской Имандры до автомобильной дороги М18 Санкт-Петербург–Мурманск. Внешняя граница ЗН установлена по окружности радиусом 15 км, отсчитываемым от геометрического центра между вентиляционными трубами 1-ой и 2-ой очередей, внутренняя – по внешней границе СЗЗ. Кроме этого, установлены СЗЗ и ЗН вокруг хранилища сухих слабоактивных отходов (ХССО) КоАЭС. СЗЗ ХССО считается территория хранилища, обнесенная оградой, а зона наблюдения включена в ЗН КоАЭС. В зоне наблюдения КоАЭС находятся следующие населенные пункты: г. Полярные Зори, пос. Зашеек, пос. Африканда. Наиболее крупным является г. Полярные Зори, число жителей в котором составляет ~ 16300 человек. Общая численность населения, проживающего в ЗН, ~ 19200 человек.

Гидрогеологические условия площадки КоАЭС характеризуются наличием двух водоносных горизонтов. Первый горизонт относится к моренным отложениям (грунтовые воды), второй – к скальным породам (трещинные воды). Оба горизонта гидравлически связаны между собой и имеют примерно одинаковый режим уровней. Поэтому оба горизонта следует рассматривать совместно как единый водоносный комплекс. Питание подземных вод происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и техногенной инфильтрации. Разгрузка потока осуществляется в северо-восточном направлении в сторону подводящего канала. На участке основных сооружений АЭС уровень воды колеблется около отметки 129 м (глубина от поверхности 3–4 м).

Наиболее важной проблемой безопасности КоАЭС является высокая степень заполнения ХЖРО – на 78 %; ХТРО заполнены на 51,5 % [19]. В январе 2007 г. принят в промышленную эксплуатацию новый комплекс переработки ЖРО [18].

Газоаэрозольные выбросы КоАЭС осуществляются через две вентиляционные трубы 1-ой и 2-ой очереди энергоблоков. В табл. 4.32 приведены данные о газоаэрозольных выбросах радионук-

лидов в атмосферу на КоАЭС в 2007 г. [4, 18], там же, для сравнения, приведены данные за предыдущий год.

Таблица 4.32

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КоАЭС, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ⁶⁰ Со | 7,40·10 ⁹ | 7,59·10 ⁷ | 8,05·10 ⁷ | - 4,6·10 ⁵ |
| ¹³¹ И | 1,80·10 ¹⁰ | н | 1,88·10 ⁷ | - 1,88·10 ⁷ |
| ¹³⁷ Сs | 2,00·10 ⁹ | 7,69·10 ⁶ | 8,20·10 ⁶ | - 5,1·10 ⁵ |
| Сумма ИРГ | 6,90·10 ¹⁴ | н | 7,50·10 ¹¹ | - 7,50·10 ¹¹ |

Примечание: н – ниже уровня регистрации.

Анализ данных табл. 4.32 показывает, что фактические выбросы ⁶⁰Со и ¹³⁷Сs за год на АЭС остались на уровне 2006 г. и составляли соответственно 1,03 % и 0,38 % от допустимых выбросов. Суточные выбросы суммы ИРГ и ¹³¹И были ниже уровней регистрации, установленных для КоАЭС (1,9·10¹¹ Бк/сут – для ИРГ и 3,7·10⁶ Бк/сут – для ¹³¹И). Превышения величин месячных контрольных уровней выбросов по ИРГ и ¹³¹И в 2007 г. не зарегистрировано [4, 18].

Сброс охлаждающих и других вод АЭС осуществляется в губу Молочная оз. Бабинская Имандра. Бабинская и Иокостровская Имандра соединяются проливом Широкая Салма и имеют сток воды в Белое море из оз. Иокостровская Имандра через р. Нива. Озеро Иокостровская Имандра является источником технического и питьевого водоснабжения КоАЭС и ближайших от нее населенных пунктов (г. Полярные Зори, пос. Зашеек, пос. Африканда). Расстояние между водозабором и устьем сбросного канала АЭС по акватории озера составляет 22 км.

Данные о жидких радиоактивных сбросах радионуклидов в 2007 г. в открытую гидрографическую сеть [4, 18] приведены в табл. 4.33.

Таблица 4.33

Сбросы радионуклидов с жидкими стоками на КоАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый сброс | Фактический сброс | | Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ⁵¹ Cr | 5,74·10 ¹³ | 4,30·10 ⁶ | 8,50·10 ⁶ | - 4,2·10 ⁶ |
| ⁶⁰ Со | 8,80·10 ¹⁰ | 8,50·10 ⁶ | 8,60·10 ⁵ | - 1,0·10 ⁴ |
| ¹⁰⁶ Ru | 1,20·10 ¹² | 3,82·10 ⁶ | 2,71·10 ⁷ | - 2,33·10 ⁷ |
| ¹³¹ И | 2,40·10 ¹³ | - | - | - |
| ¹³⁴ Сs | 1,90·10 ¹¹ | - | 6,40·10 ⁵ | - 6,40·10 ⁵ |
| ¹³⁷ Сs | 9,90·10 ¹⁰ | 5,0·10 ⁵ | 4,00·10 ⁶ | - 3,5·10 ⁶ |
| ¹⁴¹ Сe | 2,10·10 ¹³ | 6,1·10 ⁵ | 1,70·10 ⁶ | - 1,09·10 ⁶ |
| ¹⁴⁴ Сe | 5,10·10 ¹² | 1,44·10 ⁷ | 2,70·10 ⁷ | - 1,26·10 ⁷ |

Согласно табл. 4.33, годовые сбросы радионуклидов на АЭС в 2007 г. уменьшились по сравнению с 2006 г. и были на четыре – семь порядков ниже допустимых. Основной вклад в активность сбросов вносили ¹⁴⁴Сe, ¹⁰⁶Ru, ⁵¹Cr и ¹³⁷Сs. Суммарный сброс радионуклидов в 2007 г. уменьшился в 2 раза по сравнению с 2006 г. и составил 3,24·10⁷ Бк. Случаев превышения норм по сбросам радиоактивных веществ с жидкими стоками в 2007 г. не зарегистрировано.

Радиоэкологический мониторинг на территории АЭС, СЗЗ и ЗН КоАЭС проводит лаборатория охраны окружающей среды (ЛООС), входящая в состав службы радиационной безопасности КоАЭС [18]. В 2007 г. службами ЛООС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на промплощадке АЭС, в г. Полярные Зори и поселках Нива-1 и Зеленоборский (контрольный пункт). Пробы отбирались с помощью ВФУ на фильтроткань Петрянова ФПП-15-1,5 площадью 0,35 м². Время экспозиции фильтров: в СЗЗ и ЗН – одна неделя, в контрольном пункте – 1 месяц;
- радиоактивность атмосферных выпадений в пунктах постоянного наблюдения: 8 – в СЗЗ, 7 – в ЗН, 3 – в контрольном пункте (пос. Зеленоборский). Пробы отбирались с помощью стандартных кювет площадью 0,25 м². Время экспозиции кювет – 1 месяц;
- радиоактивное загрязнение технологических вод (ПЛК, ХФК), воды из подводящего канала, общего потока на выходе очистных сооружений, устья сбросного канала, а также из сбросных коллекторов охлаждающей воды каждого из 4-х блоков АЭС – ежемесячно;
- радиоактивное загрязнение воды из оз. Имандра в 6 точках – ежеквартально;
- радионуклидный состав питьевой воды из скважин, расположенных в ЗН, периодически;
- радиоактивное загрязнение грунтовых вод на промплощадке АЭС и полигоне промтоходов с помощью сети дозиметрических скважин в количестве 48 штук: 23 – на 1-ой очереди, 20 – на 2-ой очереди, 5 – на полигоне промтоходов в районе ХСО;
- содержание радионуклидов в почве, снежном покрове, растительности (трава) в 16-ти постоянных пунктах наблюдения (пробы объединялись по постам СЗЗ, ЗН и контрольного пункта);
- радиоактивное загрязнение проб донных отложений в 6-ти постоянных точках контроля акватории оз. Имандра в пределах ЗН. Отбор проб водорослей осуществляется в зоне прямого воздействия сточных вод АЭС (губа Молочная Бабинской Имандры) и за ее пределами (губа Заячья Иокостровской Имандры);
- содержание радионуклидов в рыбе, свободно обитающей в оз. Имандра, а также садковой рыбе, выращиваемой в теплых сбросах АЭС. Содержание радионуклидов в грибах, ягодах и ягеле;
- радиационный фон в непрерывном (АСКРО), постоянном (с использованием термолюминесцентных дозиметров, экспонируемых на местности в течение года) и периодическом (ежемесячно по установленным маршрутам, еженедельно на территории очистных сооружений и полигона промтоходов с помощью переносных дозиметрических приборов МКС-01Р и ДРГ-01Т1 и передвижной радиометрической лаборатории) режимах.

АСКРО включает в себя 5 автоматизированных метеостанций и 25 постов контроля мощности дозы γ -излучения, позволяющих получать информацию о радиационной обстановке, динамике ее изменения на промплощадке, в СЗЗ, ЗН и населенных пунктах 30-км зоны АЭС и осуществлять ее прогнозирование. В состав АСКРО входит передвижная радиометрическая лаборатория, позволяющая проводить γ -съемку местности по маршруту следования, выполнять отборы проб воздуха и воды с помощью автоматических пробоотборников, определять содержание радионуклидов в пробах и передавать полученную информацию по радиоканалу.

Измерения активности $\Sigma\beta$ в пробах, служащей критерием для проведения более детального анализа, выполняются на низкофоновых установках УМФ-2000 и УМФ-1500М после предваритель-

ного концентрирования радионуклидов в пробах. Гамма-спектрометрические измерения проб проводятся на спектрометрических комплексах фирм «TARGET» и «CANBERRA» с автоматизированной обработкой γ -спектров. Кроме того, используется 3-канальный спектрометр «ПРОГРЕСС-БГ», β -канал которого позволяет проводить измерение содержания в пробе ^{90}Sr без предварительной радиохимической обработки. В двух других каналах используются полупроводниковый и сцинтилляционный γ -датчики.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг КоАЭС, независимо от ЛООС АЭС, осуществляет Мурманское УГМС [20]. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС приведено на рис. 4.9. В 2007 г. Мурманским УГМС проводился радиационный мониторинг:

- мощности дозы γ -излучения в девяти пунктах;
- объемной активности радионуклидов в воздухе с помощью непрерывно действующих ВФУ с суточной экспозицией в одном пункте;
- атмосферных радиоактивных выпадений с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией в трех пунктах;
- атмосферных осадков для определения содержания в них трития в одном пункте;
- воды (оз. Имандра) для определения содержания ^{90}Sr в одном пункте.

В отобранных пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялось содержание $\Sigma\beta$, а также отдельных радионуклидов техногенного и естественного происхождения. Для радионуклидного анализа исследуемых проб в Мурманском УГМС применялась γ -спектрометрическая установка фирмы «CANBERRA» с автоматизированной обработкой спектров. Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун».

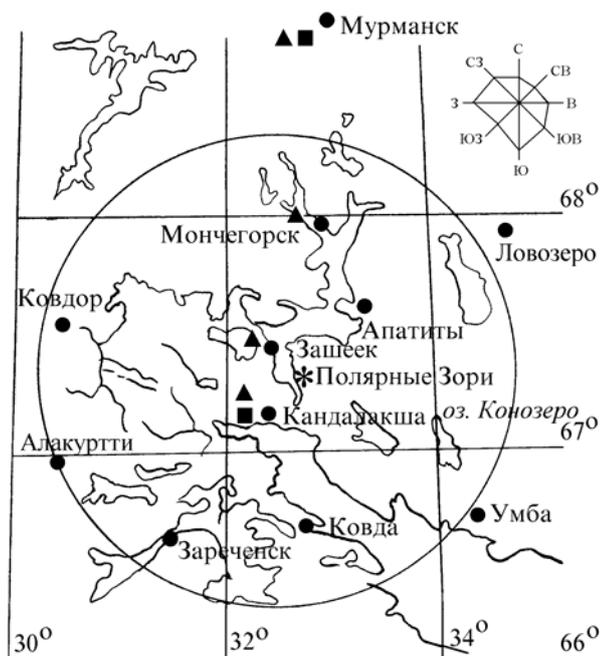


Рис. 4.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС:

- * – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей.

Атмосферные аэрозоли и выпадения

Атмосферные выпадения и объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг АЭС в 2007 г. по данным Мурманского УГМС приведены в табл. 4.34 [20]. Там же для сравнения приведены данные о выпадениях и объемных активностях $\Sigma\beta$ по Заполярному региону. Годовые выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне в 2007 г. оставались практически на уровне 2006 г. и превышали уровень региональных выпадений в 1,5–1,8 раза. Среднемесячная величина суточных выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне КоАЭС в 2007 г. колебалась в пределах от 0,8 до 2,7 Бк/м²-сутки. Максимальные суточные выпадения наблюдались в п. Кандалакша в январе и составляли 7,9 Бк/м²-сутки.

Выпадения ¹³⁷Cs на подстилающую поверхность в СЗЗ и ЗН КоАЭС по данным ЛООС [18] в 2007 г. были ниже МДА. Выпадения ¹³⁷Cs в 100-км зоне КоАЭС по данным Мурманского УГМС [20] составляли в 2007 г. 0,36 Бк/м²-год и были несколько выше фонового уровня (фоновые выпадения на территории Кольского полуострова по данным Мурманского УГМС в 2007 г. составляли 0,29 Бк/м²-год).

Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе п. Кандалакша, расположенном в 100-км зоне КоАЭС на расстоянии 8 км от АЭС, колебалась в 2007 г. по данным Мурманского УГМС [20] в пределах от $4,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $11,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (см. табл. 4.34). Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в Кандалакше ($6,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) была ниже фонового уровня в 1,1 раза. Максимальная среднесуточная объемная активность $\Sigma\beta$ наблюдалась в ноябре – $30,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. По результатам ЛООС КоАЭС [18]

Таблица 4.34

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²-сутки) и объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне КоАЭС в 2007 г. (данные Мурманского УГМС)

| Месяц | | Зашеек | | Мончегорск | Кандалакша | | Заполярный регион | |
|---------------------------------------|---------|--------|---|------------|------------|------|-------------------|------------|
| | | Р | q | Р | Р | q | Р | q |
| Январь | с | 0,9 | - | 1,8 | 2,2 | 6,1 | 1,1 | 9,6 |
| | м | 2,1 | - | 7,7 | 7,9 | 12,9 | | |
| Февраль | с | 1,0 | - | 1,4 | 1,2 | 8,1 | 1,2 | 9,0 |
| | м | 2,4 | - | 4,2 | 2,7 | 25,1 | | |
| Март | с | 2,1 | - | 1,6 | 2,6 | 4,7 | 0,9 | 10,8 |
| | м | 6,5 | - | 5,7 | 6,7 | 14,3 | | |
| Апрель | с | 0,8 | - | 1,1 | 1,3 | 4,5 | 0,9 | 5,1 |
| | м | 3,4 | - | 5,2 | 4,2 | 11,0 | | |
| Май | с | 1,5 | - | 0,9 | 1,6 | 5,4 | 0,9 | 5,0 |
| | м | 5,8 | - | 3,3 | 6,3 | 14,7 | | |
| Июнь | с | 2,0 | - | 1,4 | 1,5 | 6,0 | 0,9 | 4,7 |
| | м | 6,8 | - | 6,0 | 7,2 | 14,6 | | |
| Июль | с | 1,7 | - | 2,0 | 1,9 | 6,1 | 1,1 | 6,1 |
| | м | 6,0 | - | 6,3 | 4,9 | 14,5 | | |
| Август | с | 1,6 | - | 1,6 | 1,2 | 6,8 | 1,1 | 3,8 |
| | м | 6,7 | - | 4,2 | 3,6 | 17,7 | | |
| Сентябрь | с | 1,1 | - | 1,1 | 1,4 | 4,3 | 1,0 | 5,0 |
| | м | 6,7 | - | 5,8 | 3,7 | 20,8 | | |
| Октябрь | с | 1,6 | - | 2,0 | 1,7 | 6,1 | 1,0 | 5,8 |
| | м | 6,1 | - | 7,0 | 5,9 | 21,2 | | |
| Ноябрь | с | 2,2 | - | 2,7 | 2,2 | 11,4 | 1,1 | 10,8 |
| | м | 6,6 | - | 6,6 | 6,9 | 30,3 | | |
| Декабрь | с | 2,4 | - | 2,1 | 1,5 | 5,4 | 1,1 | 10,3 |
| | м | 5,9 | - | 5,8 | 5,3 | 15,0 | | |
| Среднее, Бк/м ² -сутки: | 2007 г. | 1,6 | - | 1,7 | 1,7 | 6,2 | 1,0 | 7,2 |
| | 2006 г. | 1,5 | - | 1,5 | 1,8 | 5,5 | 1,0 | 7,7 |
| Сумма, Бк/м ² -год: | 2007 г. | 584 | - | 621 | 621 | - | 365 | |
| | 2006 г. | 548 | - | 548 | 657 | - | 365 | |

Примечание: с мая 2006 г. прекращен отбор аэрозолей на ст. Зашеек в связи с выходом из строя ВФУ.

в 2007 г. в СЗЗ среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе составляла $6,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ЗН – $4,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в контрольном пункте – $2,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п.п. Кандалакша и Зашеек, за 2003–2007 гг., выполненного в лабораториях Мурманского УГМС и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.35.

Таблица 4.35

Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг КоАЭС, 10⁻⁷ Бк/м³ (данные Мурманского УГМС и НПО «Тайфун»)

| Пункт наблюдения | Год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. | Среднее за год | Средневзвешенное по территории Заполярья |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|--|
| ¹³⁷Cs | | | | | | | |
| Кандалакша | 2003 | 1,9 | 1,4 | 1,2 | 1,6 | 1,5 | 0,9 |
| | 2004 | 2,4 | 1,6 | 1,3 | 1,3 | 1,6 | 1,0 |
| | 2005 | 8,3 | 1,3 | 6,2 | 1,7 | 4,4 | 1,6 |
| | 2006 | 1,6 | 2,0 | 1,3 | 0,7 | 1,4 | 1,0 |
| | 2007 | 2,0 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,2 |
| ⁹⁰Sr | | | | | | | |
| Кандалакша | 2003 | 0,10 | 0,14 | 0,11 | 0,07 | 0,11 | 0,58 |
| | 2004 | 0,10 | 0,10 | 0,11 | 0,06 | 0,09 | 0,42 |
| | 2005 | 0,07 | 0,14 | 0,065 | 0,09 | 0,09 | 0,36 |
| | 2006 | 0,07 | 0,09 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,27 |
| | 2007 | 0,09 | 0,15 | 0,06 | 0,10 | 0,1 | 0,32 |

Из табл. 4.35 видно, что среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs в приземной атмосфере в 2007 г. в Кандалакше оставались практически на уровне 2006 г., но, по-прежнему, превышали фоновую объемную активность ¹³⁷Cs по территории Заполярья в 1,3. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземной атмосфере в 2007 г. немного превышала уровень прошлого года, и была примерно в 3 раза ниже регионального уровня.

В табл. 4.36 приведена объемная активность радионуклидов в воздухе СЗЗ, ЗН и контрольном пункте КоАЭС по данным ЛООС [18]. Полученные данные свидетельствуют о том, что на территории СЗЗ АЭС в атмосферном воздухе присутствуют ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co, среднегодовые объемные активности которых уменьшились по сравнению с 2006 г. в 4,2, 2,2 и 1,7 раза соответственно. В 2007 г. в воздухе СЗЗ присутствовал ⁵⁴Mn со среднегодовой активностью $3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В ЗН объемная активность ⁶⁰Co, ¹³⁴Cs и ⁵⁴Mn в 2007 г. была ниже предела обнаружения. На расстоянии 75 км от АЭС в контрольной точке объемная активность ¹³⁴Cs, ⁵⁴Mn, ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в приземной атмосфере также была ниже предела обнаружения. Объемные активности ¹³⁷Cs в ЗН и СЗЗ были выше средневзвешенной объемной активности по территории Заполярья (см. табл. 4.35) в 1,6–20 раз и выше средневзвешенного значения по территории РФ ($2,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), но на шесть – семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99 [3].

Таблица 4.36

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН КоАЭС, 10⁻⁷ Бк/м³ (данные ЛООС КоАЭС)

| Пункт контроля | ¹³⁷ Cs | | ¹³⁴ Cs | | ⁶⁰ Co | |
|---------------------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| СЗЗ* | 24,6 | 53,9 | 3,1 | 13,0 | 9,5 | 16,3 |
| п. Нива-1, ЗН | 3,1 | < 4,0 | < 1,9 | < 3,4 | < 3,0 | < 6,1 |
| п. Зеленоборский (75 км от АЭС) | < 2,0 | 5,20 | < 1,9 | < 3,4 | < 3,0 | < 6,1 |

Примечание: * – данные по аспирационной установке, размещенной на территории АЭС.

Почва

Содержание радионуклидов в почве по данным ЛООС [18] приведено в табл. 4.37. В таблице также в скобках приводятся средние значения за последние 5 лет. Из табл. 4.37 видно, что содержание ^{137}Cs и $\Sigma\beta$ в почве в СЗЗ выше, чем в 2006 г., и примерно в 1,7 раза превышает уровни, наблюдаемые в контрольном пункте (п. Зеленоборский). В ЗН содержание ^{137}Cs и $\Sigma\beta$ в почве осталось, практически, на уровне предыдущего года и было соответственно в 1,7 и 1,4 раза ниже, чем в СЗЗ.

Поверхностные и подземные воды, донные отложения

Объемная активность радионуклидов в воде оз. Имандра по данным [18] представлена в табл. 4.37. В 2007 г. по сравнению с 2006 г. объемная активность ^{137}Cs в воде во всех точках наблюдения осталась практически на том же уровне или уменьшилась, кроме пролива Узкая Салма, где она увеличилась в 2,2 раза. Во всех точках наблюдения объемная активность ^{137}Cs составляла не более 0,1 % от уровня вмешательства, установленного НРБ-99 [3] для этого радионуклида, однако была выше, чем в контрольном водоеме – р. Пиренге. Как и в предыдущем году, самая высокая активность ^{137}Cs наблюдалась в губе Молочная, куда поступают сточные воды КоАЭС и в проливе Широкая Салма. По данным КоАЭС [18] объемная активность ^{137}Cs в губе Молочная и губе Глубокая имеет тенденцию к уменьшению. Начиная с 2001 г. содержание ^{137}Cs в губе Молочной уменьшилось в 6 раз, а в губе Глубокой – в 7,5 раз. Объемная активность других радионуклидов была ниже порога обнаружения.

Объемная активность ^{137}Cs в питьевой воде водозаборов АЭС, п. Нива-1, п. Африканда колебалась в пределах от 1,4 до 2,4 мБк/л, объемная активность $\Sigma\beta$ – от 47 до 59 мБк/л.

В 2007 г. в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» продолжились измерения по содержанию ^{90}Sr в воде оз. Имандра, возобновленные в 2004 г. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде оз. Имандра в 2007 г. была низкая и составляла 2,4 мБк/л (0,05 % от УВ, установленного НРБ-99 [3]).

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях оз. Имандра по данным ЛООС [18] приведена в табл. 4.37. Отбор проб донных отложений производился с моторной лодки с использованием стандартного дночерпателя ковшевого типа. В связи с изменением границ СЗЗ и ЗН в 2006 г. были изменены точки отбора проб. Согласно данным табл. 4.37, техногенная активность донных отложений определяется ^{137}Cs глобального и частично «станционного» происхождения (в местах непосредственного воздействия сбросных вод АЭС – Бабинская Имандра). Донные отложения представлены грунтами разных типов (ил, первичные отложения, заиленные пески), отличающихся по своим радиационным свойствам. Активность илов существенно выше активности других типов отложений, глубина проникновения радионуклидов в них в 2–3 раза больше, чем для заиленных песков, соответственно, значительно выше толщина слоя, содержащего радионуклиды. Поэтому, на результаты измерения отложений в большой степени влияют как тип отбираемых грунтов, так и толщина слоя отбираемой пробы, площадь отбора, точность определения места отбора. Содержание ^{137}Cs в донных отложениях в 2007 г. оставалось в среднем на уровне 2006 г., за исключением Сосновых островов и Сбросного канала, где содержание ^{137}Cs было примерно в 4 раза ниже, чем в предыдущем году. Повышенные значения удельной активности $\Sigma\beta$ в пробах донных отложений связаны с высоким содержанием растительных остатков в илах и, как следствие, высоким

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения КоАЭС в 2007 г.
(данные ЛООС КоАЭС)

| Место отбора проб | ¹³⁷ Cs | | Σβ | |
|---|-------------------|---------|-------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Почва, кБк/м² | | | | |
| СЗЗ | 0,276 (0,255) | 0,176 | 25,9 (13,0) | 18,3 |
| ЗН | 0,163 (0,312) | 0,138 | 18,3 (12,9) | 16,8 |
| Контрольный пункт | 0,156 (0,256) | 0,181 | 14,9 (12,7) | 19,0 |
| Вода, мБк/л | | | | |
| губа Глубокая – водозабор КоАЭС | 2,6 | 2,0 | 58 | 50 |
| губа Молочная | 3,0 | 3,2 | 66 | 50 |
| Узкая Салма | 2,2 | 1,0 | 49 | 46 |
| Широкая Салма | 2,9 | 3,4 | 54 | 45 |
| р. Нива – водозабор п. Нива | 2,3 | 1,9 | 59 | 57 |
| водозабор п. Африканда | 1,4 | 2,4 | 47 | 53 |
| р. Пиренга – контрольный водоем | 1,2 | 1,2 | 39 | 45 |
| Донные отложения, Бк/кг в.-с. | | | | |
| Сбросной канал | 13,5 | 55 | 255 (281) | 519 |
| губа Молочная | 30,7 | 25 | 167 (491) | 375 |
| губа Глубокая | 10,2 | 13 | 201 (252) | 512 |
| Орловские острова | 22,7 | 26 | 125 (224) | 521 |
| Сосновые о-ва | 3,4 | 16 | 219 (325) | 673 |
| Форелевое хоз-во | 61,7 | 62 | 288 (313) | 588 |
| Грибы трубчатые, Бк/кг сырой массы | | | | |
| СЗЗ | 11,3 | 16 | 92 (73) | 88 |
| ЗН | 25,9 | 7,9 | 61 (68) | 51 |
| Контрольный пункт | 19,7 | 10 | 66 (62) | 73 |
| Грибы пластинчатые, Бк/кг сырой массы | | | | |
| СЗЗ | 24 | 105 | 101 (95) | 129 |
| ЗН | 31 | 72 | 82 (120) | 120 |
| Контрольный пункт | 10 | 10 | 52 (69) | 79 |
| Ягоды: брусника, Бк/кг сырой массы | | | | |
| СЗЗ | 7,7 | 3,4 | 24 (25) | 25 |
| ЗН | 12,4 | 8,1 | 26 (23) | 27 |
| Контрольный пункт | 9,3 | 5,9 | 24 (27) | 30 |
| Ягоды: черника, Бк/кг сырой массы | | | | |
| СЗЗ | 11,1 | 8,3 | 27 (26) | 32 |
| ЗН | 7,8 | 7,4 | 25 (23) | 34 |
| Контрольный пункт | 5,8 | 2,3 | 23 (28) | 32 |
| Рыба: сиг, Бк/кг сырой массы | | | | |
| о. Хорт, (с/ч) | 11,2 | 16,9 | 102 | 104 |
| о. Хорт, (н/ч) | 8,7 | 13,9 | 76 | 99 |
| Губа Княжая, (с/ч) | 8,5 | - | 106 | - |
| Губа Княжая, (н/ч) | 7,1 | - | 85 | - |
| Губа Молочная, (с/ч) | 11,9 | - | 104 | - |
| Губа Молочная, (н/ч) | 7,7 | - | 83 | - |
| Рыба: налим, Бк/кг сырой массы | | | | |
| о. Хорт, (с/ч) | 12,1 | 21,8 | 70 | 83 |
| о. Хорт, (н/ч) | 7,6 | 12,2 | 72 | 66 |
| Губа Глубокая, (с/ч) | 13,0 | - | 82 | - |
| Губа Глубокая, (н/ч) | 9,9 | - | 65 | - |
| Губа Княжая, (с/ч) | 12,9 | - | 76 | - |
| Губа Княжая, (н/ч) | 8,2 | - | 70 | - |
| Губа Молочная, (с/ч) | 14,5 | - | 88 | - |
| Губа Молочная, (н/ч) | 6,6 | - | 58 | - |
| Рыба: корюшка, Бк/кг сырой массы | | | | |
| о. Хорт, (с/ч) | - | 20,1 | - | 83 |
| о. Хорт, (н/ч) | - | 12,1 | - | 49 |
| Рыба: форель садковая, Бк/кг сырой массы | | | | |
| Губа Молочная, (с/ч) | 2,2 | 0,9 | 98 | 169 |
| Губа Молочная, (н/ч) | < 1,0 | 1,3 | 87 | 56 |

Примечания: - - нет данных;

в скобках приведены средние значения за последние 5 лет;

анализ проб рыб выполнен по гигиеническому принципу: отдельно для съедобной (с/ч) и несъедобной (н/ч) частей.

содержанием ^{40}K . Колебания уровней радиоактивности отложений, наблюдаемые в течение ряда лет, не имеют четко выраженного характера и не позволяют сделать вывод о том, что имеет место непрерывное накопление радионуклидов. Отмеченные колебания могут быть вызваны причинами методического характера, в частности, трудностями с отбором представительных проб.

В 2007 г., как и в предыдущем году, в воде пяти наблюдательных скважин 1-ой очереди КоАЭС (№№ 105, 107, 108, 303 и 304) объемная активность ^{137}Cs превышала уровень вмешательства согласно НРБ-99. Несмотря на небольшой спад активности ^{137}Cs и ^{134}Cs в 2007 г. в скважине № 303, в ней наблюдается самое большое превышение УВ по ^{137}Cs и ^{134}Cs – в 83 и 29 раз соответственно. Объемная активность ^{134}Cs , практически равная УВ, наблюдается также в скважине № 108. В скважинах № 303 и № 304 присутствует ^{60}Co . Повышенное содержание ^{137}Cs в скважинах №№ 105, 107 и 108 обусловлено поступлением в район скважин неорганизованных протечек бассейна выдержки энергоблока № 2 в 2005 г. Повышение объемной активности радионуклидов в воде скважин № 303 и № 304 вызвано протечками в 2001 г. и в 2003 г. бакового хозяйства ОСК-1 (специального корпуса для переработки технологических сред и радиоактивных отходов).

Продукты питания местного производства

Удельная активность ^{137}Cs в пластинчатых и трубчатых грибах составляла в 2007 г. (см. табл. 4.37) (2–6) % от норматива, установленного для пищевых растительных продуктов СанПиН-96 [9]. В чернике и бруснике удельная активность ^{137}Cs составляла 4–8 % от норматива. Удельная активность $\Sigma\beta$ в ягодах соответствует «нулевому фону», который наблюдался до ввода 1-го энергоблока, а в пластинчатых грибах в СЗЗ и ЗН превышает «нулевой фон» в 1,2–1,5 раза.

Содержание $\Sigma\beta$ в пробах рыбы (с учетом погрешности анализов), как видно из табл. 4.37, находилось на уровне предыдущих лет. Объемная активность ^{137}Cs в тканях рыб была на уровне 2006 г. и ниже их допустимого содержания по действующим нормативам [9], составляющим 130 Бк/кг. ^{90}Sr в рыбе обнаружен не был.

Радиационный фон на местности

Результаты измерений мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2007 г., по данным Мурманского УГМС [20], показывают, что по сравнению с 2006 г. в пунктах наблюдения среднегодовая величина МЭД не изменилась и колебалась в пределах от 9 до 11 мкР/ч при среднемесячных колебаниях от 7 до 11 мкР/ч, что соответствует фоновым значениям. Максимальное суточное значение МЭД (15 мкР/ч) наблюдалось в п. Ковдор (сентябрь) и в п. Ковда (август). По данным ЛООС мощность дозы γ -излучения на промплощадке, СЗЗ и ЗН осталась на уровне 2006 г., составляла в среднем (9–11) мкР/ч и не превышала фоновых уровней.

Годовая поглощенная доза облучения, полученная прямым измерением на местности с помощью ТЛД и усредненная по зонам наблюдения, составляла: $47 \cdot 10^{-5}$ Гр для СЗЗ, $48 \cdot 10^{-5}$ Гр для ЗН и $49 \cdot 10^{-5}$ Гр для контрольной точки, расположенной на расстоянии 75 км от АЭС.

Таким образом, на основании представленных материалов можно сделать вывод, что КоАЭС оказывает некоторое влияние на радиоактивное загрязнение окружающей среды, которое выражается в некотором превышении фоновых уровней по объемной активности ^{137}Cs в приземной атмосфере 30-км зоны. Наблюдаемые величины объемной активности ^{137}Cs на шесть – семь порядков ниже установленных нормативов и не представляют опасности для здоровья населения. На территории

промплощадки наблюдается загрязнение грунтовых вод ^{137}Cs , ^{134}Cs и ^{60}Co , что может привести к дополнительному загрязнению окрестных водоемов этими радионуклидами.

4.7. Курская АЭС

В 2007 г. на Курской АЭС (КуАЭС) эксплуатировались четыре энергоблока (№ 1 и № 2 – первая очередь, № 3 и № 4 – вторая очередь) с реакторами РБМК-1000, введенные в эксплуатацию в 1976, 1979, 1983 и 1985 гг. Проектная мощность каждого блока составляет 1 000 МВт (электрическая) и 3140 МВт (тепловая) [21].

КуАЭС расположена в 3 км от г. Курчатова (количество жителей – 48 тыс. человек) и примерно в 40 км от г. Курска на левом берегу р. Сейм в его среднем течении. Сейм впадает в р. Десну, которая впадает в р. Днепр.

В марте 2007 г. установлены следующие границы СЗЗ и ЗН КуАЭС [21]: радиус СЗЗ составляет 1,7 км, а ЗН – 19 км. В зоне наблюдения проживает 83,7 тыс. человек. В городских населенных пунктах доля детей составляет 20–30 % населения, в сельской местности – 12–18 %.

В 2007 г. средняя годовая температура воздуха в районе АЭС [21] составляла $+8,7^\circ\text{C}$, абсолютный максимум – $+34,8^\circ\text{C}$, абсолютный минимум – $-24,1^\circ\text{C}$. Среднегодовая относительная влажность воздуха в 2007 г. составляла 77 %; годовое количество атмосферных осадков – 572 мм. Преобладающим направлением ветра в районе КуАЭС было западное, максимальная скорость ветра наблюдалась в июне – августе и составляла 19 м/с, среднегодовая скорость – $\sim 2,3$ м/с.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КуАЭС осуществляются через вентиляционную трубу высотой 150 м и венттрубу машзала высотой 60 м. Перед выбросом в атмосферу воздух проходит очистку на аэрозольных фильтрах. Для уменьшения активности выбросов в окружающую среду используется камера выдержки (первая очередь) и установка подавления активности (вторая очередь). Данные о выбросах регламентируемых радионуклидов на КуАЭС в атмосферу в 2007 г. представлены в табл. 4.38 [4, 21].

Таблица 4.38

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КуАЭС, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ^{60}Co | $2,5 \cdot 10^9$ | $1,61 \cdot 10^8$ | $1,79 \cdot 10^8$ | $- 1,8 \cdot 10^7$ |
| ^{131}I | $9,3 \cdot 10^{10}$ | $2,15 \cdot 10^9$ | $2,59 \cdot 10^9$ | $- 4,4 \cdot 10^8$ |
| ^{134}Cs | $1,4 \cdot 10^9$ | $3,33 \cdot 10^6$ | $9,59 \cdot 10^6$ | $- 6,26 \cdot 10^6$ |
| ^{137}Cs | $4,0 \cdot 10^9$ | $4,90 \cdot 10^7$ | $6,28 \cdot 10^7$ | $- 1,38 \cdot 10^7$ |
| Сумма ИРГ | $3,7 \cdot 10^{15}$ | $3,29 \cdot 10^{14}$ | $3,36 \cdot 10^{14}$ | $- 7,0 \cdot 10^{12}$ |

Из приведенных в табл. 4.38 данных видно, что в 2007 г. годовые выбросы радионуклидов на КуАЭС уменьшились по сравнению с прошлым годом, не превышали допустимых нормативов и составляли (0,2–8,9) % от допустимых выбросов. По данным [21] в течение 2007 г. контрольные уровни выбросов на КуАЭС не превышались.

Сбросы ХФК на КуАЭС после очистки производятся в р. Реут (приток р. Сейм), а ПЛК – в р. Сейм. Дебалансные воды (избыточные воды, прошедшие специальную обработку) поступают на первой очереди в систему ПЛК, на второй – в ПЛК или ХФК.

Приемником технической (оборотной) воды на КуАЭС является водоем-охладитель, расположенный на ровной, местами заболоченной, левобережной пойме р. Сейм между х. Александровский и д. Глушково. Водоем-охладитель разделен на два рукава струераспределительной дамбой, предназначенной для равномерного распределения потока нагретой воды по всей акватории. Средняя глубина водоема-охладителя составляет 4,5 м, максимальная – 11 м. Объем чаши водоема-охладителя составляет $94,6 \cdot 10^6 \text{ м}^3$, площадь зеркала – $21,5 \text{ км}^2$, скорость течения – от 0,02 м/с (в летнюю межень) до 0,06 м/с (в весенний паводок). Ведутся земельные работы по созданию нового наливного водоема по правобережной пойме р. Сейм между д. Мосолово и д. Глушково.

Данные о содержании радионуклидов в сбросах КуАЭС в открытую гидрографическую сеть представлены в табл. 4.39 [4, 21]. В 2007 г. в сбросах ХФК и ПЛК идентифицировались $^{89,90}\text{Sr}$, ^{137}Cs и ^{60}Co , в дебалансных водах дополнительно эпизодически наблюдался ^{54}Mn . Годовые сбросы радионуклидов со сточными водами на КуАЭС были на два – пять порядков ниже установленных нормативов. Фактические сбросы всех радионуклидов в 2007 г. не превышал 1 % от соответствующих допустимых сбросов, установленных для КуАЭС.

Таблица 4.39

Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на КуАЭС, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый сброс | Фактический сброс | | Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|---|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ^{54}Mn | $3,3 \cdot 10^{10}$ | $1,4 \cdot 10^5$ | $5,5 \cdot 10^6$ | $- 5,36 \cdot 10^6$ |
| ^{60}Co | $1,83 \cdot 10^{10}$ | $1,49 \cdot 10^7$ | $2,67 \cdot 10^7$ | $- 1,18 \cdot 10^7$ |
| $^{89,90}\text{Sr}$ | $6,71 \cdot 10^{10}$ | $1,18 \cdot 10^7$ | $9,10 \cdot 10^6$ | $+ 2,7 \cdot 10^6$ |
| ^{137}Cs | $2,58 \cdot 10^9$ | $2,1 \cdot 10^7$ | $2,46 \cdot 10^7$ | $- 3,6 \cdot 10^6$ |

В 2003 г. на КуАЭС введены в эксплуатацию установки по сжиганию низкоактивных отходов и установка прессования ТРО [21]. Печь плавления низкоактивных отходов (теплоизоляции и металла) находится в опытной эксплуатации. ТРО хранятся в специальных хранилищах ХТО и ХЖТО на территории промплощадки. Часть ТРО хранится на бетонной площадке для временного хранения в металлических бочках. Мощность дозы γ -излучения на внешней поверхности хранилищ ТРО колеблется от 10 до 260 мкР/ч. ЖРО хранятся на промплощадке в специальных хранилищах-емкостях ХЖО, МЭД на поверхности которых составляет (15–193) мкР/ч. Иловые слабоактивные отложения с очистных сооружений ХФК промплощадки временно хранятся на иловых картах (средние МЭД – от 17 до 46 мкР/ч) и в отсеках локализации иловых отложений. В 2007 г. выполнены работы по локализации илов. Сооружены железобетонные отсеки с гидроизоляцией объемом 1200 м^3 . Перемещено 95 % иловых отложений, находящихся на территории очистных сооружений. Произведено их уплотнение. Проведены работы по отсыпке обваловки и гидроизоляции поверхности отсека. При выполнении работ обеспечен радиационный контроль с целью недопущения вывоза материалов, содержащих радионуклиды, с территории очистных сооружений и попадания в отсеки локализации материалов, отличающихся по составу от илов и являющихся радиоактивными отходами. Средние значения МЭД вокруг отсеков локализации не превышают 14 мкР/ч. Удаленность мест хранения радиоактивных отходов от населенных пунктов составляет 2–3 км. Имеется хранилище отработав-

шего ядерного топлива. В настоящее время ведется строительство пристроя к хранилищу для разделки отработанных ТВС и загрузки их в транспортные упаковочные контейнеры.

Радиационная обстановка вокруг КуАЭС в радиусе до 100 км контролируется УГМС ЦЧО, а в радиусе до 30 км – лабораторией внешнего радиационного контроля (ЛВРК) КуАЭС.

В 2007 г. контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КуАЭС был организован ЛВРК следующим образом [21]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась в объединенных за месяц пробах в семи пунктах, расположенных на разных расстояниях и в разных направлениях от АЭС. Пробы отбирались с помощью ВФУ «Тайфун-1А» производительностью 1250 м³/час;
- радиоактивность атмосферных выпадений определялась из суммарных проб за месяц в восьми пунктах с помощью кювет с площадью 0,25 м² и высотой бортиков 10 см, установленных на высоте 1 м от поверхности земли;
- определялось загрязнение питьевой воды, воды из открытых водоемов, промстоков КуАЭС и скважин промплощадки;
- определялся радиоизотопный состав в почве, донных отложениях, в рыбе водоема-охладителя и рек, а также в сельхозпродуктах местного производства;
- проводился регулярный контроль за уровнем γ -фона и за интегральной дозой облучения на местности в СЗЗ и ЗН.

В указанных объектах ЛВРК производился контроль радионуклидного состава по γ -излучению, $\Sigma\beta$ и ⁹⁰Sr. Радионуклидный состав проб определялся γ -спектрометрическим методом на γ -спектрометрах с германиевыми детекторами типа ДГДК-80-В и «ORTEC» GEM-30-Р, диапазон измерения активности образцов – (10–10⁵) Бк/пробу с погрешностью 35–60 %. Измерение содержания $\Sigma\beta$ в пробах проводилось на радиометрах типа РУБ-01П, УМФ-2000. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности измерялась с помощью АСКРО АЭС и переносными дозиметрами СРП-68-01, ДРГ-01Т, МКС-01Р.

В 2007 г. УГМС ЦЧО [22] в 100-км зоне вокруг КуАЭС проводился радиационный мониторинг следующих параметров окружающей среды:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы путем непрерывного отбора проб с помощью ВФУ на фильтроткань ФПП-15-1,5 на двух станциях: в г. Курске – ежедневно (ВФУ 19ЦС-48) и в г. Курчатове – с экспозицией пять дней (рис. 4.10);
- радиоактивных атмосферных выпадений на шести станциях (рис. 4.10) с помощью горизонтальных планшетов без бортиков площадью 0,3 м² с суточной экспозицией;
- объемной активности радионуклидов в воде открытых водоемов (в пруде-охладителе, р. Реут и р. Сейм) при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС (рис. 4.11);
- плотности загрязнения снега ежемесячно с января по март во время маршрутных обследований в 20-км зоне КуАЭС в восьми пунктах и в фоновом пункте в г. Курске (рис. 4.11);

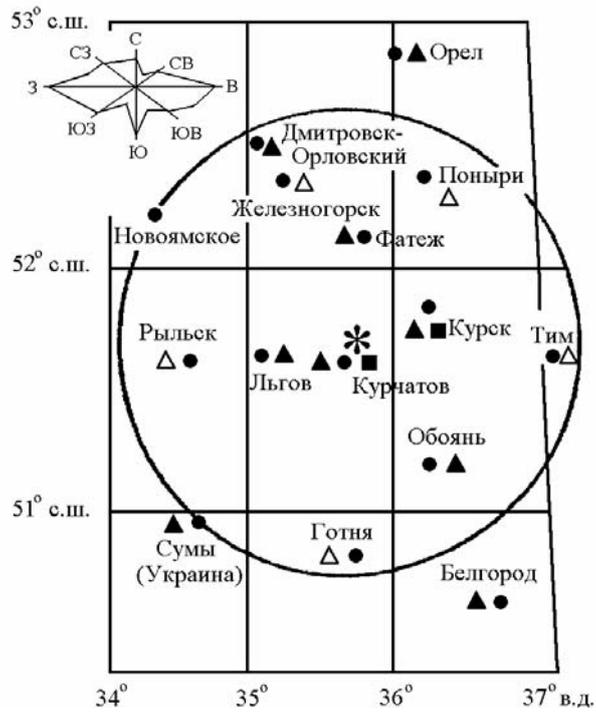


Рис. 4.10. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КуАЭС:

- * — АЭС;
- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- Δ — планируемые наблюдения.



Рис. 4.11. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 20-км зоне вокруг КуАЭС:

- * — АЭС;
- — отбор проб снега и растительности;
- ◆ — отбор проб воды;
- — сброс ХФК в р. Реут и ПЛК в р. Сейм;
- — путь следования по маршруту;
- — населенные пункты.

- уровня радиоактивного загрязнения растительности в вегетационный период (с мая по август) во время ежемесячных маршрутных обследований в 20-км зоне КуАЭС в девяти пунктах, совпадающих с пунктами отбора снега;
- мощности экспозиционной дозы γ -излучения каждые три часа на 12 стационарных пунктах, а также при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС.

Радионуклидный состав проб в УГМС ЦЧО определялся на γ -спектрометре фирмы «ORTEC» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P. Активность $\Sigma\beta$ в пробах измерялась на радиометре типа РУБ-01П5. Объемная активность ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ в объединенных за квартал пробах определялась в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом.

Приземный слой атмосферы

Данные УГМС ЦЧО [22] о максимальных и среднемесячных суточных объемных активностях $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере в 100-км зоне КуАЭС в 2007 г. приведены в табл. 4.40. Из приведенных в табл. 4.40 данных видно, что максимальная среднесуточная объемная активность $\Sigma\beta$ наблюдалась в г. Курске – в августе, в г. Курчатове – в октябре и составляла $144,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $93,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно, пятикратного превышения фонового уровня за предыдущий месяц при этом не наблюдалось. Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения изменялась от $9,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (январь, г. Курчатова) до $51,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (октябрь, г. Курчатова). Среднегодовые объемные активности $\Sigma\beta$ в Курске и Курчатове оставались практически на уровне 2006 г. и составляли соответственно $24,4 \cdot 10^{-5}$ и $27,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что соответственно в 1,4 и 1,6 раза выше средней для территории Центра ЕТР ($17,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Таблица 4.40

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений и объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2007 г. (данные УГМС ЦЧО)

| Пункт наблюдения | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднее | | Сумма за год, Бк/м ² ·год | |
|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|---------|---------|--------------------------------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2007 г. | 2006 г. | | |
| <u>Выпадения, Бк/м²·сутки</u> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Дмитровск-Орловский | с | 0,9 | 1,1 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 1,0 | 1,0 | 0,7 | 1,0 | 0,7 | 1,1 | 1,1 | 0,9 | 0,9 | 334,9 |
| | м | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 2 | 1,7 | 3,4 | 2,9 | 3,0 | 2,5 | 2,2 | 2,4 | 3,2 | | | |
| Курск | с | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,2 | 1,6 | 1,0 | 0,8 | 281,1 |
| | м | 1,6 | 2,4 | 2,0 | 2,1 | 2,6 | 2,4 | 1,6 | 2,2 | 3,2 | 2,7 | 5,5 | 4,5 | | | |
| Курчатова | с | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 351,6 |
| | м | 2,3 | 1,9 | 1,8 | 1,8 | 2,2 | 2,8 | 2,2 | 2,5 | 3,3 | 2,0 | 2,9 | 2,4 | | | |
| Льгов | с | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,8 | 0,6 | 1,1 | 0,6 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 309,6 |
| | м | 1,5 | 1,9 | 1,6 | 1,8 | 2,3 | 2,7 | 1,6 | 2,0 | 2,7 | 1,8 | 2,7 | 1,9 | | | |
| Обоянь | с | 0,8 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 1,0 | 0,9 | 0,7 | - | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 274,5 |
| | м | 1,5 | 1,9 | 1,8 | 2 | 2,5 | 1,9 | 1,7 | - | 2,2 | 2,0 | 2,3 | 1,7 | | | |
| Фатеж | с | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 314,5 |
| | м | 2,0 | 1,7 | 2,0 | 2,1 | 2,0 | 2,8 | 2,3 | 2,1 | 2,5 | 2,7 | 3,0 | 1,7 | | | |
| Среднее: по 100-км зоне КуАЭС по ЦЧО России | | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 317,8 317,3 |
| | | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | |
| <u>Объемная активность, 10^{-5} Бк/м³</u> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Курск | с | 12,6 | 20,2 | 19,2 | 21,5 | 29,2 | 21,4 | 16,8 | 40,1 | 30,3 | 33,8 | 19,7 | 24,9 | 24,1 | 22,2 | |
| | м | 30,3 | 38,6 | 88 | 57,9 | 63,4 | 57,8 | 57,3 | 144,9 | 90,5 | 91,2 | 121,4 | 93,8 | | | |
| Курчатова | с | 9,1 | 26,7 | 19,7 | 20,4 | 35,8 | 31,9 | 33,0 | 35,4 | - | 51,2 | 19,1 | 17,3 | 27,2 | 23,6 | |
| | м | 14,5 | 40,1 | 46 | 34,7 | 63,1 | 41,3 | 43,4 | 61,8 | - | 93,3 | 41,9 | 27,4 | | | |

Примечание: -- наблюдения не проводились.

По результатам γ -спектрометрического анализа проб аэрозолей, проведенного УГМС ЦЧО [22], в табл. 4.41 представлены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе 100-км зоны АЭС, а также зарегистрированные в течение года максимальные суточные объемные активности. С целью оценки степени опасности для населения зарегистрированных в атмосфере радионуклидов, в таблице также приведены допустимые объемные активности радионуклидов в соответствии с НРБ-99 [3].

Таблица 4.41

Среднегодовые (q) и максимальные суточные (q_m) значения объемной активности радионуклидов в приземной атмосфере 100-км зоны КуАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные УГМС ЦЧО)

| Радионуклид | г. Курск | | | | г. Курчатова | | | | ДОО _{НАС.} , Бк/м ³ |
|-------------------|----------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|---|
| | q | | q_m | | q | | q_m | | |
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | |
| ²⁴ Na | 100 | 20 | 1560 | 2730 | 30 | н | 2400 | н | 46 |
| ⁵¹ Cr | н | н | 4750 | н | 35 | 5 | 720 | 290 | 2500 |
| ⁵⁴ Mn | 1 | 3 | 500 | 430 | 9 | 20 | 100 | 280 | 72 |
| ⁵⁹ Fe | н | 2 | н | 580 | 5 | 13 | 160 | 290 | 30 |
| ⁶⁰ Co | 1 | 4 | 5 | 570 | 13 | 26 | 130 | 210 | 11 |
| ⁹⁰ Mo | н | н | 260 | н | 10 | <0,08 | 230 | 30 | 27 |
| ⁹⁵ Zr | н | 1 | 2,4 | 7 | 2 | 4 | 50 | 110 | 23 |
| ⁹⁵ Nb | н | 2 | н | 220 | 4 | 11 | 40 | 120 | 72 |
| ¹³¹ I | н | н | н | н | н | 5 | 90 | 130 | 7,3 |
| ¹³⁷ Cs | 10 | 13,6 | 220 | 190 | 14 | 15 | 90 | 80 | 27 |
| ¹⁴⁰ Ba | н | н | н | н | н | н | - | н | 22 |

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

В течение года среднемесячная объемная γ -активность ¹³⁷Cs в атмосферных аэрозолях в г. Курске изменялась от $3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (декабрь) до $15 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (май), в г. Курчатова – от $5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (декабрь) до $22 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (май). В 2007 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземной атмосфере в г. Курске снизилась до $10,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и была на уровне средневзвешенной объемной активности для территории Центра ЕТР ($10,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), в г. Курчатова – осталась практически на уровне предыдущего года и составляла $14 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,4 раза выше средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР.

Кроме ¹³⁷Cs, в пробах наблюдались ⁵¹Cr, ⁵⁴Mn, ⁶⁰Co, ⁵⁹Fe, ⁹⁵Zr, ⁹⁵Nb и такие короткоживущие радионуклиды как ¹³¹I, ⁹⁹Mo (г. Курчатова) и ²⁴Na (г. Курск). Объемные активности большинства радионуклидов, за исключением ²⁴Na, уменьшались с увеличением расстояния от КуАЭС, т.е. в г. Курске были меньше, чем в г. Курчатова. Средняя за год объемная активность ²⁴Na в этих городах значительно увеличились по сравнению с 2006 г., содержание остальных радионуклидов существенно не отличались от прошлогодних. Максимальные зарегистрированные значения объемных активностей радионуклидов были ниже нормативных (ДОО_{НАС.} по НРБ-99) на четыре, а средние – на шесть порядков. Наибольшие значения объемных активностей техногенных радионуклидов в атмосфере г.г. Курска и Курчатова, как и ранее, регистрировались при направлениях ветра от КуАЭС (см. рис. 4.12).

В табл. 4.42 представлены объемные активности ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и ^{239,240}Pu в приземном слое воздуха в г.г. Курске и Курчатова за последние пять лет. Из табл. 4.42 видно, что среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr в г.г. Курске и Курчатова в 2007 г. не превышали средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР, при этом содержание ⁹⁰Sr в приземном воздухе г. Курска осталось на

уровне 2006 г., в г. Курчатове – увеличилось в 1,4 раза. Объемная активность $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном воздухе г. Курска в 2007 г. ($1,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³) снизилась в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом.

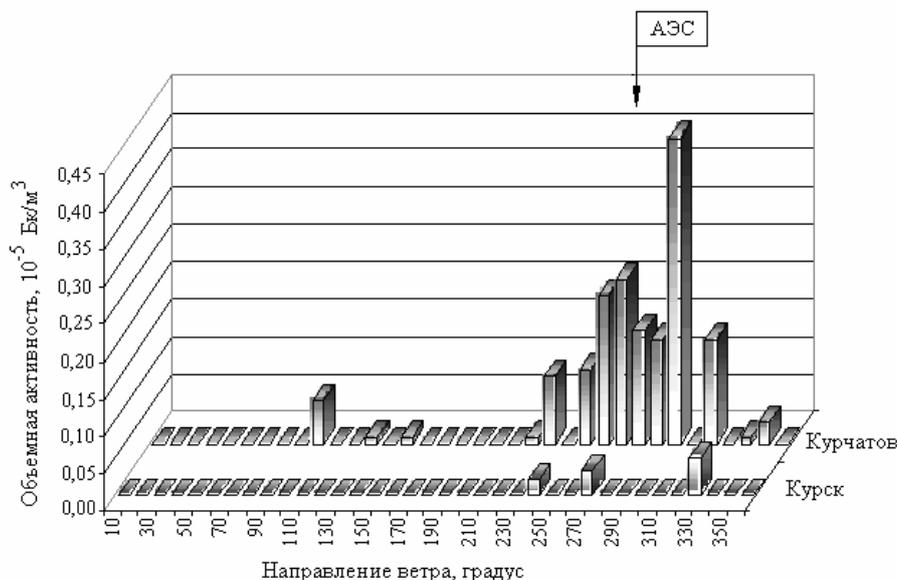


Рис. 4.12. Зависимость средней объемной γ -активности техногенных радионуклидов за 2007 г. в атмосферных аэрозолях от преобладающего направления ветра в г.г. Курск и Курчатов

Таблица 4.42

Объемные активности ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2003–2007 гг., Бк/м³ (данные УГМС ЦЧО и НПО «Тайфун»)

| Пункт наблюдения | Год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. | Среднее за год | Средневзвешенное по территории Центра ЕТР |
|---|------|-------|--------|---------|--------|----------------|---|
| $^{137}\text{Cs}^*$, 10^{-7} | | | | | | | |
| Курск | 2003 | 12 | 24 | 17 | 9 | 15 | 4,1 |
| | 2004 | 8 | 17 | 15 | 10 | 13 | 9,6 |
| | 2005 | 9 | 13 | 20 | 11 | 13 | 6,0 |
| | 2006 | 16,3 | 14 | 14 | 10 | 13,6 | 5,3 |
| | 2007 | 10 | 13 | 12 | 6 | 10 | 10,5 |
| Курчатов | 2003 | 3 | 11 | 13 | 16 | 10 | 4,1 |
| | 2004 | - | - | 22,4** | 7** | 14** | 9,6 |
| | 2005 | 9 | 16 | 23 | 11 | 15 | 6,0 |
| | 2006 | 15 | 15 | 19 | 12 | 15 | 5,3 |
| | 2007 | 11 | 19 | 14 | 10 | 13,5 | 10,5 |
| ^{90}Sr, 10^{-7} | | | | | | | |
| Курск | 2003 | 0,25 | 1,50 | 0,93 | 0,28 | 0,74 | 1,9 |
| | 2004 | 0,27 | 0,93 | 1,4 | 0,37 | 0,74 | 1,32 |
| | 2005 | 0,29 | 1,5 | 0,92 | 0,31 | 0,76 | 0,56 |
| | 2006 | 0,34 | 0,86 | 0,86 | 0,23 | 0,57 | 0,45 |
| | 2007 | 0,32 | 0,96 | 0,78 | 0,33 | 0,60 | 0,86 |
| Курчатов | 2003 | 0,08 | 0,59 | 0,56 | 1,50 | 0,68 | 1,9 |
| | 2004 | - | - | 2,66** | 0,34** | 1,54** | 1,32 |
| | 2005 | 0,27 | 0,74 | 0,98 | 0,35 | 0,58 | 0,56 |
| | 2006 | 0,35 | 1,0 | 1,0 | 0,22 | 0,64 | 0,45 |
| | 2007 | 0,48 | 1,37 | 1,3 | 0,37 | 0,90 | 1,2 |
| $^{239,240}\text{Pu}$, 10^{-9} | | | | | | | |
| Курск | 2003 | 2,0 | 4,3 | 2,3 | 0,8 | 2,4 | - |
| | 2004 | 0,49 | 2,9 | 2,7 | 1,0 | 1,8 | - |
| | 2005 | 0,95 | 3,3 | 2,3 | 1,1 | 1,9 | - |
| | 2006 | 1,8 | 1,8 | 3,9 | 0,5 | 2,0 | - |
| | 2007 | 0,6 | 2,4 | 2,0 | 1,0 | 1,5 | - |

Примечание: - – пробы не отбирались;
* – данные УГМС ЦЧО;
** – уточненные данные.

Данные ЛВРК АЭС [21] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2006–2007 гг. приведены в табл. 4.43. По данным ЛВРК КуАЭС в 2007 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по сравнению с 2006 г. существенно не изменился. Однако, по сравнению с предыдущим годом, в 2007 г. в СЗЗ было зарегистрировано уменьшение объемной активности: ^{60}Co (в 2,9 раза), ^{54}Mn и ^{59}Fe (в 4 раза), ^{58}Co (в 3,2 раза) и увеличение объемной активности ^{95}Zr (в 1,5 раза). В ЗН увеличилось содержание ^{95}Nb (в 3 раза), содержание остальных радионуклидов осталось на уровне 2006 г. В контрольном пункте в воздухе значительно снизилось содержание ^{60}Co (в 18 раз), ^{54}Mn (в 12 раз), ^{137}Cs (в 9 раз), причем объемная активность ^{137}Cs не превышает фоновую для Центра ЕТР ($10,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). С увеличением расстояния от АЭС содержание радионуклидов в воздухе уменьшается. В контрольном пункте Селекционный еще регистрируются ^{59}Fe , ^{95}Zr и следы других радионуклидов. Все приведенные выше среднегодовые объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС были на шесть – семь порядков меньше допустимых уровней, установленных НРБ-99 (см. табл. 4.43).

Таблица 4.43

Среднегодовые объемные активности радионуклидов (q , 10^{-7} Бк/м³) в приземном воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2006–2007 гг. (данные ЛВРК КуАЭС)

| Радионуклид | СЗЗ | | ЗН | | п. Селекционный (контр. пункт) | | ДАО _{НАС.} по НРБ-99, Бк/м ³ |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------------------|---------|--|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | |
| ^{54}Mn | 33 | 130 | 57 | 38 | 4 | 48 | 72 |
| ^{59}Fe | < 55 | 210 | < 48 | < 30 | < 15 | < 49 | 30 |
| ^{58}Co | < 24 | 78 | < 19 | < 15 | < 7 | < 23 | 68 |
| ^{60}Co | 63 | 180 | 47 | 51 | 4 | 71 | 11 |
| ^{65}Zn | < 32 | < 38 | < 24 | < 24 | < 13 | < 39 | 72 |
| ^{94}Nb | < 9 | < 10 | < 7 | < 6,8 | < 4 | < 11 | 11 |
| ^{95}Nb | 190 | 190 | 110 | 36 | < 10 | < 38 | 72 |
| ^{95}Zr | 120 | < 82 | < 29 | < 26 | < 13 | < 39 | 23 |
| ^{134}Cs | < 10 | < 9,8 | < 7 | < 6,5 | < 4 | < 11 | 19 |
| ^{137}Cs | 37 | 56 | 35 | 32 | 8 | 72 | 27 |

Данные УГМС ЦЧО [22] о годовых, среднемесячных и максимальных суточных выпадениях $\Sigma\beta$ в 100-км зоне КуАЭС в 2007 г. приведены в табл. 4.40. Там же, для сравнения, приведены среднемесячные суточные выпадения для Центрально-Черноземных областей России (без учета станций, попавших в зону загрязнения в результате аварии на ЧАЭС в 1986 г.).

Из табл. 4.40 видно, что в 2007 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне КуАЭС как и в 2006 г. составляли $0,9$ Бк/м²·сутки, что находится на уровне среднего значения для Центрально-Черноземных областей. Наибольшие годовые выпадения $\Sigma\beta$ были зарегистрированы в г. Курске. Максимальное суточное значение выпадений $\Sigma\beta$ ($5,5$ Бк/м²·сутки в ноябре) было зарегистрировано в г. Курске. Следует отметить, что с 2002 по 2005 гг. в г. Курске наблюдались повышенные выпадения $\Sigma\beta$, в 2006 г. произошло снижение $\Sigma\beta$ выпадений до фонового уровня, в 2007 г. средний уровень $\Sigma\beta$ выпадений немного повысился до $1,0$ Бк/м²·сутки. Стабильный уровень активности выпадений в г. Курчатове и в других пунктах Курской области позволяет утверждать, что повышенные выпадения $\Sigma\beta$ в г. Курске не связаны с деятельностью КуАЭС, а обусловлены какими-то источниками, находящимися в Курске. Поскольку γ -спектрометрическим анализом в пробах с по-

вышенной $\Sigma\beta$ определялись продукты распада радона-220 (ториевого), снижение $\Sigma\beta$ выпадений в 2006–2007 гг., возможно, объясняется аномально теплой зимой и, как следствие, уменьшением расхода топлива на ТЭЦ и в частном секторе [22].

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений выполнялся УГМС ЦЧО [22] по объединенным поквартально пробам п. Курчатова и объединенным квартальным пробам по трем пунктам – Курск, Льгов, Обоянь (зона 12), расположенным в зоне влияния КуАЭС (табл. 4.44).

Таблица 4.44

Выпадения радионуклидов из атмосферы в зоне влияния КуАЭС в 2007 г., Бк/м²·месяц (данные УГМС ЦЧО)

| Месяц | Курчатова | | | Зона 12 | |
|--------------------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | ¹³⁷ Cs | ⁶⁰ Co | ⁵⁴ Mn | ¹³⁷ Cs | ⁶⁰ Co |
| Январь | } 0,09 | } 0,23 | } н | } 0,05 | } н |
| Февраль | | | | | |
| Март | | | | | |
| Апрель | } 0,11 | } н | } н | } 0,09 | } н |
| Май | | | | | |
| Июнь | | | | | |
| Июль | } 0,14 | } н | } н | } 0,12 | } н |
| Август | | | | | |
| Сентябрь | | | | | |
| Октябрь | } 0,10 | } н | } н | } 0,08 | } н |
| Ноябрь | | | | | |
| Декабрь | | | | | |
| Сумма, Бк/м ² ·год: | 2007 г. | 0,69 | н | 1,02 | н |
| | 2006 г. | 0,87 | н | 1,17 | н |

Примечание: в зону 12 включены пункты Курск, Льгов, Обоянь;
н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 4.44 видно, что в г. Курчатове в квартальных пробах выпадений из техногенных радионуклидов определялись ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co. По сравнению с предыдущим годом в г. Курчатове выпадения ¹³⁷Cs увеличились в 1,4 раза, а ⁶⁰Co – остались на уровне 2006 г. В зоне 12 в месячных пробах атмосферных выпадений из техногенных радионуклидов определялся только ¹³⁷Cs, выпадения которого остались на уровне прошлого года. Годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Курчатове в 2007 г. в 3,6 раза превышали средние выпадения этого радионуклида для незагрязненных территорий Центра ЕТР, а в зоне 12 – в 2,8 раза.

По данным АЭС [21] в 2007 г. в радиоактивных выпадениях в СЗЗ и ЗН постоянно присутствовали ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co, однако содержание каждого из этих радионуклидов уменьшилось по сравнению с предыдущим годом и не превышало 0,07 Бк/м²сут. Среднегодовые выпадения остальных радионуклидов были ниже предела обнаружения.

Вода, донные отложения

В 2007 г. ЛВРК КуАЭС ежемесячно проводила отбор проб воды открытых водоемов (водоем охладитель, р. Сейм, р. Реут) при помощи ручных пробоотборников. Объем пробы составлял не менее 40 л.

УГМС ЦЧО [22] также ежемесячно проводила отбор проб поверхностных вод при маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС (см. рис. 4.11). Объемная активность $\Sigma\beta$ измерялась ежемесячно, радионуклидный состав определялся в объединенных за год по каждому пункту пробах.

Объемные активности отдельных радионуклидов в водах промстоков КуАЭС и приемников сточных вод в 2007 г., полученные ЛВРК АЭС и УГМС ЦЧО, приведены в табл. 4.45.

Таблица 4.45

Объемные активности радионуклидов в воде промстоков КуАЭС и открытых водоёмов в 2007 г., мБк/л (данные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО)

| Место отбора пробы | ¹³⁷ Cs | | ⁶⁰ Co | | Σβ | |
|--|-------------------|------------------|------------------|------------------|---------|------------------|
| | 2007 г. | Среднее за 5 лет | 2007 г. | Среднее за 5 лет | 2007 г. | Среднее за 5 лет |
| Отводящий канал водоема-охладителя (устье) | н* | | н* | | 40* | 64* |
| Подводящий канал водоема-охладителя | < 33,0 | 40,0 | < 21,2 | < 30,1 | | |
| | н* | | н* | | 80* | 59* |
| | < 30,0 | 56,3 | < 26,0 | < 18,8 | | |
| <u>р. Сейм</u> | | | | | | |
| Сброс ПЛК | 20,0 | 30,0 | 25,0 | 25,0 | | |
| Выше сброса ПЛК | < 33,0 | < 33,5 | < 27,0 | < 29,5 | | |
| Выше сброса ПЛК, д. Анахино, т. 9 на рис. 4.11 (фон) | н* | | н* | | 40* | 34* |
| Ниже сброса ПЛК | 30,0 | 30,0 | 34,0 | 37,0 | | |
| 100 м ниже сброса ПЛК, т. 4 на рис. 4.11 | н* | | н* | | 40* | 51* |
| Ниже сброса ПЛК, д. Малые Угоны, т. 8 на рис. 4.11 | н* | | н* | | 30* | 43* |
| <u>р. Реут</u> | | | | | | |
| Сброс ХФК | 67,7 | 65,3 | 42,5 | 47,2 | | |
| Выше сброса ХФК | < 30,0 | 40,0 | < 30,0 | < 32,9 | | |
| 4 км выше сброса, т. 2 на рис. 4.11 (фон) | н* | | н* | | 70* | 61* |
| Ниже сброса ХФК | < 34,9 | 40,6 | < 26,8 | 36,5 | | |
| 0,5 км ниже сброса, т. 3 на рис. 4.11 | н* | | н* | | 70* | 64* |

Примечание: * – данные УГМС ЦЧО;

н – ниже предела обнаружения.

По данным ЛВРК КуАЭС в 2007 г. в воде водоема-охладителя, р. Сейм и р. Реут (в сбросных водах и ниже сброса) эпизодически регистрировались радионуклиды техногенного происхождения ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co. Максимальные значения объемной активности наблюдались в месте сброса ХФК: ¹³⁷Cs с активностью 67,7 мБк/л и ⁶⁰Co с активностью до 42 мБк/л. Однако эти значения были на два – три порядка ниже уровней вмешательства в воде по НРБ-99 для ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co (1,1·10⁴ мБк/л и 4,1·10⁴ мБк/л соответственно).

По данным УГМС ЦЧО в 2007 г. средние за год значения объемной активности Σβ в водных объектах, расположенных в зоне влияния КуАЭС, были близки к значениям в фоновых точках (т. 2 – р. Реут, т. 9 – р. Сейм). По данным γ-спектрометрического анализа объемная активность техногенных радионуклидов в водных объектах не превышала предела обнаружения (3–6 мБк/л).

В районе КуАЭС водопотребление на коммунально-бытовые нужды осуществляется только из подземных источников. Для питьевых целей в г. Курчатове используется смешанная вода, отобранная из Тарасовского и Дичнянского водозаборов. Результаты анализов проб питьевой воды [21] показали, что в 2007 г. объемные активности радионуклидов (¹³⁷Cs – < 27 мБк/л, ⁶⁰Co – < 23 мБк/л) были как минимум на два – три порядка ниже уровней вмешательства в воде по НРБ-99 [3]. Суммарная объемная γ-активность воды из этих водозаборов составляла < 27 мБк/л и была сравнима со средним значением этой величины за последние пять лет (< 34 мБк/л).

Контроль за содержанием радиоактивных веществ в донных отложениях проводился ЛВРК КуАЭС в сбросном и заборном каналах водоема-охладителя и в пяти точках водоема-охладителя,

расположенных от места сброса теплых вод до подводящего канала, а также в р. Реут и в р. Сейм. Результаты анализа проб донных отложений [21] представлены в табл. 4.46.

Таблица 4.46

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях в районе КуАЭС в 2006–2007 гг., Бк/кг в.-с. (данные ЛВРК КуАЭС)

| Место отбора проб | ¹³⁷ Cs | | ⁶⁰ Co | |
|--|-------------------|---------|------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Отводящий канал, водоема-охладителя | 1,8 | 1,5 | < 0,4 | < 0,9 |
| Подводящий канал, водоема-охладителя | 3,7 | 3,2 | < 0,2 | 1,1 |
| Водоем-охладитель, 200 м ниже струераспределительной дамбы | 17,8 | 1,7 | < 0,2 | 1,1 |
| Водоем-охладитель, район БНС-3 | 1,2 | 1,4 | < 0,3 | < 1,2 |
| Водоем-охладитель, восточная часть | < 0,7 | < 0,8 | < 0,6 | < 0,8 |
| Водоем-охладитель, район СЭС | 3,1 | 3,6 | < 0,5 | < 1,8 |
| Водоем-охладитель, район ЛВРК | 3,0 | 2,4 | < 0,3 | < 0,9 |
| р. Сейм (выше сброса), д. Макаровка | 1,3 | < 1,2 | < 0,1 | < 1,1 |
| р. Сейм, сброс ПЛК | < 1,1 | < 1,2 | 1,2 | < 1,0 |
| р. Сейм (ниже сброса), х. Александровский | 9,4 | 3,5 | < 0,3 | < 1,4 |
| р. Реут, 100 м выше сброса ХФК | 38,7 | 29,7 | < 0,4 | < 1,8 |
| р. Реут, сброс ХФК | 37,9 | 40,8 | 5,0 | 14,5 |
| р. Реут, 100 м ниже сброса ХФК | 32,5 | 59,7 | 10,5 | 12,0 |

Как видно из табл. 4.46, в 2007 г. в пробах донных отложений удельная активность ¹³⁷Cs изменялась в диапазоне от < 0,7 до 38,7 Бк/кг в.-с. ⁶⁰Co был зарегистрирован почти во всех пунктах отбора проб в реках Сейм и Реут. Максимальное загрязнение донных отложений ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co, как и в предыдущие годы, наблюдалось, в р. Реут и составляло соответственно 37,7 Бк/кг в.-с. (выше сброса ХФК) и 10,5 Бк/кг в.-с. (в 100 м ниже сброса ХФК). Зарегистрированные ЛВРК уровни загрязнения донных отложений были в 260 и более раз ниже нормативов, установленных для КуАЭС Минприроды 05.01.2003: для ¹³⁷Cs – 10⁴ Бк/кг, для ⁶⁰Co – 10⁴ Бк/кг. Суммарная γ-активность радионуклидов в донных отложениях сопоставима с суммарной γ-активностью, усредненной за последние пять лет [21].

Для контроля за уровнем загрязнения грунтовых вод ЛВРК КуАЭС регулярно отбирались пробы воды при помощи ручных пробоотборников из контрольных скважин [21], расположенных вокруг хранилищ ХЖО, ХОЯТ, ХЖТО, по периметру вокруг главных корпусов 1-ой и 2-ой очереди. В 2007 г. измерение суммарной β-активности воды проводилось с помощью малофоновой установки УМФ-2000 (диапазон измерений активности Σβ от 0,1 до 3·10³ Бк с погрешностью не более 15 %) в связи с чем результаты измерений 2007 г. значительно точнее, чем в 2006 г. В 2007 г. среднегодовая объемная суммарная β-активность воды в контрольных скважинах определялась, в основном, природным радионуклидом ⁴⁰K и не превышала допустимого уровня по НРБ-99 (1 Бк/л).

Снег

По данным УГМС ЦЧО [22] наибольшая объемная активность Σβ в талой воде (44 мБк/л) наблюдалась в п. 1 (3 км на юго-запад от д. Дичня), а наибольшая плотность загрязнения снежного покрова Σβ (0,66 Бк/м²) наблюдались в п. 10 (0,5 км на запад от п. Дроняевский) (см. рис. 4.11 и табл. 4.47). Значения объемной активности Σβ в талой воде и плотности загрязнения снежного покрова Σβ по пунктам наблюдения в среднем оставались на уровне прошлого года или незначительно их превышали, а также в некоторых пунктах превышали значения в фоновой точке в 2–2,5 раза.

**Содержание $\Sigma\beta$ в снеге в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2006–2007 гг.
(данные УГМС ЦЧО)**

| Пункт отбора пробы (рис. 4.11) | Плотность загрязнения, Бк/м ² | | Объемная активность в талой воде, мБк/л | |
|---|---|---------|--|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| п. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня | 0,62 | 0,40 | 44 | 24 |
| п. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка | 0,52 | 0,37 | 36 | 22 |
| п. 4 – 1,5 км на запад от д. Иваново | 0,19 | 0,50 | 16 | 30 |
| п. 5 – западная окраина д. Большие Угоны | 0,51 | 0,59 | 32 | 35 |
| п. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка | 0,28 | 0,57 | 19 | 34 |
| п. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка | 0,17 | 1,06 | 11 | 64 |
| п. 10 – 0,5 км на запад от п. Дроняевский | 0,66 | 0,28 | 39 | 24 |
| п. 12 – метеостанция г. Курчатов | 0,18 | 0,75 | 12 | 45 |
| п. 13 – метеостанция г. Курск (фон) | 0,26 | 0,33 | 18 | 20 |

Почва и растительность

Пробы почвы отбирались ЛВРК КуАЭС [21] из поверхностного слоя земли, в местах расположения пунктов отбора проб атмосферных аэрозолей и выпадений. Результаты анализа проб показали, что основным техногенным радионуклидом во всех пробах почвы является ¹³⁷Cs. Средние значения удельных активностей ¹³⁷Cs в почве в 2007 г. составляли: в СЗЗ – 56,0 Бк/кг, в ЗН – 32,0 Бк/кг, при средних значениях за последние 5 лет 47,6 Бк/кг и 43,9 Бк/кг соответственно. Кроме ¹³⁷Cs в пробах почвы эпизодически регистрировался ⁶⁰Co.

Радиоактивное загрязнение растительного покрова в районе возможного влияния газоаэрозольных выбросов из венттруб АЭС в 2007 г. контролировалось УГМС ЦЧО [22] при ежемесячных маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС с мая по август в восьми пунктах, совпадающих с пунктами отбора проб снега (рис. 4.11), и на аэрологической станции в г. Курске (фоновая точка). В пробах растительности определялась удельная активность техногенных ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co и природных ⁴⁰K и ⁷Be радионуклидов, а также активность $\Sigma\beta$. В табл. 4.48 представлены усредненные по четырем измерениям (май – август) значения по каждому пункту отдельно.

Таблица 4.48

**Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2007 г.
(данные УГМС ЦЧО)**

| Пункт отбора пробы (рис. 4.11) | Плотность загрязнения, Бк/м ² | | | | Удельная активность, Бк/кг в.-с. | | | |
|---|---|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| | $\Sigma\beta$ | ¹³⁷ Cs | ⁴⁰ K | ⁷ Be | $\Sigma\beta$ | ¹³⁷ Cs | ⁴⁰ K | ⁷ Be |
| п. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня | 362 | 1,9 | 399 | 135 | 425 | 2,1 | 523 | 154 |
| п. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка | 300 | 3,0 | 471 | 135 | 282 | 2,7 | 467 | 116 |
| п. 4 – 1,5 км на запад от д. Иваново | 314 | 1,1 | 419 | 90 | 527 | 2,0 | 751 | 151 |
| п. 5 – западная окраина д. Большие Угоны | 285 | 3,7 | 484 | 176 | 355 | 4,0 | 637 | 206 |
| п. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка | 300 | 2,3 | 409 | 102 | 372 | 3,6 | 613 | 140 |
| п. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка | 280 | 2,7 | 562 | 138 | 285 | 2,7 | 569 | 133 |
| п. 10 – 0,5 км на запад от п. Дроняевский | 293 | 0,9 | 402 | 102 | 308 | 0,9 | 425 | 111 |
| п. 12 – метеостанция г. Курчатов | 240 | 2,3 | 444 | 102 | 285 | 2,8 | 510 | 137 |
| п. 13 – метеостанция г. Курск (фон) | 239 | 1,0 | 579 | 72 | 382 | 1,5 | 831 | 92 |

Из табл. 4.48 видно, что содержание ¹³⁷Cs в растительности в 20-км зоне АЭС в 2007 г. составило 2,5 Бк/кг в.-с., что находится на уровне 2006 г. [8]. Максимальная удельная активность ¹³⁷Cs в месячной пробе растительного покрова наблюдалась в п. 5 (рис. 4.11) – 5,8 Бк/кг [22], там же наблюдалась и наибольшая осредненная по четырем месяцам удельная активность ¹³⁷Cs – 4,0 Бк/кг. Наибольшая осредненная по четырем измерениям удельная активность $\Sigma\beta$ в растительности наблю-

далась в п. 4 – 527 Бк/кг, с максимальным месячным значением 695 Бк/кг. В целом, в 2007 г. среднегодовые значения активностей техногенных и природных радионуклидов незначительно отличалась от средних значений предыдущего года, однако в некоторых пунктах превышали фоновые значения в 1,5–3 раза. Удельная активность $\Sigma\beta$ в растительности в 2007 г. была в 1,5–3 раза ниже, чем в предыдущем.

В 2007 г. ЛВРК КуАЭС для анализа на радиационный контроль были отобраны продукты питания местного производства [21]. Удельная активность ^{137}Cs в пищевых продуктах в 2007 г. была намного ниже нормативов по СанПиН-96 [9]: в молоке – $< 0,3$ Бк/кг сырой массы, в мясе – $< 0,2$ Бк/кг сырой массы, в зерновых культурах (пшеница, гречиха, ячмень, овес) – $< 0,3$ Бк/кг сырой массы, в горохе – $< 0,3$ Бк/кг сырой массы, в рыбе – $< 0,7$ Бк/кг сырой массы. Содержание ^{131}I в молоке составило $< 0,1$ Бк/кг сырой массы. Полученные значения удельной активности радионуклидов находятся на уровне чувствительности измерительной аппаратуры.

Радиационный фон на местности

По данным [22] ежемесячных измерений МЭД, проводимых УГМС ЦЧО во время маршрутных обследований 20-км зоны вокруг КуАЭС, в 2007 г. МЭД изменялась в пределах от 8 до 21 мкР/ч при среднем значении за год 13 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона. Среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне по данным 12 пунктов стационарной сети находились на уровне предыдущих лет и изменялись от 10 мкР/ч (с. Новоямское) до 20 мкР/ч (п. Дмитровск-Орловский). Максимальные суточные значения МЭД не превышали 25 мкР/ч. Повышенные значения МЭД в Дмитровске-Орловском связаны с остаточным радиоактивным загрязнением его территории после аварии на ЧАЭС в 1986 г.

По данным АСКРО ЛВРК КуАЭС [21] в 2007 г. среднегодовая величина МЭД в СЗЗ составила 10 мкР/ч, в ЗН – 9 мкР/ч. По измерениям, проводимым во время регламентных маршрутных обследований, среднегодовое значение МЭД в СЗЗ составило 12 мкР/ч, в ЗН – 13 мкР/ч, что практически не отличается по величине от значений МЭД предпускового периода станции в 1975 г. (11 мкР/ч) [21]. Максимальные значения МЭД не превышали 17 мкР/ч.

Поглощенная за год доза в ЗН КуАЭС [21] изменялась от $50 \cdot 10^{-5}$ до $69 \cdot 10^{-5}$ Гр, что находится на уровне значения в контрольном п. Селекционный, расположенном в 30 км от АЭС ($58 \cdot 10^{-5}$ Гр).

Из результатов расчета ЛВРК КуАЭС дозовых нагрузок на население региона КуАЭС [21] следует, что в 2007 г. эффективная доза облучения радионуклидами газоаэрозольного выброса не превышала регламентированную величину эффективного дозового предела от выбросов. Максимальный уровень радиационного воздействия на критическую группу населения г. Курчатова (дети в возрасте 1–2 года), обусловленный газоаэрозольными выбросами, составил 0,7 мкЗв/год, то есть 7 % от минимально значимой дозы (10 мкЗв/год).

Таким образом, проведенный радиационный мониторинг показал, что радиационная обстановка в 100-км зоне КуАЭС в последние годы остается стабильной. Влияние Курской АЭС в 2007 г. выражалось, в основном, в присутствии в приземной атмосфере СЗЗ, ЗН и 100-км зоны продуктов деления и нейтронной активации, в основном ^{137}Cs и ^{60}Co . Объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе были в 10^5 – 10^6 раз меньше допустимых уровней и не представляли опасности для здоровья населения.

4.8. Ленинградская АЭС

В 2007 г. на Ленинградской АЭС (ЛАЭС) эксплуатировалось четыре энергоблока (№ 1 и № 2 – первая очередь, № 3 и № 4 – вторая очередь) с реакторами РМБК-1000, введенными в эксплуатацию в 1973, 1975, 1979 и 1981 гг. соответственно. Проектная мощность каждого блока составляет 1000 МВт [23].

ЛАЭС расположена в 80 км западнее г. Санкт-Петербурга на побережье Копорской губы Финского залива Балтийского моря (см. рис. 4.13). Первая очередь АЭС расположена примерно в 5 км в юго-западном направлении от г. Сосновый Бор, вторая очередь – в 2 км в западном направлении.

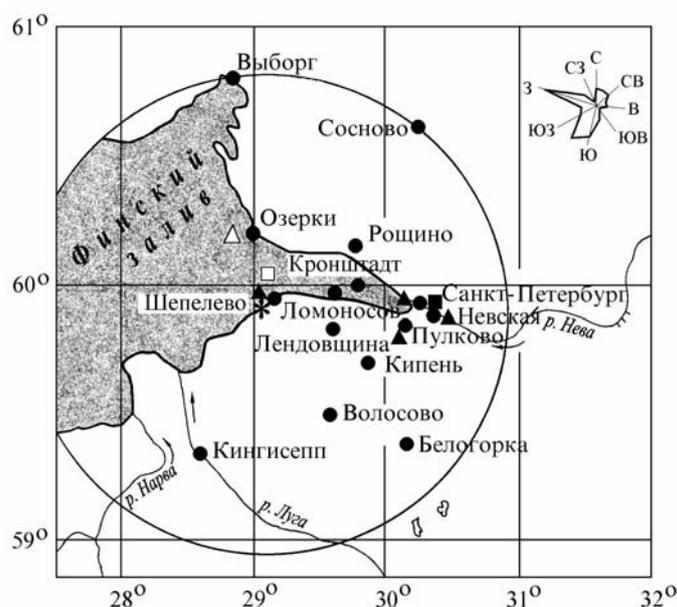


Рис. 4.13. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ЛАЭС:

- * – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- △ □ – планируемые наблюдения.

Общая площадь, занимаемая ЛАЭС, составляет 4,54 км². СЗЗ ЛАЭС ограничена радиусом 1,5 км, ЗН – площадью радиусом 17 км. В ЗН проживает 81,55 тыс. человек, из них 7,8 % – дети. Наиболее крупные населенные пункты: г. Сосновый Бор (65,11 тыс. человек), градообразующим предприятием которого является ЛАЭС, и п. Лебяжье (5,4 тыс. человек).

Подробное описание геофизических и климатических характеристик района размещения ЛАЭС приведено в [6].

Среднегодовая скорость ветра в районе размещения ЛАЭС [23] в 2007 г. составила 3,4 м/с. Количество штилевых дней в году – 3. Наибольшие скорости ветра наблюдались в осенне-зимний период (8–15 м/с).

На территории промплощадки ЛАЭС расположено хранилище отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ), заполненное на 85 % [23]. На 2008 г. намечен ввод в эксплуатацию пристройки к

ХОЯТ, в котором разместится отделение разделки отработавших тепловыделяющих сборок для их последующего «сухого хранения» в железобетонных контейнерах на промплощадке. Основные хранилища жидких и твердых РАО (ХЖО и ХТРО), а также системы их переработки расположены на территории площадки комплекса переработки отходов [23]. В настоящее время ведутся строительные-монтажные работы по установке цементирования гетерогенных ЖРО (филтроперлитов и ионообменных смол), ввод в эксплуатацию которой намечен на 2008 г.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на ЛАЭС осуществляются через три вентиляционные трубы (первой, второй очереди и комплекса переработки отходов). Данные о газоаэрозольных выбросах ЛАЭС в 2007 г. и для сравнения в 2006 г. приведены в табл. 4.49 [4, 23].

Таблица 4.49

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на ЛАЭС, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ⁶⁰ Со | 2,5·10 ⁹ | 1,25·10 ⁸ | 1,96·10 ⁸ | - 7,10·10 ⁷ |
| ¹³¹ И | 9,3·10 ¹⁰ | 1,7·10 ⁹ | 8,89·10 ⁸ | + 8,11·10 ⁸ |
| ¹³⁴ Сs | 1,4·10 ⁹ | 1,46·10 ⁷ | 3,72·10 ⁷ | - 2,26·10 ⁷ |
| ¹³⁷ Сs | 4,00·10 ⁹ | 1,53·10 ⁸ | 1,70·10 ⁸ | - 1,70·10 ⁷ |
| Сумма ИРГ | 3,7·10 ¹⁵ | 3,69·10 ¹⁴ | 6,57·10 ¹⁴ | - 2,88·10 ¹⁴ |

Из приведенных в табл. 4.49 данных видно, что годовые выбросы радионуклидов на ЛАЭС в 2007 г. не превышали допустимых и составляли, в основном, 1–5 %, а выбросы суммы ИРГ – 10 % от установленных нормативов. В 2007 г. выбросы ¹³¹И были выше, чем в 2006 г. в 1,9 раза. Выбросы остальных регламентируемых радионуклидов на ЛАЭС снизились. Основная причина увеличения выбросов ¹³¹И в 2007 г. связана с выгрузкой негерметичных ТВС на первой и второй очереди ЛАЭС в июле 2007 г. и внеплановой остановкой энергоблока № 2 при наличии негерметичных ТВС. Снижение в 1,8 раза выбросов суммы ИРГ обусловлено внедрением на энергоблоке № 4 замкнутой системы очистки сдувок с циркубака СУЗ [23].

Подробное описание источников водопользования ЛАЭС приведено в [6]. Сбросы очищенных на ЛАЭС дебалансных вод производятся в Копорскую губу Финского залива. Данные о сбросах радионуклидов со сточными водами ЛАЭС в 2007 г. в сравнении с 2006 г. и допустимыми сбросами приведены в табл. 4.50 [23].

Таблица 4.50

Сбросы радионуклидов со сточными водами на ЛАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый сброс | Фактический сброс | | Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ⁶⁰ Со | 3,9·10 ⁹ | 5,33·10 ⁵ | 8,45·10 ⁵ | - 3,12·10 ⁵ |
| ¹³⁷ Сs | 1,1·10 ⁹ | 3,21·10 ⁶ | 9,73·10 ⁵ | + 2,24·10 ⁵ |

Из табл. 4.50 видно, что в сбросных водах в 2007 г. из техногенных радионуклидов присутствовали ⁶⁰Со и ¹³⁷Сs, годовые сбросы которых составляли соответственно 0,01 и 0,3 % от установленных нормативов.

Радиационная обстановка вокруг ЛАЭС в радиусе до 100 км контролируется Северо-Западным УГМС (см. рис. 4.13), а в радиусе до 30 км – лабораторией внешней дозиметрии (ЛВД) ЛАЭС.

В 2007 г. в СЗЗ и ЗН ЛАЭС ЛВД проводила контроль [23]:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в пунктах постоянного наблюдения путем отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью 600 м³/ч на аэрозольные фильтры ФПП-15-1,7. Время экспозиции фильтров – 10 дней;
- радиоактивности атмосферных выпадений с использованием металлических кювет площадью 0,3 м², время экспозиции которых составляло 1 месяц;
- радиоактивного загрязнения питьевой воды, воды из открытых водоемов, сбросных и подводящих каналов и скважин промплощадки;
- содержания радионуклидов в почве, в рыбе, выращенной в садках рыбного хозяйства станции и выловленной в Копорской губе Финского залива, и в продуктах питания местного производства;
- мощности экспозиционной дозы γ -излучения и годовой поглощенной дозы на местности.

Гамма-спектрометрический анализ отобранных проб проводился на двухканальном γ -спектрометре фирмы «ORTEC» с двумя полупроводниковыми детекторами из сверхчистого германия. Для измерения активности $\Sigma\beta$ в пробах использовался радиометр РИБ-03Р «СИВУЧ» и радиометр УМФ-2000.

Для контроля мощности экспозиционной дозы γ -излучения и годовой поглощенной дозы ЛВД ЛАЭС использовались следующие средства: автоматическая система дозиметрического контроля радиационной обстановки окружающей среды ААМ-90 (25 стационарных измерительных станций и одна мобильная: 10 станций размещено на промплощадке, 15 станций – в СЗЗ и ЗН); дозиметры ДРГ-01Т1, ДБГ-06Т и ДКГ-01Д; поисковый прибор СРП-68-01; радиометр-дозиметр МКС-01Р.

Северо-Западное УГМС [16] в 2007 г. в 100-км зоне вокруг ЛАЭС контролировало следующие параметры окружающей среды:

- радиоактивные атмосферные выпадения с суточной экспозицией в трех пунктах, в четвертом пункте (Шепелево) наблюдения начали проводить только с декабря 2007 г.;
- мощность экспозиционной дозы γ -излучения на 14 стационарных пунктах наблюдения.

Гамма-спектрометрический анализ проб и измерение $\Sigma\beta$ в пробах аэрозолей и выпадений проводились в лаборатории Северо-Западного УГМС, а радиохимический – в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун».

Приземный слой атмосферы

В табл. 4.51 приведены данные ЛВД ЛАЭС [23] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН в 2006–2007 гг.

Таблица 4.51

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе ЛАЭС, 10⁻⁷ Бк/м³ (данные ЛВД ЛАЭС)

| Радионуклид | СЗЗ | | ЗН | | ДАО _{НАЭС} , Бк/м ³ |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | |
| ¹³⁷ Cs | 43 | 32 | 38 | 31 | 27 |
| ¹³⁴ Cs | 6,7 | 4,4 | 11,4 | 3,9 | 19 |
| ⁶⁰ Co | 30 | 22 | 62 | 28 | 11 |
| ⁵⁴ Mn | 11,5 | 4,6 | 19,4 | 4,6 | 72 |
| ⁵¹ Cr | 88 | 24 | 160 | 24 | 2500 |

Из табл. 4.51 видно, что в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН ЛАЭС присутствуют продукты деления и нейтронной активации, отсутствующие в составе глобального радиоактивного фона. В 2007 г. объемные активности ^{137}Cs , ^{134}Cs и ^{54}Mn в СЗЗ были практически на уровне значений этих радионуклидов в ЗН, объемные активности ^{60}Co и ^{51}Cr в ЗН были в 1,8–2 раза выше, чем в СЗЗ. По сравнению с предыдущим годом объемные активности радионуклидов в СЗЗ увеличились в 1,3–3,7 раза. В ЗН объемные активности всех регистрируемых радионуклидов увеличились в 1,2–6,7 раза по сравнению с 2006 г. Основная доля активности в воздухе СЗЗ и ЗН обусловлена ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{51}Cr .

Как и в 2006 г., среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН ЛАЭС в 2007 г. была выше средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs в воздухе для Севера ЕТР ($2,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) соответственно в 20 и 18 раз, но на семь порядков ниже ДОА_{НАС.} по НРБ-99 [3]. Среднегодовая объемная активность остальных зарегистрированных радионуклидов была на семь – девять порядков ниже ДОА_{НАС.} по НРБ-99.

Данные Северо-Западного УГМС [16] о среднемесячных и максимальных суточных атмосферных выпадениях $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг ЛАЭС в 2007 г. приведены в табл. 4.52. Максимальное значение суточных выпадений $\Sigma\beta$ наблюдалось в 100-км зоне ЛАЭС в ноябре в Санкт-Петербурге – 3,1 Бк/м²-сутки. Годовые выпадения $\Sigma\beta$ во всех пунктах 100-км зоны ЛАЭС остались на уровне 2006 г. и не превышали региональных выпадений на Севере ЕТР.

Таблица 4.52

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения (Р, Бк/м²-сутки) и объемные активности (q, 10⁻⁵ Бк/м³) $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ЛАЭС в 2007 г. (данные Северо-Западного УГМС)

| Месяц | | С.-Петербург, ОГМС | | Невская | Пулково | Шепелево | Север ЕТР | |
|--|---|--------------------|----|---------|---------|----------|-----------|------|
| | | Р | q | Р | Р | Р | Р | q |
| Январь | с | 0,4 | - | 0,7 | 0,5 | - | 0,9 | 5,3 |
| | м | 1,1 | - | 1,5 | 1,4 | - | | |
| Февраль | с | 0,6 | - | 0,5 | 0,4 | - | 0,9 | 6,6 |
| | м | 1,3 | - | 2,0 | 1,3 | - | | |
| Март | с | 0,8 | - | 0,7 | 0,3 | - | 0,7 | 8,2 |
| | м | 1,7 | - | 2,0 | 0,9 | - | | |
| Апрель | с | 0,6 | - | 0,7 | 0,6 | - | 0,6 | 6,7 |
| | м | 1,4 | - | 1,7 | 1,5 | - | | |
| Май | с | 0,6 | - | 0,4 | 0,4 | - | 0,7 | 8,5 |
| | м | 1,9 | - | 1,4 | 1,3 | - | | |
| Июнь | с | 0,6 | - | 0,4 | 0,4 | - | 0,6 | 7,2 |
| | м | 2,3 | - | 1,3 | 1,5 | - | | |
| Июль | с | 0,6 | - | 0,6 | 0,4 | - | 0,4 | 8,0 |
| | м | 1,9 | - | 1,6 | 1,3 | - | | |
| Август | с | 0,8 | -- | 0,5 | 0,5 | - | 0,5 | 10,4 |
| | м | 1,7 | - | 1,3 | 2,5 | - | | |
| Сентябрь | с | 0,8 | - | 0,7 | 0,5 | - | 0,6 | 8,5 |
| | м | 2,1 | - | 1,6 | 1,7 | - | | |
| Октябрь | с | 0,7 | - | 0,8 | 0,6 | - | 0,8 | 11,0 |
| | м | 1,6 | - | 2,3 | 1,5 | - | | |
| Ноябрь | с | 0,7 | - | 0,4 | 0,5 | - | 0,8 | 9,1 |
| | м | 3,1 | - | 1,2 | 1,6 | - | | |
| Декабрь | с | 0,5 | - | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 15,9 |
| | м | 1,1 | - | 1,6 | 2,0 | 1,3 | | |
| Среднее: Бк/ м ² -сутки 10 ⁻⁵ Бк/м ³ | | 0,6 | - | 0,6 | 0,5 | - | 0,7 | 8,8 |
| Сумма, Бк/м ² -год | | 219 | | 219 | 183 | - | 256 | |

Примечание: -- отбор проб не проводился.

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений в СЗЗ, ЗН ЛАЭС и контрольном пункте [23] свидетельствует о том, что в 2007 г., как и в предшествующем году, выпадения основных техногенных радионуклидов не превышали МДА (МДА для ^{137}Cs и ^{60}Co составляет $0,07 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$, для ^{134}Cs и ^{54}Mn – $0,05 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$, для ^{51}Cr – $0,1 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$).

Вода и другие объекты окружающей среды

Контроль источников питьевой воды проводился ЛВД ЛАЭС периодически в реках Систе и Коваши – основном и резервном источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения и в оз. Бабинское – контрольном водоеме.

В воде рек Систы и Коваши объемная активность ^{137}Cs была практически на уровне 2006 г. и составляла соответственно 34 мБк/л и 35 мБк/л , а в контрольном водоеме – 33 мБк/л . Полученные значения составляют $0,3 \%$ от уровня вмешательства для ^{137}Cs по НРБ-99 [3].

В 2007 г. контроль донных отложений проводился, как и в 2006 г., на удалении 1 км от устья сбросного канала 1-й очереди в связи с отсутствием донных отложений в самих устьях. Удельная активность ^{137}Cs составляла $30,1 \text{ Бк/кг в.с.}$, что в $1,3$ раза выше удельной активности в контрольном водоеме (в Финском заливе).

Контроль грунтовых вод в НС (на промплощадке – 45 скважин, на территории комплекса переработки отходов (КПО) – 80 скважин) в 2007 г. проводился на ЛАЭС ежеквартально с помощью ручного пробоотборника [23]. Радиометрический анализ проб подземных вод из НС не выявил превышения нормативов по активности $\Sigma\beta$. Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в воде скважин не увеличилась по сравнению с предыдущим годом, оставаясь на уровне предшествующих пяти лет. Максимальное значение объемной активности $\Sigma\beta$ в воде НС промплощадки в 2007 г. составило $0,79 \text{ Бк/л}$, а на территории КПО – $0,82 \text{ Бк/л}$.

По данным γ -спектрометрического анализа проб почвы, проведенного ЛВД ЛАЭС, основным техногенным радионуклидом в почве СЗЗ и ЗН является ^{137}Cs . В СЗЗ и ЗН содержание ^{137}Cs в 2007 г. ($1,70 \text{ кБк/м}^2$ и $1,86 \text{ кБк/м}^2$ соответственно), как и в последние годы, находилось на уровне загрязнения почвы ^{137}Cs в контрольном пункте ($1,68 \text{ кБк/м}^2$) и на уровне глобального фона. Содержание ^{60}Co в пробах почвы было ниже минимально детектируемой активности – 100 Бк/м^2 .

Удельная активность продуктов питания местного производства по данным ЛВД ЛАЭС приведена в табл. 4.53. Из табл. 4.53 видно, что содержание ^{137}Cs во всех продуктах, кроме корнеплодов, было на уровне 2006 г., в корнеплодах – в $2,5$ раза выше, но значительно ниже нормативов установленных СанПиН-96 [9].

По данным ежедневных наблюдений Северо-Западного УГМС в 2007 г. среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг ЛАЭС изменялись в пределах от 10 до 17 мкР/ч , максимальные среднесуточные значения достигали 20 мкР/ч (в Выборге), что соответствует природным флуктуациям естественного γ -фона.

Согласно данным АСКРО ЛАЭС [23] средние значения мощности дозы γ -излучения на местности в 2007 г. составляли: на промплощадке – 12 мкР/ч , в СЗЗ – 11 мкР/ч , в ЗН – 9 мкР/ч , в контрольном пункте Бегуницы (в 32 км от АЭС) – 9 мкР/ч . Максимальные значения МЭД в СЗЗ и ЗН составляли $21\text{--}24 \text{ мкР/ч}$.

**Удельная активность продуктов питания местного производства
в окрестностях ЛАЭС, Бк/кг сырой массы
(данные ЛВД ЛАЭС)**

| Вид пробы | ¹³⁷ Cs | |
|----------------------------|-------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. |
| Овощи | 3,6 | 3,00 |
| Корнеплоды | 4,1 | 1,60 |
| Ягоды | 8,9 | 10,4 |
| Допустимая уд. акт. | 40 | |
| Грибы | 24,0 | 29,2 |
| Допустимая уд. акт. | 500 | |
| Рыба | 8,1 | 6,1 |
| Допустимая уд. акт. | 130 | |

По данным измерений МЭД по регламентным маршрутам ЛВД АЭС [23] средние значения мощности дозы γ -излучения на местности в 2007 г. составляли: на промплощадке – 13 мкР/ч, в СЗЗ – 12 мкР/ч, в ЗН – 11 мкР/ч, в контрольном пункте Бегуницы – 12 мкР/ч. Максимальное значение МЭД в СЗЗ и ЗН составляло 17 мкР/ч. Годовая эффективная доза населения, обусловленная выбросами радионуклидов ЛАЭС, в 2007 г. не превышала 10 мкЗв.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что ЛАЭС оказывает незначительное влияние на радиационную обстановку в 30-км зоне наблюдения АЭС. Это влияние выражается в превышении фоновых уровней по объемной активности ¹³⁷Cs в воздухе и присутствием в приземной атмосфере зоны наблюдения АЭС продуктов нейтронной активации (⁶⁰Co, ⁵⁴Mn и ⁵¹Cr), отсутствующих в составе глобального фона. Однако объемные активности этих радионуклидов на семь – девять порядков ниже допустимых по НРБ-99. В 100-км зоне вокруг ЛАЭС содержание радиоактивных продуктов в других объектах окружающей среды практически не превышало фоновых уровней.

4.9. Нововоронежская АЭС

Нововоронежская АЭС (НВАЭС) является первой из отечественных атомных станций с реакторами типа ВВЭР. Станция сооружена в три очереди: первая очередь – энергоблоки № 1 и № 2, вторая – энергоблоки № 3 и № 4, третья – энергоблок № 5. В 2007 г. на НВАЭС находились в эксплуатации 3 энергоблока: два (№ 3 и № 4) – с мощностью 417 МВт и один (№ 5) – 1000 МВт. Энергоблоки № 1 и № 2 остановлены в 1984 и 1990 гг. соответственно.

НВАЭС расположена на левом берегу р. Дон в Каширском районе Воронежской области. В районе НВАЭС климат умеренно-континентальный с хорошо выраженными сезонами года. Среднегодовая температура в районе НВАЭС в 2007 г. составила +9°C, максимальная среднемесячная температура наблюдалась в августе (+23,1°C), минимальная – в феврале (-7,0°C) [24]. Среднегодовая относительная влажность воздуха в 2007 г. составила 73 %; годовое количество атмосферных осадков – 519 мм. В районе НВАЭС чаще всего наблюдаются состояния устойчивости атмосферы близкие к нейтральным. Преобладающим направлением ветра в 2007 г. было юго-восточное. Среднегодовое значение скорости ветра составило 2,5 м/с.

Санитарно-защитная зона вокруг НВАЭС [24] имеет радиусы: 2,25 км – от венттрубы 3 и 4 блоков и 2 км – от венттрубы 5 блока. ЗН имеет радиус 20 км от НВАЭС. Площадь СЗЗ ~ 17,8 км², площадь ЗН – 2 809,7 км². В зоне наблюдения проживает более 100 тыс. человек. Напротив промп-

лощадки НВАЭС на правом берегу р. Дон находятся два населенных пункта (с. Архангельское и д. Пашенково), на окраине которых несколько жилых домов расположены на внешней границе СЗЗ. К северу от промплощадки на расстоянии 3–7 км расположен г. Нововоронеж (35,6 тыс. жителей), градообразующим предприятием которого является НВАЭС. В 45 км к северу и в 50 км к юго-востоку от АЭС находятся два крупных населенных пункта: г. Воронеж (число жителей около 887 тыс. человек) и г. Лиски (54 тыс. жителей) соответственно.

Обращение с жидкими и твердыми радиоактивными отходами на НВАЭС подробно описано в [1].

Источниками выбросов на АЭС являются: венттрубы энергоблоков (3 трубы высотой 120 м каждая), вентсистема горячей камеры, хранилища радиоактивных отходов. Данные [24] о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на НВАЭС в атмосферу в 2007 г. и для сравнения в 2006 г. приведены в табл. 4.54.

Таблица 4.54

Выбросы радионуклидов в атмосферу на НВАЭС, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ⁶⁰ Co | $7,40 \cdot 10^9$ | $5,59 \cdot 10^8$ | $2,87 \cdot 10^8$ | $+ 2,72 \cdot 10^8$ |
| ¹³¹ I | $1,80 \cdot 10^{10}$ | $3,36 \cdot 10^9$ | $1,90 \cdot 10^9$ | $+ 1,46 \cdot 10^9$ |
| ¹³⁴ Cs | $9,00 \cdot 10^8$ | $7,10 \cdot 10^7$ | $3,83 \cdot 10^7$ | $+ 3,27 \cdot 10^7$ |
| ¹³⁷ Cs | $2,00 \cdot 10^9$ | $1,11 \cdot 10^8$ | $7,12 \cdot 10^7$ | $+ 3,98 \cdot 10^7$ |
| Сумма ИРГ | $6,90 \cdot 10^{14}$ | $7,56 \cdot 10^{13}$ | $4,55 \cdot 10^{13}$ | $+ 3,01 \cdot 10^{13}$ |

Из приведенных в табл. 4.54 данных видно, что в 2007 г. на НВАЭС фактические годовые выбросы радионуклидов были выше, чем в 2006 г., но ниже допустимых и по отдельным радионуклидам не превышали 18,7 % от разрешенной величины. По данным [24] в 2007 г. наблюдались случаи превышения суточных контрольных уровней выбросов: 17 сентября – по ИРГ в 3,9 раза. Кроме того, в июне был немного превышен месячный контрольный уровень выброса по ¹³¹I (в 1,1 раза).

Основными источниками водопользования в районе НВАЭС являются: р. Дон, пруд-охладитель 5 блока, пруды рыбопроизводного хозяйства «Нововоронежский» (рыбхоз), артезианские водозаборы подземных вод.

Наливной пруд-охладитель 5 блока, характеристики которого были приведены в [1], расположен в пойме р. Дон выше береговой насосной станции № 1, 2 (см. рис. 4.14). Пруд используется не только для нужд НВАЭС, но и населением г. Нововоронежа для рыбохозяйственных, рекреационных и других целей.

Сбросы НВАЭС:

- хозяйственные воды промзоны сбрасываются на поля фильтрации (семь карт общей площадью $110\,000\text{ м}^2$);
- промливневая канализация промплощадки разгружается в р. Дон и пруд-охладитель;
- отработанные нормативно-чистые технические воды из реакторных отделений 1, 2 блоков, с установки химводопробоподготовки и чехов рыбхоза, продувочные и дебалансные воды из циркуляционной системы 3 и 4 блоков и пруда-охладителя, инфильтрат из пруда-охладителя, поступающий с разгрузкой подземных вод, загрязненные подземные воды из района ХЖО-2 сбрасываются в р. Дон;

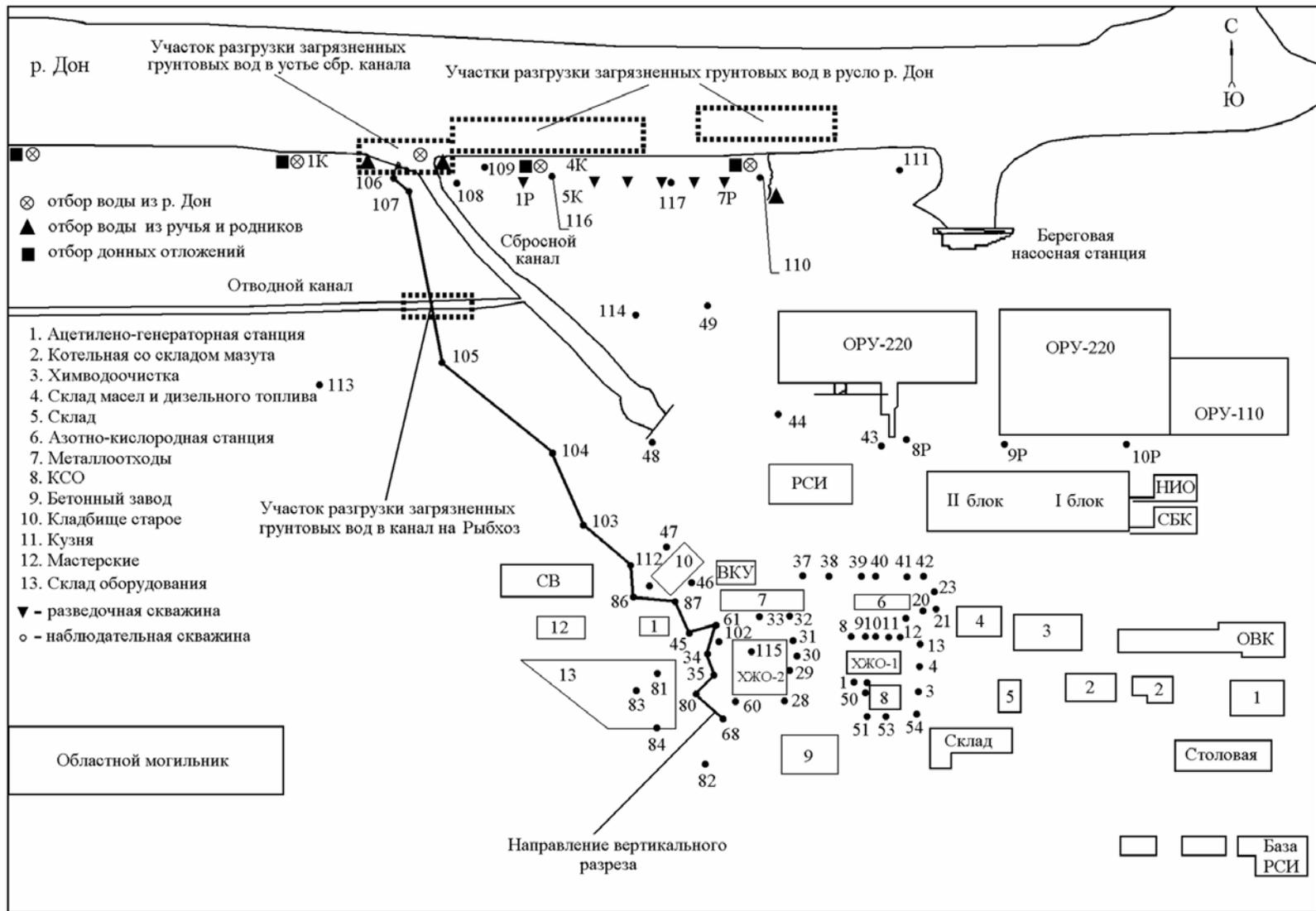


Рис. 4.14. Схема расположения наблюдательных скважин в зоне загрязнения протечками из ХЖО-2 на НВАЭС

- отработанные нормативно-чистые механические воды из реакторного отделения 5 блока, циркуловоды 5 блока и инфильтрат с полей фильтрации НВАЭС, поступающий с разгрузкой подземных вод, сбрасываются в водоем-охладитель 5 блока.

Подробное описание источников технического водоснабжения и сброса сточных вод на атомной станции было приведено в [25].

Проектных сбросов ЖРО в водоемы-охладители и на поля фильтрации НВАЭС не производится. Однако в марте 1985 г. произошло загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2 в результате нештатной утечки ЖРО (~ 480 м³ [26]) из емкостей хранилища в подстилающий грунт с последующей инфильтрацией в первый не питьевой водоносный горизонт. До 90 % загрязнения пришлось на ⁶⁰Со, остальное – на ¹³⁷Сs и другие техногенные радионуклиды. За пределы ХЖО-2 поступило ⁶⁰Со – 76 ТБк и ¹³⁷Сs – 15 ТБк [26]. Радиоизотопы ¹³⁴Сs и ¹³⁷Сs были задержаны песком в первых полутора метрах от ХЖО-2. ⁶⁰Со в песке практически не задержался и опустился до водоупорного глиняного слоя, глубина которого в этом месте составляет примерно 18 м. Загрязненный песок был захоронен в могильники, расположенные между ХЖО-1 и ХЖО-2, вместе с которым было захоронено около 1,1 ТБк ¹³⁴Сs и ¹³⁷Сs. В октябре 1985 г. соотношение активностей ¹³⁴Сs/¹³⁷Сs в грунте составляло ~ 0,071 [26]. Для локализации загрязненных вод с 1986 г. до февраля 1991 г. проводилась откачка грунтовых вод из трех скважин (№№ 34, 61, 102). Всего было откачено 40000 м³ подземных вод, с которыми извлечено 8,9 ТБк ⁶⁰Со. Однако, это не смогло препятствовать формированию ореола загрязнения подземных вод с объемными активностями от 37 кБк/л (на расстоянии 50 м от ХЖО-2) до 0,37 кБк/л (на расстоянии 150 м от ХЖО-2 в сторону р. Дон), причем отмечалось снижение удельной активности ⁶⁰Со в воде в десять раз каждые 50 м [26]. Загрязненные подземные воды разгружаются в СЗЗ (см. рис. 4.14): на участке русла р. Дон, преимущественно между сбросным каналом 1, 2 блоков и береговой насосной станцией 1, 2 блоков; в ковше, устье и в средней части русла сбросного канала 1, 2 блоков; в средней части русла отводного канала на рыбхоз [27]. Начало поступления ⁶⁰Со в р. Дон, по оценке различных специалистов, относится к 1990–1994 гг. [26].

Данные по водоотведению и сбросу радионуклидов со сточными водами НВАЭС с учетом разгрузки подземных вод представлены в табл. 4.55 [4, 24].

Таблица 4.55

Сбросы радионуклидов на НВАЭС, Бк

| Приемник сточных вод | Наименование радионуклида | Допустимый сброс | Фактический сброс | | Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---|
| | | | 2007 г. | 2006 г. | |
| р. Дон | ¹³⁷ Сs | 4,20·10 ¹⁰ | 1,3·10 ⁸ | 6,6·10 ⁸ | - 5,3·10 ⁸ |
| | ⁶⁰ Со | 6,15·10 ¹¹ | 4,3·10 ¹⁰ | 2,5·10 ¹⁰ | + 1,8·10 ¹⁰ |
| | ⁹⁰ Sr | 7,84·10 ¹¹ | 5,9·10 ⁷ | 1,9·10 ⁸ | - 1,3·10 ⁸ |
| | ³ H | 5,66·10 ¹⁵ | - | 7,7·10 ¹¹ | - |
| пруд-охладитель 5 блока | ¹³⁷ Сs | 3,2·10 ⁹ | 4,6·10 ⁸ | 1,1·10 ⁹ | - 6,4·10 ⁸ |
| поля фильтрации НВАЭС | ¹³⁷ Сs | 3,4·10 ⁹ | 2,7·10 ⁷ | 6,8·10 ⁷ | - 4,1·10 ⁷ |
| | ¹³⁴ Сs | 1,2·10 ¹⁰ | 6,6·10 ⁴ | 3,1·10 ⁵ | - 2,4·10 ⁵ |
| | ⁶⁰ Со | 4,3·10 ⁹ | 4,4·10 ⁷ | 9,1·10 ⁷ | - 4,7·10 ⁷ |
| | ⁵⁴ Mn | 3,1·10 ¹⁰ | 1,9·10 ⁷ | 3,7·10 ⁷ | - 1,8·10 ⁷ |
| Рыбопитомник «Нововоронежский» | ¹³⁷ Сs | 4,2·10 ⁷ | 8,0·10 ⁶ | 5,1·10 ⁶ | + 2,9·10 ⁶ |
| | ⁶⁰ Со | 7,0·10 ⁸ | 1,9·10 ⁸ | 2,4·10 ⁸ | - 5,0·10 ⁷ |

Примечание: - - данные отсутствуют.

Из табл. 4.55 видно, что фактические сбросы радионуклидов в 2007 г. в штатном режиме работы НВАЭС не превышали разрешенных величин. Годовые сбросы ^{137}Cs и ^{90}Sr в открытую гидрографическую сеть (р. Дон) в 2007 г. составляли 0,3 % и 0,008 % от допустимого сброса соответственно. Годовой сброс ^{60}Co в р. Дон с загрязненными подземными водами из района ХЖО-2 в 2007 г. не превышал 7 % от допустимого сброса, а в рыбопитомник «Нововоронежский» – 27 % от допустимого сброса. Помимо указанных радионуклидов в 2007 г. в сбросах также обнаружены ^{131}I , ^{58}Co , ^{51}Cr , ^3H , ^{59}Fe [24].

Радиационный мониторинг окружающей среды вокруг НВАЭС в радиусе до 50 км проводится лабораторией внешнего радиационного контроля (ЛВРК) НВАЭС, а в радиусе до 100 км – УГМС ЦЧО (рис. 4.15).

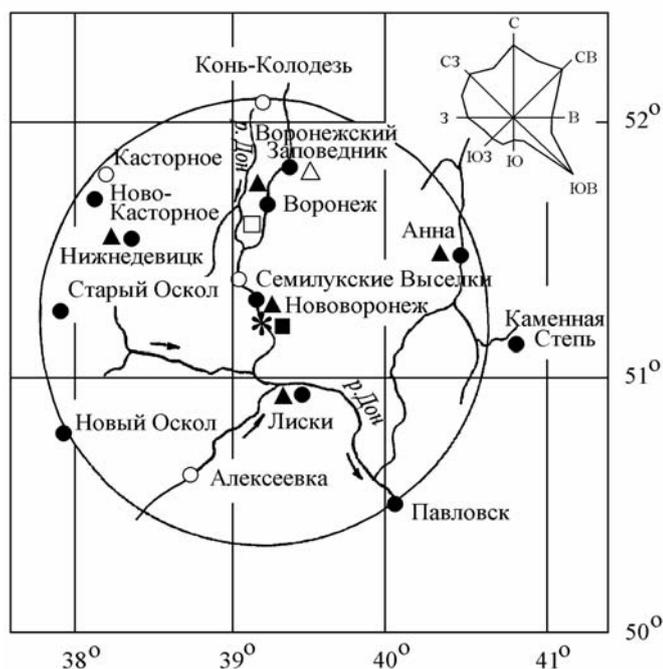


Рис. 4.15. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НВАЭС:

- * – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- Δ □ – планируемые наблюдения.

В 2007 г. ЛВРК НВАЭС контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды [24]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха – на семи стационарных постах (контрольным пунктом служил г. Лиски, расположенный в юго-восточном направлении в 50 км от АЭС). Пробы отбирались с помощью ВФУ на фильтр из ткани ФПП-15 с экспозицией 3 суток;
- радиоактивность атмосферных выпадений – на 20 стационарных постах (г. Лиски – контрольный пункт) с помощью кювет с площадью 0,25 м² и высотой бортиков 10 см, в качестве сор-

бирующей поверхности использовалась фильтровальная беззольная бумага, время экспозиции 7–10 дней;

- содержание техногенных радионуклидов в воде, донных отложениях, рыбе открытых водоемов, в подземных водах на территории промплощадки и в СЗЗ, а также в питьевой артезианской воде;
- содержание радионуклидов в почве, в сельскохозяйственной продукции местного производства (молоке, мясе, зерне, картофеле);
- мощность эквивалентной дозы внешнего γ -излучения с помощью системы АСКРО НВАЭС, состоящей из 20 постов, и во время маршрутных обследований;
- годовая поглощенная доза γ -излучения на местности.

Кроме того, в 2007 г. ЛВРК НВАЭС проводился радиационный контроль в рамках выполнения «Регламента комплексного контроля участка радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 НВАЭС». В связи с тем, что НВАЭС не представила «Отчет по результатам выполнения «Регламента комплексного контроля участка радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 НВАЭС» за 2007 г.» результаты этой работы, в настоящем разделе не рассматриваются.

В пробах объектов окружающей среды ЛВРК определялся изотопный состав γ -излучающих радионуклидов и сумма β -активных радионуклидов. Радионуклидный состав проб определялся γ -спектрометрическим методом. Измерение суммы β -активных радионуклидов в пробах проводилось на радиометрах типа РУБ-01П. Для измерения мощности экспозиционной дозы γ -излучения на местности использовались переносные дозиметры ДРГ-01Т, для измерения поглощенной дозы на местности – ТЛД-500.

В 2007 г. УГМС ЦЧО [28] в 100-км зоне вокруг НВАЭС проводило наблюдения (рис. 4.15):

- за объемной активностью радионуклидов в воздухе г. Нововоронежа путем отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-3А» на ткань ФПП-15-1,5 с экспозицией 5 дней;
- за радиоактивностью атмосферных выпадений в пяти пунктах с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией;
- за мощностью дозы γ -излучения на 13 стационарных постах каждые три часа.

Радионуклидный состав проб в УГМС ЦЧО определялся на γ -спектрометре фирмы «ORTEC» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P. Сумма β -активных радионуклидов измерялась на радиометрах типа РУБ-01П. Объемная активность ^{90}Sr определялась в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом. Мощность дозы γ -излучения измерялась с помощью дозиметров ДРГ-01Т1.

Атмосферный воздух

В табл. 4.56 приведены данные ЛВРК НВАЭС [24] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН атомной станции в 2006–2007 гг. По данным ЛВРК НВАЭС в 2007 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по качественному составу по сравнению с 2006 г. существенных изменений не имел. В СЗЗ среднегодовые объемные активности ^{60}Co и ^{137}Cs увеличились в 1,4–2,8 раза, а ^{54}Mn – уменьшились в 1,8 раза. В ЗН среднегодовая объемная активность ^{54}Mn увеличилась в 4 раза, содержание остальных радионуклидов осталось на уровне прошлого года. Объемная активность ^{137}Cs в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте изменя-

лась в пределах $(19-47) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что примерно в 2–4 раза выше средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР ($10,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В целом, результаты измерений показывают, что объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе, кроме ¹³⁷Cs, уменьшаются с увеличением расстояния от АЭС и на шесть – семь порядков ниже установленных нормативов ДОА_{НАС} по НРБ-99 [3].

Таблица 4.56

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН НВАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВРК НВАЭС)

| Радионуклид | СЗЗ | | ЗН | | Контрольный пункт (г. Лиски) | | ДОО _{НАС} , Бк/м ³ |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|------------------------------|---------|--|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | |
| ⁵⁴ Mn | 13 | 24 | 12 | 3 | < МДА | < МДА | 72 |
| ⁵⁸ Co | 1,0 | < МДА | 1 | 2 | < МДА | < МДА | 68 |
| ⁶⁰ Co | 55 | 38 | 5 | 7 | < МДА | < МДА | 11 |
| ¹³⁷ Cs | 47 | 17 | 19 | 15 | 33 | 19 | 27 |

Примечание: МДА = 3 Бк/счетный образец.

Данные УГМС ЦЧО [28] о среднемесячных и максимальных суточных объемных активностях $\Sigma\beta$ в приземном воздухе г. Нововоронежа в 2007 г. приведены в табл. 4.57. Из приведенных данных видно, что объемная среднегодовая активность $\Sigma\beta$ в 2007 г. в г. Нововоронеже была выше усредненной за пять месяцев наблюдений объемной активности 2006 г. и составила $35,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 2 раза выше средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР ($17,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 2007 г. изменялась от $11,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (январь) до $69,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (октябрь). Максимальное суточное значение объемной активности $\Sigma\beta$ наблюдалось в октябре ($170,9$ Бк/м³). Случаев превышения фона в пять и более раз в 2007 г. не наблюдалось.

Таблица 4.57

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) объемные активности и выпадения $\Sigma\beta$ из приземной атмосферы в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2007 г. (данные УГМС ЦЧО)

| Пункт наблюдения | | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднее | |
|---|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2007 г. | 2006 г. |
| Объемная активность, 10^{-5} Бк/м³ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Нововоронеж | с | 11,3 | 12,2 | 30,7 | 22,8 | 38,3 | 35,3 | 35,7 | 45,7 | 39,8 | 69,1 | 33,1 | 48,1 | 35,2 | 21,9* |
| | м | 19,0 | 28,5 | 46,6 | 56,5 | 74,1 | 46,3 | 53,9 | 79,0 | 113,2 | 170,9 | 46,8 | 102,4 | | |
| Выпадения, Бк/м²·сутки | | | | | | | | | | | | | | | |
| Анна | с | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 1,3 | 0,9 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| | м | 1,8 | 2,3 | 1,4 | 2,1 | 1,7 | 2,2 | 3,3 | 2,2 | 2,9 | 1,9 | 2,2 | 2,6 | | |
| Воронеж | с | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 0,6 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 0,8 | 0,9 | 0,9 |
| | м | 3,0 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 3,8 | 1,6 | 2,9 | 2,0 | 2,4 | 2,6 | 3,0 | | |
| Лиски | с | 0,7 | 0,9 | 0,6 | 0,9 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 0,9 | 0,9 |
| | м | 1,9 | 1,7 | 1,2 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 2,5 | 2,6 | 3,6 | 2,5 | | |
| Нижнедевицк | с | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | 0,9 | 1,2 | 0,7 | 0,9 | 1,3 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| | м | 1,6 | 1,8 | 1,4 | 1,5 | 2,8 | 3,0 | 2,3 | 2,8 | 3,9 | 2,0 | 2,6 | 2,6 | | |
| Нововоронеж | с | 0,7 | 1,0 | 0,7 | 0,8 | 1,1 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 0,9 |
| | м | 2,5 | 1,8 | 1,4 | 1,7 | 2,7 | 2,4 | 2,2 | 2,7 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 2,2 | | |

Примечание: * – усредненная за 5 месяцев 2006 г.

Результаты γ -спектрометрического анализа объединенных за месяц суточных проб и радиохимического анализа объединенных за квартал проб аэрозолей в г. Нововоронеже в 2007 г., полученные УГМС ЦЧО и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.58.

Таблица 4.58

Объемные активности радионуклидов в воздухе г. Нововоронежа в 2007 г., 10^{-7} Бк/м³
(данные УГМС ЦЧО и НПО «Тайфун»)

| Месяц | ¹³⁷ Cs | ¹³⁴ Cs | ⁹⁰ Sr | ⁶⁰ Co | ⁵⁸ Co | ⁵⁴ Mn | ⁵⁹ Fe | ^{110m} Ag | ²²⁸ Ac | ⁷ Be | ²² Na | ⁴⁰ K |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Январь | 16 | н | } | 3 | н | 0 | н | н | 0 | 17900 | 3 | 216 |
| Февраль | 14 | н | }0,5 | 5 | н | 2 | н | н | 7 | 18200 | 2 | 97 |
| Март | 8 | н |] | 3 | н | 0 | н | н | 5 | 33200 | 3 | 122 |
| Апрель | 12 | н |] | 2 | н | 0 | н | н | 11 | 34900 | 6 | 110 |
| Май | 39 | н | }5,4 | 4 | 6 | 2 | н | н | 7 | 68100 | 8 | 183 |
| Июнь | 111 | 4 |] | 35 | 36 | 21 | 14 | 5 | 14 | 59700 | 10 | 226 |
| Июль | 76 | 4 |] | 10 | н | 5 | н | н | 16 | 53700 | 8 | 280 |
| Август | 207 | н | }15,7 | 13 | н | 4 | н | н | 23 | 53500 | 6 | 581 |
| Сентябрь | 122 | н |] | 6 | 4 | 3 | н | н | 29 | 39300 | 4 | 401 |
| Октябрь | 55 | н |] | 6 | 3 | 3 | н | н | 19 | 38600 | 4 | 271 |
| Ноябрь | 19 | н | }2,8 | 6 | 5 | 5 | 4 | н | 8 | 20500 | н | 111 |
| Декабрь | 7 | н |] | 4 | н | 3 | н | н | 7 | 21300 | 3 | 90 |
| Среднее: 2007 г. | 57 | 0,33 | 6,1 | 8 | 4,5 | 4 | 1,5 | 0,42 | 12 | 38242 | 5 | 224 |
| 2006 г. | 18 | н | 0,42 | 6 | н | 2 | н | н | н | 16100 | 1 | 120 |
| ДОА _{НАС.} Бк/м ³ | 27 | 19 | 2,7 | 11 | 68 | 72 | 30 | 15 | - | 2000 | 72 | 31 |

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 4.58 видно, что в 2007 г. среднемесячная объемная активность ¹³⁷Cs в атмосфере на метеостанции г. Нововоронежа изменялась от $7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (декабрь) до $207 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (август) при среднегодовом значении $57 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 3,2 раза выше значения 2006 г. и в 5,4 раза выше средневзвешенной по территории Центра ЕТР объемной активности ¹³⁷Cs ($10,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Содержание ¹³⁷Cs в воздухе г. Нововоронежа, несколько выше, чем в воздухе СЗЗ и контрольного пункта (г. Лиски) (см. табл. 4.56 и 4.58).

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземной атмосфере г. Нововоронежа в 2007 г. составляла $6,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 14,5 раза выше значения предыдущего года и в 5 раз превышает средневзвешенное значение по Центру ЕТР ($1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Максимальная объемная активность ⁹⁰Sr, так же как и ¹³⁷Cs, наблюдалась в 3-м квартале. Кроме ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере г. Нововоронежа эпизодически регистрировались продукты деления и нейтронной активации, присутствующие в выбросах НВАЭС (см. табл. 4.58). Содержание этих радионуклидов по сравнению с 2006 г. повысилось. В целом, наблюдаемые объемные активности всех радионуклидов были значительно ниже (на шесть – восемь порядков) ДОО_{НАС.}, установленных НРБ-99 [3].

Данные УГМС ЦЧО [28] о годовых, среднемесячных и максимальных суточных выпадениях $\Sigma\beta$ в 100-км зоне НВАЭС в 2007 г. приведены в табл. 4.57. Среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 2007 г. в различных пунктах 100-км зоны не изменились по сравнению с 2006 г. и не превышали фонового уровня для Центра ЕТР ($1,0$ Бк/м²·сутки). Максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в п. Лиски в сентябре и составляли $3,9$ Бк/м²·сутки.

Результаты γ -спектрометрического анализа проб выпадений, полученные УГМС ЦЧО [28] в 2007 г., приведены в табл. 4.59. Анализ выполнялся отдельно для метеостанции г. Нововоронежа и для объединенных месячных проб метеостанций Анна, Воронеж, Лиски, Нижнедевицк, расположенных в 100-км зоне влияния НВАЭС (зона 13).

Из радионуклидов техногенного происхождения в квартальных пробах выпадений в г. Нововоронеже и в зоне 13 постоянно присутствовал ¹³⁷Cs. Выпадения остальных радионуклидов были ниже предела обнаружения. Годовые выпадения ¹³⁷Cs в 2007 г. в г. Нововоронеже увеличи-

лись по сравнению с 2006 г. в 6,4 раза и составили 5,96 Бк/м²·год, в зоне 13 остались практически на уровне прошлого года – 1,17 Бк/м²·год, что, соответственно, в 9,8 и 3,2 раза выше средних значений выпадений ¹³⁷Cs по Центру ЕТР (0,37 Бк/м²·год).

Таблица 4.59

Выпадения радионуклидов из атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2007 г., Бк/м²·месяц (данные УГМС ЦЧО)

| Месяц | г. Нововоронеж | | Зона 13 | |
|--------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
| | ¹³⁷ Cs | ⁶⁰ Co | ¹³⁷ Cs | ⁶⁰ Co |
| Январь | } 0,11 | } н | } 0,09 | } н |
| Февраль | | | | |
| Март | } 0,43 | } н | } 0,14 | } н |
| Апрель | | | | |
| Май | } 0,81 | } н | } 0,08 | } н |
| Июнь | | | | |
| Июль | } 0,64 | } н | } 0,08 | } н |
| Август | | | | |
| Сентябрь | } 0,93 | } н | } 1,14 | } н |
| Октябрь | | | | |
| Ноябрь | } 0,22 | } н | } 1,14 | } н |
| Декабрь | | | | |
| Сумма, Бк/м ² ·год: | 2007 г. 5,96 | н | 2007 г. 1,17 | н |
| | 2006 г. 0,93 | 0,22 | 1,14 | н |

Примечание: н – ниже порога обнаружения.

По данным ЛВРК НВАЭС [24] в 2007 г. на расстояниях до 50 км от станции в выпадениях продолжали регистрироваться ⁶⁰Co и ¹³⁷Cs. По сравнению с 2006 г. выпадения ¹³⁷Cs в СЗЗ увеличились в 2,7 раза, а в контрольном пункте Лиски остались на уровне прошлого года. Выпадения ⁶⁰Co в СЗЗ увеличились в 2 раза по сравнению с 2006 г., а в контрольном пункте уменьшились в 2 раза.

Вода и другие объекты окружающей среды

Содержание радионуклидов в воде открытых водоемов в 2007 г. определялось ЛВРК НВАЭС в местах постоянного контроля (в р. Дон в шести точках, в пруде-охладителе – в трех точках и в пруде рыбхоза – в одной точке) [24].

В табл. 4.60 приведены данные об объемных активностях ¹³⁷Cs в поверхностных водах в районе АЭС [24].

Видно, что в 2007 г. объемная активность ¹³⁷Cs в воде р. Дон осталась примерно на уровне 2006 г. В пруде-охладителе объемная активность ¹³⁷Cs увеличилась в районе пляжа и водозабора (примерно в 2 раза), в месте сброса 5 блока осталась на уровне прошлого года. В 2007 г. объемная активность ¹³⁷Cs в воде открытых водоемов изменялась от 11 мБк/л (водозабор 1, 2 блоков) до 25 мБк/л (сбросной канал 1, 2 блоков) и была на два – три порядка ниже УВ по НРБ-99 (11 Бк/л).

Содержание ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в питьевой воде водозабора НВАЭС и водозабора профилактория НВАЭС было ниже предела обнаружения [24].

ЛВРК НВАЭС также проводит контроль содержания техногенных радионуклидов в донных отложениях в р. Дон, пруде-охладителе и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский» [24]. Наличие ⁶⁰Co в донных отложениях, отобранных в р. Дон ниже устья сбросного канала 1 и 2 блоков и в рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский», по данным АЭС [27] прослеживается с 1995 г. Удельные активности ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в донных отложениях рыбопроизводного пруда в 2007 г. (см. табл. 4.60) [24] составляли соответственно 4 Бк/кг в.-с. и 6 Бк/кг в.-с. В пруде-охладителе

удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях (см. табл. 4.60) [24] составляла в среднем 6 Бк/кг в.-с., ^{60}Co – была ниже предела обнаружения. В р. Дон содержание ^{137}Cs в донных отложениях изменялось в диапазоне (17–35) Бк/кг в.-с.; ^{60}Co – колебалось от предела обнаружения до 64 Бк/кг в.-с. (в 100 м ниже сбросного канала) [24].

Таблица 4.60

**Содержание радионуклидов в поверхностных водах и донных отложениях в районе НВАЭС
(данные ЛВРК НВАЭС)**

| Место отбора проб | Вода | | Донные отложения | | | |
|--------------------------------|---------------------------|---------|---------------------------------|---------|--------------------------------|---------|
| | ^{137}Cs , мБк/л | | ^{137}Cs , Бк/кг в.-с. | | ^{60}Co , Бк/кг в.-с. | |
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| <u>р. Дон</u> | | | | | | |
| 4 км выше сброса 1, 2 блоков | 16 | 15 | 28 | 22 | н | н |
| Старица | 22 | 30 | 35 | 6 | 3 | 2 |
| Водозабор 1, 2 блоков | 11 | 10 | 17 | 3 | н | н |
| Сбросной канал 1, 2 блоков | 25 | 20 | - | - | - | - |
| 100 м ниже сброса 1, 2 блоков | 17 | 16 | 25 | 8 | 64 | 22 |
| 6 км ниже сброса 1, 2 блоков | 21 | 20 | 28 | 30 | 7 | 5 |
| <u>Пруд-охладитель 5 блока</u> | | | | | | |
| Сброс 5 блока | 19 | 20 | - | - | - | - |
| Пляж | 19 | 9 | 2 | 4 | н | н |
| Водозабор 5 блока | 24 | 10 | 4 | 4 | н | н |
| <u>Пруды рыбхоза</u> | | | | | | |
| «Нововоронежский» | 13 | 9 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Примечание: н – ниже предела обнаружения;
- – данные не поступали.

По оценке ЛВРК НВАЭС [24] на конец 2007 г. площадь (~ 7000 м²) и активность загрязнения дна р. Дон, русла и устья сбросного канала 1, 2 блоков, дна отводного канала на рыбхоз остаются в границах и на уровне 2003 г.

В 2007 г. контроль грунтовых вод на участке радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 проводился ЛВРК [24] в 21 контрольной скважине (КС). Загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2, по-прежнему, практически полностью обусловлено ^{60}Co . В воде 18 контрольных скважин был обнаружен ^{60}Co , среднегодовая объемная активность которого изменялась от 0,3 Бк/л (в скважине № 118) до 550 Бк/л (в скважине № 61) (см. рис. 4.14). В 8 скважинах (№№ 34, 35, 45, 61, 80, 86, 105, 108, см. рис. 4.14) было зафиксировано превышение уровня вмешательства по среднегодовому содержанию в воде ^{60}Co (УВ = 41 Бк/л по НРБ-99 [3]). Следует отметить, что в большинстве КС содержание ^{60}Co в воде осталось на уровне 2006 г., в скважинах № 85 и № 103 снизилось в 2,5 раза, а в скважинах №№ 80, 87 и 102 удельная активность ^{60}Co увеличилась более чем в два раза по сравнению с 2006 г. В воде двух КС (№ 35 и № 104) был обнаружен ^{137}Cs , объемная активность которого составила 20,0 и 0,8 Бк/л соответственно. В скважине № 35 содержание ^{137}Cs снизилось в 4 раза по сравнению с предыдущим годом, но было в 1,8 раза выше допустимого уровня по НРБ-99 (УВ = 11 Бк/л). В других скважинах ХЖО-2 как в зоне загрязнения, так и вне зоны объемная активность данных техногенных радионуклидов в воде была значительно ниже критерия УВ.

Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в 2007 г. [24] в СЗЗ составляла 10 кБк/м² при среднем значении за последние 5 лет – 10 кБк/м², в ЗН – 5 кБк/м² при среднем значении за последние 5 лет – 8 кБк/м², в контрольном пункте Лиски – 6 кБк/м² при среднем значении за последние 5 лет –

7 кБк/м². Повышенное содержание ¹³⁷Cs в почве во всех пунктах контроля, по сравнению с уровнем глобального загрязнения, связано с выпадениями после аварии на Чернобыльской АЭС.

Содержание ¹³⁷Cs в местной сельскохозяйственной продукции [24] в 2007 г. было намного ниже нормативов по СанПиН-96 [9]: в мясе – 0,7 Бк/кг, в рыбе – 0,3 Бк/кг, в молоке – 0,1 Бк/кг, в пшенице – 0,4 Бк/кг сырой массы. ¹³¹I в молоке контрольного стада обнаружен не был.

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 2007 г. вне загрязненных участков в СЗЗ и ЗН по данным АСКРО НВАЭС [24] составляли 10,2 и 9,8 мкР/ч соответственно. Максимальное значение МЭД в СЗЗ достигало 16 мкР/ч, в ЗН – 19 мкР/ч. По данным маршрутных обследований, проведенных ЛВРК АЭС в 2007 г. [24], среднегодовая МЭД в СЗЗ и ЗН составляла 10 мкР/час, на территории промплощадки и в контрольном пункте Лиски – 11 мкР/час, при максимальных значениях 14–15 мкР/час. Годовая накопленная доза внешнего облучения в СЗЗ варьировала в диапазоне $(46,0–78,3) \cdot 10^{-5}$ Гр, в ЗН – $(56,5–70,4) \cdot 10^{-5}$ Гр, что находится на уровне значения, полученного в контрольном пункте Лиски – $46,1 \cdot 10^{-5}$ Гр.

По данным наблюдений УГМС ЦЧО [28] в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2007 г., среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения изменялись от 9 до 13 мкР/ч. Максимальное значение МЭД наблюдалось в п. Анна (17 мкР/ч). Эти значения практически не отличаются от результатов 2006 г.

Таким образом, в 2007 г. на территории НВАЭС, в СЗЗ (за исключением загрязненных площадей), в ЗН и в 100-км зоне наблюдения независимо от направления и расстояния до НВАЭС радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды, кроме приземного слоя атмосферы, находилось на уровне предшествующих лет. Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы в г. Нововоронеже в 2007 г. повысились в 3,2 и 14 раз соответственно по сравнению с 2006 г. Приведенные выше результаты наблюдений позволяют сделать вывод, что в штатном режиме работы НВАЭС оказывает влияние на радиационную обстановку в 30-км зоне НВАЭС, которое выражается в повышенной по сравнению с фоновой объемной активностью ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере, а также в появлении в атмосфере близлежащих населенных пунктов (до 50 км от НВАЭС) продуктов деления и нейтронной активации, объемные активности которых в $10^5–10^8$ раз ниже установленных нормативов.

4.10. Смоленская АЭС

На Смоленской АЭС (САЭС) эксплуатируется три энергоблока с реакторами РБМК-1000 одноконтурного типа общей мощностью 3000 мВт [29].

САЭС расположена на юге Смоленской области в 35 км от г. Рославля. Основной водной артерией в районе расположения САЭС является р. Десна с притоками, впадающая в р. Днепр, на которой для промышленного водоснабжения построено водохранилище с площадью зеркала 42,2 км². Створ плотины расположен в междуречье р. Десны и её притока р. Сельчанка в 7 км от п. Екимовичи.

Климат района САЭС – умеренно-континентальный [29]. Зима умеренно холодная с устойчивым снежным покровом и со средней температурой от -4°C до -16°C. Лето тёплое. Самая высокая

температура наблюдается в июле. Средняя годовая температура $\approx +7^{\circ}\text{C}$. Ветровой режим района водохранилища в годовом разрезе характеризуется равномерным распределением ветров по всем румбам. В летний период наблюдается некоторое преобладание ветров северо-западной четверти, в зимний – южных ветров.

СЗЗ САЭС определена радиусом 1 км, ЗН – радиусом 19 км [29]. Площадь ЗН составляет 1130,4 км². В состав территории зоны наблюдения входят земли Рославльского, Починковского и Ельнинского районов Смоленской области, Куйбышевского района Калужской области. Численность населения, проживающего в районе зоны наблюдения САЭС, составляет 43,3 тыс. человек: городское – 37,3 тыс. человек, сельское – 5,9 тыс. человек.

На территории промплощадки САЭС находится комплекс зданий, входящих в систему обращения радиоактивных отходов: хранилище жидких и твёрдых отходов (ХЖТО), хранилище жидких отходов (ХЖО). Для хранения отработавшего ядерного топлива на территории промплощадки оборудовано специальное хранилище – ХОЯТ.

Поступление радионуклидов в окружающую среду с газоаэрозольными выбросами происходит на САЭС через вентиляционные трубы (ВТ-1, ВТ-2). Содержание регламентируемых радионуклидов в газоаэрозольных выбросах САЭС в 2007 г. представлено в табл. 4.61, там же для сравнения приведены данные за 2006 г. [4, 29].

Таблица 4.61

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на САЭС, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый выброс | Фактический выброс | | Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ⁶⁰ Со | $2,5 \cdot 10^9$ | $9,79 \cdot 10^7$ | $1,34 \cdot 10^8$ | $- 3,61 \cdot 10^7$ |
| ¹³¹ I | $9,3 \cdot 10^{10}$ | $5,74 \cdot 10^7$ | $5,17 \cdot 10^7$ | $+ 5,70 \cdot 10^6$ |
| ¹³⁷ Cs | $4,0 \cdot 10^9$ | $3,51 \cdot 10^6$ | $1,17 \cdot 10^7$ | $- 8,19 \cdot 10^6$ |
| Сумма ИРГ | $3,7 \cdot 10^{15}$ | $1,37 \cdot 10^{13}$ | $1,61 \cdot 10^{13}$ | $- 2,40 \cdot 10^{12}$ |

Из табл. 4.61 видно, что в 2007 г. выбросы всех радионуклидов не превышали 5 % от допустимых выбросов, установленных для САЭС. Наибольший вклад в абсолютную величину активности выброса вносили ИРГ. Среднесуточные и среднемесячные выбросы регламентируемых радионуклидов не превышали установленных контрольных уровней для САЭС [29].

В качестве водоема-охладителя на САЭС используется Десногорское водохранилище. Поступление радионуклидов в Десногорское водохранилище с дебалансными водами САЭС реализуется следующим образом:

- из контрольных баков чистого конденсата через техводовод и закрытый отводящий канал в р. Сельчанка и р. Гнездна и далее в водоем-охладитель;
- из баков душевых вод санпропускников через очистные сооружения ХФК в водоем-охладитель;
- из приемков грунтовых вод машзалов и баков приемки вод пожаротушения через очистные сооружения промливневой канализации (ПЛК) в водоем-охладитель.

Данные о сбросах отдельных радионуклидов со сточными водами САЭС в водоем-охладитель приведены в табл. 4.62 [4, 29].

Таблица 4.62

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на САЭС, Бк

| Наименование радионуклида | Допустимый сброс | Фактический сброс | | Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|
| | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ⁵⁴ Mn | 8,0·10 ⁹ | 6,52·10 ⁶ | 2,49·10 ⁶ | + 4,03·10 ⁶ |
| ⁶⁰ Co | 1,6·10 ⁹ | 6,02·10 ⁶ | 3,65·10 ⁶ | + 2,37·10 ⁶ |
| ¹³⁴ Cs | 1,7·10 ¹⁰ | 9,75·10 ⁴ | 4,99·10 ⁴ | + 4,76·10 ⁴ |
| ¹³⁷ Cs | 4,6·10 ⁹ | 8,30·10 ⁶ | 8,21·10 ⁶ | + 9,0·10 ⁴ |
| Σα | 4,0·10 ⁹ | 2,03·10 ⁷ | 1,47·10 ⁷ | + 5,6·10 ⁶ |

Из приведенных в табл. 4.62 данных видно, что сбросы радионуклидов на САЭС в 2007 г. увеличились, но не превышали допустимых и составляли 0,0005–0,61 % от установленных нормативов. Общий объем сброса сточных вод в 2007 г. [29] составил 50 576 м³ с активностью 2,09·10⁷ Бк.

Кроме радионуклидов, приведенных в табл. 4.62, в сбросных водах присутствовал ⁹⁰Sr, ⁵¹Cr, ⁹⁵Zr, ⁹⁵Nb, ⁵⁹Fe с суммарной активностью 2,50·10⁶ Бк за год [29].

Радиационный мониторинг окружающей среды в СЗЗ и ЗН САЭС осуществляется лабораторией внешнего радиационного контроля (ЛВРК) САЭС, а в 100-км зоне АЭС – Центральным УГМС и УГМС ЦЧО, а также Республиканским Центром радиационного контроля и мониторинга окружающей среды (РЦРКМ) Республики Беларусь.

В СЗЗ и ЗН САЭС в 2007 г. ЛВРК САЭС [29] осуществлялся контроль следующих характеристик окружающей среды:

- объемной активности радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы аспирационным методом с экспозицией 10 дней с использованием установок «Тайфун-4», расположенных на постах постоянного наблюдения;
- активности радиоактивных выпадений на местности с помощью кюветы, установленной в СЗЗ на территории очистных сооружений, экспонируемой в течение 10 дней;
- содержания радионуклидов в воде, донных отложениях и рыбе открытых водоемов в районе САЭС, а также в питьевой водопроводной воде;
- объемной активности радионуклидов в воде контрольных скважин вокруг ХЖТО, ХЖО, ХОЯТ;
- содержания радионуклидов в почве в пунктах постоянного наблюдения. Пробы отбирались один раз в год;
- содержания радионуклидов в продуктах питания, производящихся в хозяйствах, расположенных в зоне наблюдения САЭС. Отбор проб проводился один раз в год после сбора урожая;
- мощности экспозиционной дозы γ-излучения на постах постоянного наблюдения с периодичностью один раз в 10 дней переносными приборами, а также непрерывно с помощью системы АСКРО САЭС;
- годовой поглощенной дозы на местности термолюминесцентными дозиметрами ТЛД-500К в корпусе ДПГ-03, размещенными на постах постоянного наблюдения и в населенных пунктах 30-км зоны АЭС.

Радиоизотопный анализ объединенных за квартал проб аэрозолей и атмосферных выпадений проводился с помощью полупроводникового γ-спектрометра.

В 100-км зоне САЭС в 2007 г. Центральным УГМС [17] и УГМС ЦЧО [28] на 7 стационарных пунктах проводились наблюдения за МЭД и в 4 пунктах – наблюдения за атмосферными выпадениями (см. рис. 4.16).

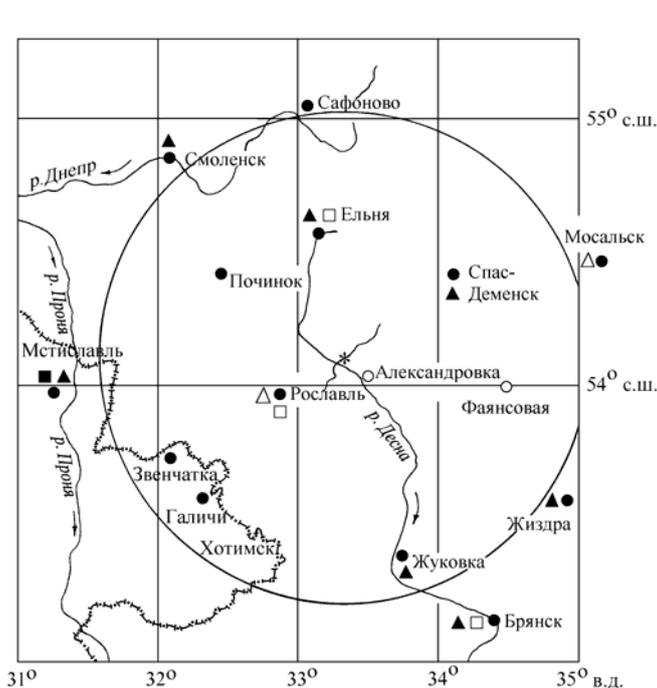


Рис. 4.16. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг САЭС:

- * – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- Δ □ – планируемые наблюдения;
- +— – граница РФ.

РЦРКМ Республики Беларусь в 2007 г. на юго-западе 100-км зоны САЭС на территории Республики (см. рис. 4.16) проводились наблюдения за МЭД с помощью автоматизированных датчиков в трех пунктах (Мстиславль, Звенчатка, Галичи); информация каждые 10 мин передавалась в Национальный Центр Реагирования в Минске. Помимо этого в Мстиславле [30] ежедневно отбирались пробы радиоактивных аэрозолей с помощью ВФУ и их выпадения на подстилающую поверхность с использованием горизонтального планшета.

Приземная атмосфера

В табл. 4.63 приведены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе в СЗЗ и ЗН САЭС [29]. Техногенные радионуклиды ^{51}Cr , ^{54}Mn и ^{60}Co , отсутствующие в составе глобального радиоактивного фона, регистрировались как в СЗЗ, так и в ЗН САЭС, однако, содержание этих радионуклидов в ЗН было в 1,2–8,4 раза меньше, чем в СЗЗ. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{134}Cs в СЗЗ уменьшились в 5,3 и 7 раз соответственно, а ^{60}Co , ^{54}Mn и ^{51}Cr – увеличились в 1,1–2 раза. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в СЗЗ и в ЗН АЭС в 2007 г. была в 1,5 раза выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($10,5 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$). В целом, в 2007 г. объемные активности всех радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН были на шесть – восемь порядков ниже допустимых по НРБ-99 [3].

Таблица 4.63

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном воздухе в районе САЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВРК САЭС)

| Место отбора проб | ¹³⁷ Cs | | ¹³⁴ Cs | | ⁶⁰ Co | | ⁵⁴ Mn | | ⁵¹ Cr | |
|-------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| СЗЗ | 15 | 103 | 6,7 | 36 | 94,8 | 89,9 | 73,1 | 40 | 240 | 107 |
| ЗН | 12,1 | 6,2 | < 0,8 | < 0,4 | 26,7 | 3,4 | 25 | 3,1 | < 33,9 | < 43 |

По данным РЦРКМ Республики Беларусь [30] среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Мстиславля в 2007 г. колебалась в пределах $(7,9-24,2) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в Мстиславле составила $14,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что не превышает средневзвешенную объемную активность $\Sigma\beta$ по Центру ЕТР ($17,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Содержание ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха г. Мстиславль в 2007 г. составило $101 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, изменяясь в диапазоне от $20 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в июле) до $184 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в феврале).

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС [17] и УГМС ЦЧО [28], представленных в табл. 4.64, среднемесячные суточные атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ в течение 2007 г. в 100-км зоне вокруг АЭС не превышали 3,0 Бк/м²-сутки (п. Ельня, май), а среднегодовые значения находились в пределах $(0,4-1,3)$ Бк/м²-сутки, т.е. в пределах фоновых уровней.

Таблица 4.64

Среднемесячная (с) и максимальная суточная (м) $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг САЭС в 2007 г., Бк/м²-сутки (данные Центрального УГМС и УГМС ЦЧО)

| Пункт наблюдения | | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднее | |
|------------------|---|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2007 г. | 2006 г. |
| Ельня | с | 1,0 | 1,9 | 2,3 | 2,3 | 3,0 | 1,8 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 1,3 | 0,6 |
| | м | 5,1 | 5,7 | 8,6 | 5,0 | 6,2 | 3,7 | 1,3 | 1,7 | 1,8 | 2,3 | 1,4 | 2,4 | | |
| Смоленск | с | 0,9 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 2,3 | 1,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,9 | 0,6 | 0,6 | 1,0 | 0,6 |
| | м | 4,0 | 3,9 | 4,6 | 3,1 | 5,9 | 3,7 | 1,3 | 1,1 | 1,5 | 2,8 | 1,2 | 1,5 | | |
| Жуковка* | с | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 1,6 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,8 |
| | м | 1,3 | 2,1 | 1,7 | 1,5 | 1,2 | 1,4 | 2,8 | 1,7 | 0,9 | 6,1 | 2,6 | 1,5 | | |
| Спас-Деменск | с | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| | м | 1,3 | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 3,9 | 1,3 | 3,3 | 0,9 | 1,0 | | |

Примечание: * – данные УГМС ЦЧО.

По данным РЦРКМ Республики Беларусь [30] среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ в г. Мстиславль в 2007 г. составили 1,6 Бк/м²-сутки, что не отличается от фоновых выпадений на территории России. Среднемесячные значения выпадений $\Sigma\beta$ изменялись от 0,9 Бк/м²-сутки (в июле) до 2,6 Бк/м²-сутки (в апреле).

В выпадениях на территории СЗЗ [29] из техногенных радионуклидов ЛВРК САЭС были зарегистрированы ¹³⁷Cs (2,96 Бк/м²-год), ¹³⁴Cs (< 0,48 Бк/м²-год), ⁶⁰Co (1,39 Бк/м²-год), ⁵⁴Mn (< 0,77 Бк/м²-год) и ⁵¹Cr (< 19,35 Бк/м²-год). В 2007 г. выпадения всех радионуклидов увеличились по сравнению с 2006 г. в 4,2–7 раз.

Вода, донные отложения

В воде рек Сельчанка и Гнездна, в местах сброса дебалансных вод САЭС, а также в воде р. Десны ниже плотины ЛВРК САЭС [29] в 2007 г. из техногенных радионуклидов регистрировался только ¹³⁷Cs со среднегодовой объемной активностью 3,4 мБк/л, 3,7 мБк/л и 4,1 мБк/л соответственно, что в 1,3–1,5 раза ниже средних значений за последние пять лет. Зарегистрированные в воде от-

крытых водоемов объемные активности ^{137}Cs не превышали его содержания в фоновой точке, расположенной в районе д. Холмец (водохранилище, выше зоны циркуляции), и были на три порядка ниже УВ по НРБ-99 [3], поэтому присутствие ^{137}Cs с данной концентрацией в воде открытых водоемов не накладывает каких-либо ограничений на водопользование по радиационному признаку.

Пробы донных отложений в водоемах в районе САЭС отбирались ЛВРК [29] из поверхностных слоев: на мелководье путем снятия слоя стеклянной банкой емкостью 1 л, на глубоких местах – дночерпателем. Результаты обследования представлены в табл. 4.65. Как видно из табл. 4.65, удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях в 2007 г. оставалась в среднем на уровне предыдущего года, изменяясь от 4,9 Бк/кг в.-с. (контрольный водоём) до 320 Бк/кг в.-с. (плотина). В пробах донных отложений, содержание ^{137}Cs превышало его содержание в пробе из контрольного водоема в 1,5–65 раз. Кроме ^{137}Cs в донных отложениях всех исследованных водоемов в районе САЭС присутствовал ^{60}Co , максимальная удельная активность которого не превышала 4,8 Бк/кг в.-с. (район плотины).

Таблица 4.65

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе САЭС, Бк/кг в.-с. (данные ЛВРК САЭС)

| Место отбора проб | ^{137}Cs | | ^{60}Co | |
|---------------------|-------------------|---------|------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| р. Соложа | 290 | 160 | < 2,1 | < 2,1 |
| д. Трояново | 190 | 110 | < 2,4 | < 1,3 |
| Очистные сооружения | 22 | 18 | < 1,1 | < 1,4 |
| Плотина | 320 | 48 | < 4,8 | < 0,89 |
| Городской пляж | 35 | 110 | < 1,1 | < 3,3 |
| р. Десна | 7,2 | 17 | < 1,5 | < 0,88 |
| Контрольный водоем | 4,9 | 67 | < 0,56 | < 0,81 |

Примечание: - - измерения не проводились.

Содержание техногенных радионуклидов в питьевой водопроводной воде, определяемое ежемесячно [29], было ниже предела обнаружения.

Контроль герметичности баков ХЖТО, ХЖО и ХОЯТ [29] проводился ежемесячно методом прямого измерения интенсивности γ -излучения в водяном столбе контрольных скважин прибором СРП-68-02, а также ежеквартальными измерениями проб воды из скважин объемом 1 л в лабораторных условиях. В скважинах ХЖТО, ХЖО и ХОЯТ в 2007 г. радионуклиды техногенного происхождения обнаружены не были. Минимально детектируемая активность метода по ^{137}Cs составляла $\approx 4,2$ Бк/л.

Почва, продукты питания местного производства

В табл. 4.66 приведены данные [29] об активности радионуклидов в почве в СЗЗ, ЗН и в контрольном пункте М. Кириллы, расположенном в 35 км от САЭС, в 2006–2007 гг.

Таблица 4.66

Содержание радионуклидов в почве в районе САЭС, кБк/м² (данные ЛВРК САЭС)

| Радионуклид | СЗЗ | | ЗН | | Контрольный пункт | |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|-------------------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| ^{137}Cs | 1,4 | 1,6 | 2,5 | 4,6 | 4,2 | 2,5 |
| ^{134}Cs | < 0,040 | < 0,063 | < 0,045 | < 0,069 | 0,068 | < 0,055 |
| ^{60}Co | < 0,067 | < 0,089 | < 0,051 | < 0,077 | 0,080 | < 0,053 |

По данным ЛВРК САЭС в 2007 г. содержание ^{137}Cs в почве в СЗЗ и ЗН было на уровне его содержания в контрольном пункте М. Кириллы. Содержание в почве ^{134}Cs и ^{60}Co было ниже $0,05$ и $0,07$ кБк/м^2 , соответственно.

Содержание ^{137}Cs в продуктах питания в окрестностях САЭС [29] в 2007 г. было намного ниже нормативов по СанПиН-96 [9]: в грибах – $3,4$ Бк/кг сырой массы, в рыбе – $3,0$ Бк/кг сырой массы, в овощах – $1,1$ Бк/кг сырой массы, в молоке – $< 0,9$ Бк/кг сырой массы. ^{131}I в молоке контрольного стада обнаружен не был.

Радиационный фон на местности

Среднегодовая величина мощности дозы γ -излучения по данным АСКРО САЭС в 2007 г. [29] в СЗЗ составляла 13 мкР/ч , в ЗН – 10 мкР/ч , что находится на уровне значений в контрольном пункте М. Кириллы (10 мкР/ч). По данным маршрутных обследований на территории СЗЗ и ЗН САЭС среднее значение МЭД было равным 11 и 13 мкР/ч соответственно. Максимальные значения МЭД не превышали 16 мкР/ч .

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС [17] и УГМС ЦЧО [28] в 2007 г. среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100 -км зоны вокруг САЭС изменялись в пределах от 10 до 15 мкР/ч , максимальные измеренные значения достигали 19 мкР/ч (в п. Ельня), что соответствует природным флуктуациям естественного γ -фона.

Данные оперативного мониторинга автоматизированной системы радиационного контроля (АСРК) РЦРКМ Республики Беларусь [30] свидетельствуют о том, что в 2007 г. радиационная обстановка в 100 -км зоне вокруг САЭС на территории Республики оставалась стабильной. Среднемесячные значения МЭД в п.п. Мстиславль, Звенчатка, Галичи изменялись в диапазоне 11 – 16 мкР/ч , при среднегодовых значениях в Мстиславле – 14 мкР/ч , Звенчатке – 13 мкР/ч , Галичах – 12 мкР/ч . Превышения МЭД над установившимися многолетними значениями не обнаружено.

Пространственное распределение годовой поглощенной дозы внешнего облучения на местности [30], характеризующее величину суммарного воздействия природных и техногенных факторов, практически не зависело от расстояния и направления от АЭС, а диапазон измеренных значений годовых поглощенных доз варьировал в пределах $(48$ – $73) \cdot 10^{-5}$ Гр , при среднем значении $61 \cdot 10^{-5}$ Гр , что соответствует значению годовой поглощенной дозы в контрольном пункте М. Кириллы и находится на уровне естественного радиационного фона.

Из анализа приведенных выше данных следует, что САЭС оказывает незначительное влияние на радиационную обстановку в зоне наблюдений. В приземной атмосфере ЗН САЭС наблюдаются отсутствующие в составе глобального радиоактивного фона ^{51}Cr , ^{54}Mn и ^{60}Co . Наблюдаемые объемные активности этих радионуклидов в воздухе на несколько порядков ниже нормативных уровней, установленных НРБ-99.

Список литературы к разделу 4

1. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2004 году. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2005. – 288 с.

2. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-99) СП 2.6.1.27–2000. – М., 2000.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999.
4. Брыкин С.Н., Серебряков И.С. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома в 2007 году. – М.: ФГУП ВНИИХТ, 2008.
5. Максимов В.Я. Отчет о радиационной обстановке в районе расположения Балаковской атомной станции в 2007 г. – Балаково: Балаковская АЭС, 2008.
6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 274 с.
7. Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П. Отчет о результатах оперативно-производственной деятельности Приволжского УГМС по осуществлению радиационного мониторинга в 2007 году. – Самара: Приволжское УГМС, 2008.
8. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2006 году. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – Н.-Новгород: Вектор ТиС, 2007. – 280 с.
9. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.3.2.560 – 96). – М., 1997.
10. Рафиков Е.М., Шонохов А.В., Баканов М.В. Отчет о радиационной обстановке в районе расположения Белоярской АЭС за 2007 год. – Заречный: Белоярская АЭС, 2008.
11. Банникова О.А., Широкова Н.В., Осинцева Т.Н. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2007 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2008.
12. Озеров К.И., Филатов И.М. О радиационной обстановке в районе размещения Билибинской АЭС в 2007 г. Отчет. – Билибино: Билибинская АЭС, 2008.
13. Поваров В.П., Банников Г.Н., Кольцов А.П. О радиационной обстановке в районе расположения Ростовской АЭС за 2007 году. Отчет. – Волгодонск: Волгодонская АЭС, 2008.
14. Бураго С.Г. Отчет об оперативно-производственной деятельности Северо-Кавказского УГМС по разделу радиационного мониторинга в 2007 году. – Ростов-на-Дону: Северо-Кавказское УГМС, 2008.
15. Сорока А.А., Бугаева Л.Г. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Калининской АЭС за 2007 г. – Удомля: Калининская АЭС, 2008.
16. Грабовский А.И., Хрисанфов Ю.В. Годовой отчет по оперативно-производственной работе радиометрических подразделений Северо-Западного УГМС в 2007 г. – СПб.: Северо-Западное УГМС, 2008.
17. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2007 году. – М.: ГУ «Московский ЦГМС-Р», 2008.
18. Никишаев П.И., Смелов А.Ю. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Кольской АЭС за 2007 г. – Полярные Зори: Кольская АЭС, 2008.
19. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2006 году. – М.: Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, 2007.

20. Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д. Обзор радиационной обстановки на территории деятельности Мурманского УГМС в 2007 г. – Мурманск: Мурманское УГМС, 2008.
21. Стасенко В.В., Полянских С.А. О радиационной обстановке в районе размещения Курской АЭС за 2007 год. Отчет. – Курчатова: Курская АЭС, 2008.
22. Черемисов В.А., Богучарский А.Г., Сопин С.Е., Синюгина Г.Н., Когай В.М., Пучкова А.Д. Отчет по контролю за радиоактивным загрязнением природной среды в районе Курской АЭС за 2007 год. – Курск: УГМС ЦЧО, 2008.
23. Епихин А.И., Козлов Е.П., Степанов С.В. О радиационной обстановке в районе размещения Ленинградской атомной станции в 2007 г. Отчет. – Сосновый Бор: Ленинградская АЭС, 2008.
24. Викин В.А., Маматов А.П., Пахомов В.А. О радиационной обстановке в районе размещения Нововоронежской АЭС в 2007 г. Отчет. – Нововоронеж: Нововоронежская АЭС, 2008.
25. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 273 с.
26. Иванов Е.А., Пырков И.В., Серебряков Б.Е., Шандала Н.К., Возженников О.И., Морозько Е.Н. Результаты исследований радиационной обстановки в зоне влияния утечки радиоактивных отходов из ХЖО-2 Нововоронежской АЭС в 2006 году. Отчет. – М.: ВНИИАЭС, 2007.
27. Викин В.А., Бордачев В.В., Зверева Г.Н. Результаты радиационного контроля окружающей среды на Нововоронежской атомной станции за 2004 г. Отчет. – Нововоронеж: Нововоронежская АЭС, 2005.
28. Черемисов В.А., Богучарский А.Г. Об оперативно-производственной деятельности Центрально-Черноземного УГМС по радиационному мониторингу за 2007 год. Отчет. – Курск: УГМС ЦЧО, 2008.
29. Абаимов А.Д., Краснов И.М., Сковорода Г.А. Радиационный мониторинг окружающей среды в регионе САЭС в 2007 г. Отчет. – Десногорск: Смоленская АЭС, 2008.
30. Герменчук М.Г., Жукова О.М., Амбражевич М.Л., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Пивовар П.А. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений 2007 г. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды Департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь, 2008.

5. РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ, ТЕРРИТОРИЙ И АКВАТОРИЙ

5.1. Радиационная обстановка в г. Москве и Московской области

Радиационный мониторинг на территории г. Москвы и Московской области проводится Московским Центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями (ГУ «Московский ЦГМС-Р») Росгидромета, который входит в состав Центрального УГМС. В 2007 г. наблюдения за содержанием техногенных и природных радионуклидов в приземной атмосфере проводились ежедневно путем круглосуточного отбора проб аэрозолей с помощью воздухофильтрующей установки «Гайфун-3а» на фильтр ФПП-15-1,5 в п. Подмосковная [1]. Радиоактивные выпадения на подстилающую поверхность контролировались в пяти пунктах, два из которых расположены на территории г. Москвы (ВВЦ и Тушино), остальные – на территории области. Отбор проб радиоактивных выпадений производился с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения измерялась ежедневно на 16 станциях г. Москвы и области. Помимо этого, в п. Балчуг проводился отбор проб атмосферных осадков для определения содержания в них трития.

Данные об объемной активности суммы β -излучающих радионуклидов ($\Sigma\beta$) в приземном слое воздуха и выпадений $\Sigma\beta$ на подстилающую поверхность за 2007 г. представлены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения и объемная активность $\Sigma\beta$
в приземном слое атмосферы г. Москвы и Московской области в 2007 г.
(данные Центрального УГМС)**

| Пункт наблюдения | Месяц | | | | | | | | | | | | Среднее | | |
|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|---------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2007 г. | 2006 г. | |
| Выпадения, Бк/м ² ·сутки | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подмосковная | с | 1,4 | 0,9 | 0,9 | 2,0 | 1,9 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 0,9 |
| | м | 5,2 | 1,8 | 1,4 | 6,4 | 5,9 | 1,1 | 4,5 | 4,6 | 0,5 | 1,1 | 1,6 | 1,3 | | |
| Балчуг | с | 1,3 | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 0,8 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 1,1 | 0,9 |
| | м | 6,5 | 4,1 | 5,6 | 4,0 | 3,7 | 4,8 | 4,3 | 6,5 | 3,0 | 1,2 | 2,9 | 1,1 | | |
| ВВЦ | с | 1,2 | 1,4 | 1,0 | 1,7 | 1,4 | 1,3 | 1,8 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 1,1 | 0,9 |
| | м | 5,9 | 6,5 | 3,0 | 6,7 | 3,9 | 5,3 | 6,4 | 4,0 | 4,0 | 1,7 | 1,1 | 1,3 | | |
| Тушино | с | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 0,8 |
| | м | 1,7 | 2,7 | 1,8 | 3,4 | 5,1 | 3,3 | 1,2 | 2,8 | 1,2 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | | |
| Новый Иерусалим | с | 1,1 | 0,9 | 0,9 | 1,1 | 1,5 | 1,0 | 0,9 | 0,6 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 1,0 |
| | м | 3,8 | 1,2 | 2,7 | 5,1 | 6,1 | 2,2 | 1,3 | 3,1 | 0,8 | 1,3 | 1,9 | 1,4 | | |
| Среднее, Бк/м ² ·сутки: | | | | | | | | | | | | | | | |
| - по зоне наблюдения | | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 1,0 | 0,9 |
| - по Центру ЕТР | | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,2 |
| Объемная активность, 10 ⁻⁵ Бк/м ³ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подмосковная | с | 5,8 | 8,6 | 10,6 | 7,1 | 17,2 | 12,2 | 10,2 | 12,0 | 10,9 | 9,5 | 20,7 | 9,2 | 11,2 | 11,6 |
| | м | 14,4 | 14,0 | 34,1 | 15,5 | 42,3 | 33,1 | 31,6 | 33,1 | 53,1 | 27,6 | 64,6 | 36,4 | | |

Из табл. 5.1 видно, что в 2007 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная составила $11,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что незначительно отличается от уровня прошлого года, и в 1,5 раза ниже средневзвешенной объемной активности по Центру ЕТР ($17,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальная среднесуточная объемная активность $\Sigma\beta$ ($64,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалась в ноябре.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная в 2007 г. по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» составляла $4,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и была в 2,6 раза ниже средневзвешенной по территории Центра ЕТР ($10,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), а ^{90}Sr – $0,54 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что незначительно выше средневзвешенной по территории Центра ЕТР ($0,45 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовое содержание естественных радионуклидов – ^7Be , ^{22}Na и ^{40}K – в воздухе составляло $209 \cdot 10^{-5}$, $1,6 \cdot 10^{-7}$ и $0,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно.

Среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ в пунктах контроля в 2007 г. (см. табл. 5.1) составляли 0,8–1,1 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные выпадения (6,7 Бк/м²·сутки) были зарегистрированы в мае на метеостанции ВВЦ в г. Москве. Практически, среднегодовое значение выпадений $\Sigma\beta$ в 2007 г. (1,0 Бк/м²·сутки) мало отличается от данных предыдущего года (0,9 Бк/м²·сутки) и соответствует региональному уровню в Центре ЕТР в 2007 г.

Выпадения ^{137}Cs в объединенной по пяти пунктам пробе в 2007 г. незначительно уменьшились по сравнению с предыдущим годом и составили 0,34 Бк/м²·год, что соответствует среднему значению для Центра ЕТР (0,36 Бк/м²·год).

Объемная активность трития в атмосферных осадках в п. Балчуг по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» в 2007 г. составляла 2,1 Бк/л, что незначительно ниже среднегодового значения для всей территории России (2,4 Бк/л).

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения на территории г. Москвы и области [1] изменялась от 9 мкР/ч (ст. Немчиновка) до 16,8 мкР/ч (г. Новый Иерусалим), что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Максимальные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч.

Радиационная обстановка в г. Москве также систематически с 1987 г. контролируется ГУП МосНПО «Радон» [2], согласно программам и постановлениям Правительства Москвы «О мерах по повышению радиационной безопасности населения г. Москвы». Система радиационно-экологического мониторинга г. Москвы охватывает всю территорию города (~ 1000 км²) и состоит из стационарных и мобильных средств контроля, центрального лабораторного комплекса и информационно-аналитического центра [2]. Схема радиационного мониторинга в г. Москве представлена на рис. 5.1.

Стационарные средства контроля ГУП МосНПО «Радон» включают в себя:

- наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы на шести постоянных постах путем непрерывного отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью 1 200 м³/ч на фильтр ФПП-15-1,5; экспозиция проб – одна неделя;
- наблюдения за радиоактивностью атмосферных выпадений в шести пунктах, совпадающих с пунктами отбора проб аэрозолей. Пробы отбирались с недельной экспозицией с помощью высокооборотных кювет;
- сеть постов контроля водного бассейна – шесть стационарных гидропостов, расположенных на створах рек Москва, Сетунь, Сходня, Яуза и в устье Соболевского ручья (как наиболее вероятного места поступления промышленных загрязнений), на которых проводился отбор проб воды и донных отложений;

- наземную режимную сеть наблюдения (134 пункта) за радиоактивностью почв и грунтов по пробам, отобранным из верхнего поддернового слоя на глубину 5 см с площадок 10x10 м² методом «конверта»;
- сеть измерителей радиационного фона, состоящую из 50 автоматизированных датчиков, размещенных на магистралях, крупных предприятиях, в местах массовых миграций населения и с учетом планомерного охвата всех административных округов.

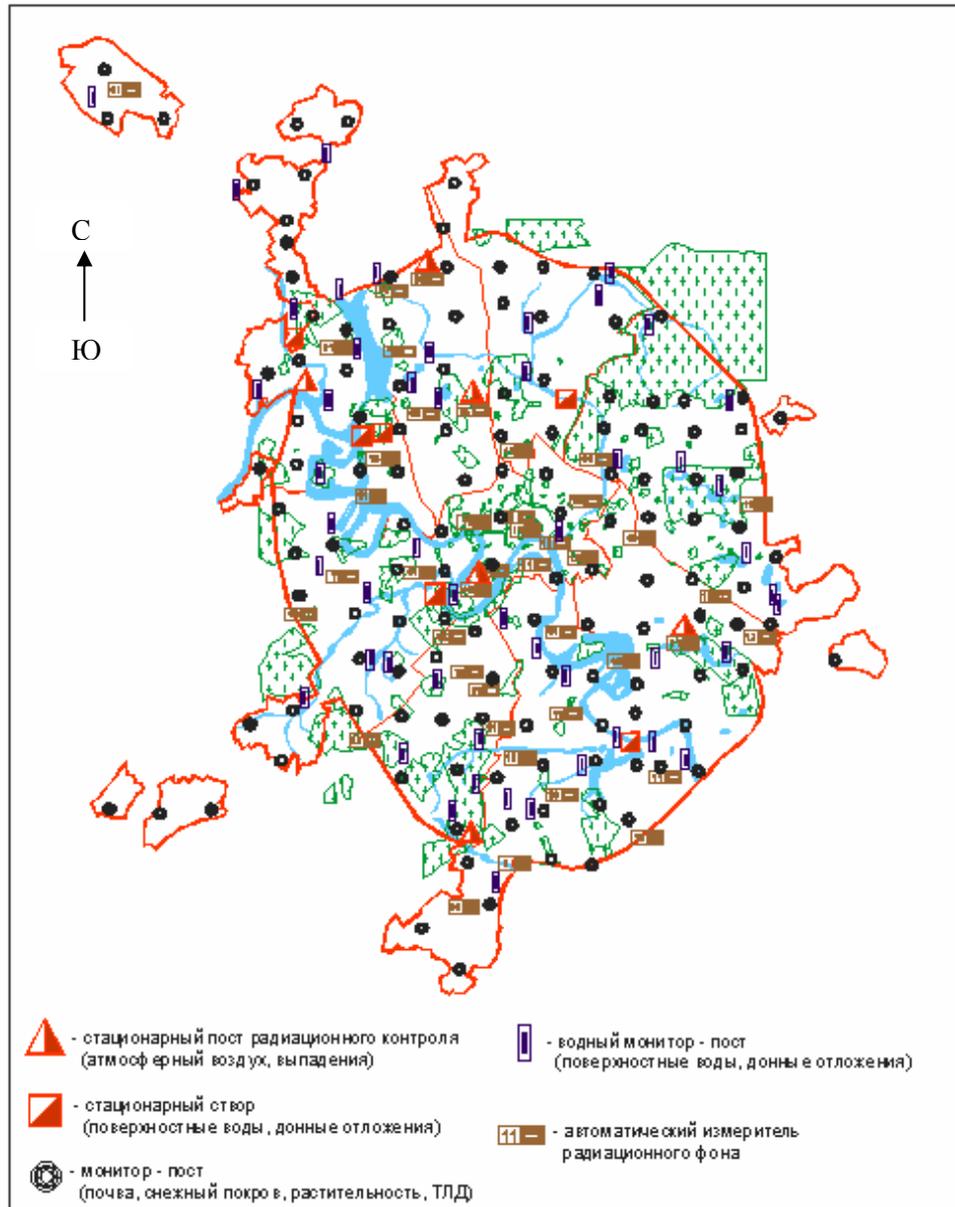


Рис. 5.1. Схема радиационно-экологического мониторинга г. Москвы

Мобильные средства включают в себя:

- водный комплекс на базе теплохода «Радон», который проводит оценку радиоактивности поверхностных вод и донных отложений основных водных транспортных путей московского региона;
- автомобильный комплекс для проведения автомобильной γ -съемки по магистралям и улицам города в районах промышленных и жилых застроек города;

- измерение МЭД переносными дозиметрами;
- 300 термолюминесцентных дозиметров для определения интегральной поглощенной дозы облучения от внешних источников облучения на местности.

В процессе мониторинга в 2007 г. было отобрано и проанализировано более 2 500 проб объектов окружающей среды.

В табл. 5.2 приведены среднегодовые значения контролируемых параметров объектов окружающей среды в г. Москве в 2007 г. [2] и для сравнения в 2006 г.

Таблица 5.2

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды г. Москвы
(данные ГУП МосНПО «Радон»)**

| Контролируемые параметры среды | Σβ | | Радионуклид | | | | | | | | | | | |
|---|---------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|-------------------|---------|------------------|---------|
| | | | ²²⁶ Ra | | ²³² Th | | ⁴⁰ K | | ⁷ Be | | ¹³⁷ Cs | | ⁹⁰ Sr | |
| | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2006 г. |
| Объемная активность в приземной атмосфере, 10 ⁻⁵ Бк/м ³ | 7,9 | 11 | н | 0,06 | - | 0,09 | 2,2 | 2,1 | 320 | 290 | 0,10 | 0,14 | - | - |
| Выпадения на подстилающую поверхность, Бк/м ² ·год | 172 | 299 | 14,6 | 10,9 | 14,6 | 14,6 | 164 | 237 | 442 | 661 | 0,58 | 0,58 | - | - |
| Содержание радионуклидов: почва, грунт, Бк/м ² | | | | | | | | | | | 355 | 360 | 125 | 125 |
| Бк/кг | - | - | 17 | 17 | 21 | 23 | 360 | 370 | - | - | - | - | - | - |
| донные отложения, Бк/кг | 470* | 440* | 32* | 27* | 23* | 20* | 400* | 350* | - | - | 8* | 6* | - | - |

Примечание: - - данные не поступали;
н – ниже предела обнаружения;
* – данные по р. Москва.

Из табл. 5.2 видно, что значение среднегодовой объемной активности Σβ в приземном слое атмосферы г. Москвы в 1,4 раза ниже значения предыдущего года и в 2 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР (17,2·10⁻⁵ Бк/м³).

Объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы г. Москвы в 2007 г. также уменьшилась в 1,4 раза и составляла 9,9·10⁻⁷ Бк/м³, что соответствует средневзвешенному значению по Центру ЕТР (10,5·10⁻⁷ Бк/м³), но превышает объемную активность ¹³⁷Cs в п. Подмосковная в 2,5 раза. Объемная активность ⁷Be в воздухе менялась в течение года в зависимости от сезона и достигала максимума в середине лета (до 1200·10⁻⁵ Бк/м³) [2].

Кроме указанных в табл. 5.2 радионуклидов, в приземном слое атмосферы г. Москвы определялись ²²²Rn и ²¹⁰Pb [2]. В 2007 г. объемная активность ²¹⁰Pb также уменьшилась в 1,4 раза по сравнению с 2006 г. и составляла 32·10⁻⁵ Бк/м³, что на три порядка ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99 (0,11 Бк/м³) [3]. Следует отметить, что в 2007 г., как и в предыдущие годы, в приземном слое атмосферы г. Москвы были зарегистрированы отдельные случаи появления радионуклида техногенного происхождения ¹³¹I. Объемная активность ¹³¹I, регистрируемая в пробах, была на пять порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99 (7,3 Бк/м³) [3].

Выпадения Σβ на территории г. Москвы в 2007 г. (см. табл. 5.2) уменьшились по сравнению с 2006 г. в 1,7 раза, а выпадения ¹³⁷Cs остались на уровне предыдущего года.

В донных отложениях р. Москва [2] наблюдались ²²⁶Ra (32 Бк/кг), ²³²Th (23 Бк/кг), ⁴⁰K (400 Бк/кг), ¹³⁷Cs (8 Бк/кг) (см. табл. 5.2), удельная активность которых осталась примерно на

уровне 2006 г. и не превышала фоновых уровней. При этом содержание ^{137}Cs и ^{226}Ra в донных отложениях в р. Москве распределено неравномерно.

Содержание радионуклидов в пробах почвы в среднем по зоне наблюдения [2] в 2007 г. осталось на уровне предыдущего года (см. табл. 5.2).

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения на территории г. Москвы в 2007 г. [2] составила 10 мкР/ч, что соответствует фоновым значениям. Максимальные значения МЭД не превышали 13 мкР/ч. Годовая поглощенная доза по показаниям ТЛД составила 0,8 мЗв/год.

С целью определения радиэкологических условий проживания населения в 2007 г. было проведено обследование на содержание эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона 220 зданий, 200 детских образовательных учреждений и 160 школ [2]. В воздухе обследованных квартир и служебных помещений ЭРОА радона находилась в пределах от 5 до 188 Бк/м³, в подвалах – от 10 до 2252 Бк/м³. Согласно НРБ-99 [3], в эксплуатируемых зданиях среднегодовая ЭРОА дочерних изотопов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м³.

В 2007 г. ГУП МосНПО «Радон» [2] продолжил работы по выявлению и дезактивации участков радиоактивного загрязнения (УРЗ), которые включили в себя 8 000 км маршрутов автомобильной γ -съемки, пешеходную γ -съемку, охватившую 29 км² городской территории, и дезактивационные работы. Было выявлено и дезактивировано 36 УРЗ. Вывезено на переработку 239,24 тонн РАО и 441 кг загрязненных продуктов питания.

Кроме того, в 2007 г. было проведено 47 инспекционных проверок организаций-владельцев радиоактивных веществ и радиоактивных отходов. Обследована территория 5 объектов общей площадью 153,46 га, выявлено 7 УРЗ.

В заключение необходимо подчеркнуть, что в 2007 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере г. Москвы (по 6 пунктам наблюдения) по данным ГУП МосНПО «Радон» [2] была в 2,5 раза выше, чем в п. Подмосковная (в 30 км от г. Москвы) [1]. В целом же, радиационный мониторинг окружающей природной среды на территории г. Москвы и Московской области показал, что, в основном, за исключением упомянутых выше УРЗ, в 2007 г. значения контролируемых параметров объектов природной среды находились на уровне многолетних значений, характерных для радиационного фона столицы и Центра ЕТР.

5.2. Южно-Уральский регион

На территории Южно-Уральского региона России, кроме наблюдений за радиационной обстановкой в окрестностях РОО, описанных в разделах 2, 3 и 4, Уральское УГМС проводит регулярный радиационный мониторинг территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС) и населенных пунктов, на территории которых расположены предприятия, работающие с радиоактивными веществами, а именно:

- пос. Двуреченск Сысертского района, на территории которого расположен Ключевской завод ферросплавов;
- г. Новоуральск, где находится Уральский электрохимический комбинат (УЭХК);

– г. Лесной с расположенным на его территории комбинатом «Электрохимприбор» (ЭХП).

Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС)

Радиоактивное загрязнение Южно-Уральского региона является результатом двух аварийных ситуаций на ПО «Маяк»: взрыва емкости с высокоактивными РАО в 1957 г. и выноса радионуклидов с высохших берегов оз. Карачай, куда сливались низкоактивные РАО, в 1967 г.

Подробные данные о происхождении ВУРС, его протяженности, радионуклидном составе загрязнения и уровнях загрязнения приведены в [4]. Там же были приведены карты плотности загрязнения почв Южно-Уральского региона ^{90}Sr и ^{137}Cs по состоянию на 1997 г.

На территории этого радиоактивного следа, который примерно совпадает с районом предполагаемых нештатных выбросов ПО «Маяк», Уральское УГМС в 12 пунктах проводит систематические наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями и мощностью экспозиционной дозы γ -излучения [5]. Кроме того, Уральским УГМС и ЦЗЛ ПО «Маяк» проводится многолетний мониторинг загрязнения радионуклидами вод рек Течи и Исети, в которые происходит поступление загрязненных фильтрационных вод, а также Караболки и Синары, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк». Пробы воды Уральским УГМС в 2007 г. отбирались: из р. Течи в трех пунктах ежемесячно, в двух пунктах – периодически, из р. Исеть в трех пунктах ежемесячно, из системы рек Караболка–Синара в трех пунктах ежемесячно. Расположение этих пунктов контроля представлено на рис. 2.1 и 2.2 в разделе 2.2 и на рис. 4.4 в разделе 4.2.

Выпадения $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr в 2007 г. [5], а также за предыдущие годы, приведены в табл. 5.3. Выпадения $\Sigma\beta$ в пункте наблюдения определялись в каждой суточной пробе, ^{137}Cs – в объединенной за месяц пробе, ^{90}Sr – в пробе, объединенной за квартал.

Таблица 5.3

Выпадения $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа в 2005–2007 гг., Бк/м²·год

| Пункт наблюдения | $\Sigma\beta$ | | | ^{137}Cs | | | ^{90}Sr | | |
|----------------------------|---------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|------------------|---------|---------|
| | 2007 г. | 2006 г. | 2005 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2005 г. | 2007 г. | 2006 г. | 2005 г. |
| Аргаяш | 263 | 307 | 292 | 6,0 | 5,3 | 3,6 | 9,2 | 4,2 | 5,4 |
| Байны | 117 | 157 | 146 | 3,6 | 3,1 | 3,6 | 9,0 | 6,4 | 3,4 |
| Богданович | 132 | 183 | 146 | 2,4 | 2,6 | 3,6 | 8,3 | 9,2 | 1,9 |
| Бродокалмак | 256 | 285 | 256 | 6,0 | 4,2 | 2,4 | 7,2 | 4,6 | 4,0 |
| Ирбит | 139 | 157 | 146 | 2,4 | 1,0 | 7,2 | 5,3 | 4,8 | 3,2 |
| Каменск-Уральский | 143 | 161 | 146 | 2,4 | 1,7 | 4,8 | 6,2 | 4,4 | 4,4 |
| Камышлов | 124 | 153 | 110 | 2,4 | 2,2 | 4,8 | 3,4 | 5,4 | 7,6 |
| Муслюмово | 281 | 296 | 256 | 8,4 | 8,6 | 6,0 | 4,4 | 6,1 | 10,3 |
| Новый Завод | 135 | 124 | 110 | 2,4 | 2,3 | 2,4 | 9,1 | 6,2 | 3,8 |
| Рыбниковское | 135 | 135 | 146 | 2,4 | 1,6 | 1,2 | 8,4 | 7,0 | 2,8 |
| Тавда | 146 | 157 | 146 | 1,2 | 0,6 | 3,6 | 6,1 | 4,9 | 4,0 |
| Талица | 164 | 146 | 146 | 3,6 | 1,9 | 2,4 | 7,9 | 6,4 | 2,4 |
| Среднее по территории ВУРС | 172 | 188 | 183 | 3,6 | 2,9 | 3,6 | 7,1 | 5,8 | 4,4 |
| Фон для Уральского региона | 175 | 186 | 183 | 0,9 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 1,7 |

Анализ данных о величине выпадений радиоактивных продуктов в районе территории Восточно-Уральского радиоактивного следа показывает, что годовые выпадения $\Sigma\beta$ незначительно меняются в течение последних трех лет и не превышают фоновых уровней по Уральскому региону.

17–18 февраля 2007 г. в п. Каменск-Уральский были зарегистрированы атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ ($2,05 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$), превышающие фоновые значения для данного населенного пункта за предыдущий месяц в 10 и более раз. Техногенных радионуклидов в пробе повышенной активности обнаружено не было.

Годовые выпадения ^{137}Cs на территории ВУРС в 2007 г. увеличились в 1,3 раза по сравнению с 2006 г. Как и в предыдущие годы, выпадения ^{137}Cs на территории ВУРС превышали региональный фон в 4 раза. Максимальные выпадения ^{137}Cs , усредненные по территории ВУРС, наблюдались в феврале ($0,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$), в то время как региональный фоновый уровень составлял $0,1 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$. По отдельным пунктам наблюдений максимальные годовые выпадения ^{137}Cs на территории ВУРС, как и в предыдущие годы, наблюдались в п. Муслумово ($8,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

В 2007 г. фоновые годовые выпадения ^{90}Sr для Уральского региона уменьшились в 1,2 раза, а усредненные выпадения ^{90}Sr по территории ВУРС в среднем увеличились в 1,2 раза. Выпадения ^{90}Sr на территории ВУРС превышали региональный фон в 4,4 раза. Наибольшие средние по территории ВУРС выпадения были зарегистрированы в третьем квартале ($0,73 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{квартал}$). Максимальные годовые выпадения ^{90}Sr в 2007 г. наблюдались в п. Аргаяш ($9,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

Динамика годовых выпадений ^{137}Cs и ^{90}Sr на территории ВУРС в период с 1998 по 2007 гг. приведена на рис. 5.2. Из рис. 5.2 видно, что выпадения ^{137}Cs со временем имеют слабую тенденцию к уменьшению. Отношение содержания ^{137}Cs к содержанию ^{90}Sr в выпадениях за данный период изменялось в пределах 0,44–1,1.

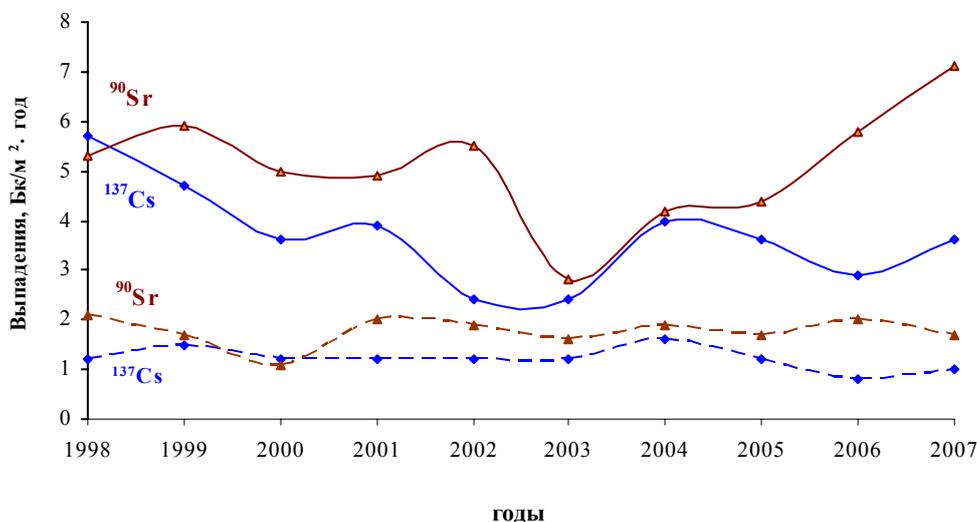


Рис. 5.2. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа:
 --- — фоновые уровни по Уральскому региону;
 — — выпадения, усредненные по территории ВУРС.

Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Теча и Исеть приведены в табл. 2.10 и 2.11 в разделе 2.2, а из рек Караболка и Синара – в табл. 5.4. Содержание ^{90}Sr в воде определялось параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Поэтому в табл. 2.10, 2.11 и 5.4 приведены данные по результатам измерений трех лабораторий, а также данные ЦЗЛ ПО «Маяк» [6]. Точки отбора проб воды из рек представлены на рис. 2.2. в разделе 2.2.

**Объемная активность радионуклидов в воде рек Караболки и Синары в 2007 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

| Месяц | нижний бьеф болота Бугай | | | с. Татарская Караболка | | | | Усть-Караболка | | | устье р. Синары | |
|----------|--------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------|----------------|------------------|-------------------|----------------|------------------|-------------------|
| | ⁹⁰ Sr* | ¹³⁷ Cs* | ³ H* | ⁹⁰ Sr* | ¹³⁷ Cs* | ³ H* | ³ H | ⁹⁰ Sr | ¹³⁷ Cs | ³ H | ⁹⁰ Sr | ¹³⁷ Cs |
| январь | - | - | - | - | - | - | 7,6 | 1,6 | 0,02 | - | 0,51 | 0,033 |
| февраль | 2,8 | 0,25 | < 70 | 2,9 | 0,25 | < 70 | 8,3 | 1,7 | 0,03 | - | 0,32 | 0,045 |
| март | 5,9 | 0,21 | < 70 | 2,7 | 0,21 | < 70 | 6,5 | 1,8 | 0,03 | - | 0,26 | 0,026 |
| апрель | 4,5 | 0,15 | < 70 | 3,1 | 0,12 | < 70 | 11,5 | 1,2 | 0,02 | - | 0,16 | 0,025 |
| май | 6,6 | 0,49 | < 70 | 4,9 | 0,34 | < 70 | 13,7 | 1,3 | 0,01 | 8,4 | 0,35 | 0,051 |
| июнь | - | - | - | 4,3 | - | < 70 | 15,8 | 1,7 | 0,03 | - | 0,60 | 0,051 |
| июль | - | - | - | - | - | - | 14,4 | 2,3 | 0,02 | 12,7 | 0,65 | 0,053 |
| август | - | - | - | 3,5 | 0,60 | < 70 | 14,8 | 1,5 | - | - | 0,36 | 0,048 |
| сентябрь | - | - | - | - | - | - | 9,0 | 1,3 | 0,04 | - | 0,57 | 0,062 |
| октябрь | - | - | - | - | - | - | 6,8 | 1,1 | 0,02 | - | 0,25 | 0,022 |
| ноябрь | - | - | - | 1,2 | 0,90 | < 70 | 4,5 | 1,4 | 0,03 | - | 0,20 | 0,035 |
| декабрь | - | - | - | - | - | - | 4,1 | 0,48 | 0,01 | - | 0,15 | 0,031 |
| Среднее: | | | | | | | | | | | | |
| 2007 г. | 4,9 | 0,27 | < 70 | 3,2 | 0,40 | < 70 | 9,8 | 1,4 | 0,024 | 10,6 | 0,37 | 0,040 |
| 2006 г. | 4,0 | 0,27 | 90 | 3,8 | 0,36 | < 70 | 11,6 | 1,6 | 0,020 | 9,9 | 0,33 | 0,022 |

Примечание: * – данные ЦЗЛ ПО «Маяк»;
-- измерения не проводились.

В водах системы рек Караболка–Синара среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в 2007 г. осталась примерно на уровне предыдущего года (см. табл. 5.4) и не превышала УВ по НРБ-99 [3]. Исключение представляет болото Бугай, откуда берет начало р. Караболка, в котором объемная активность ⁹⁰Sr в пробах воды периодически превышала УВ, изменяясь в течение года в диапазоне от 2,8 до 6,6 Бк/л.

Объемная активность ¹³⁷Cs в рассматриваемой системе рек не высока. Объемная активность ¹³⁷Cs в системе рек Караболка–Синара [5] (см. табл. 5.4) более чем в 500 раз ниже УВ [3].

Исследования отобранных проб воды из рек Караболка и Синара на содержание в них трития, выполненные ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» и ПО «Маяк», показали, что в реках наблюдается повышенное содержание этого радионуклида по сравнению с его глобальным уровнем в реках России. Из приведенных данных (см. табл. 5.4) видно, что объемная активность трития в воде р. Караболка осталась на уровне 2006 г. и в 3–4 раза превышала фоновый уровень для рек России. В устье р. Синары объемная активность трития в воде в 2007 г. увеличилась в 1,8 раза и была в 1,5 раза выше фонового уровня для рек России.

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в пунктах наблюдения на территории ВУРС в 2007 г. колебалась от 9 до 13 мкР/ч и находилась в пределах фоновых значений для Уральского региона и территории РФ.

Пос. Двуреченск

На Ключевском заводе ферросплавов, расположенном в п. Двуреченск Сысертского района Свердловской области, производится захоронение радиоактивных отходов, образующихся в виде металлических шлаков при переработке сырья, содержащего ниобиевые и циркониевые концентраты. Источником возможного загрязнения окружающей среды является естественный радионуклид ²³²Th и его дочерние продукты распада [5]. Пункт захоронения радиоактивных отходов расположен в 3 км от пос. Двуреченск. Кроме того, Двуреченск расположен в 100-км зоне влияния Белоярской АЭС.

С 1991 г. в пос. Двуреченск действует пост Уральского УГМС, на котором проводятся регулярные наблюдения за атмосферными выпадениями с помощью планшета с суточной экспозицией и измерения мощности экспозиционной дозы γ -излучения 3 раза в сутки. Результаты наблюдений за атмосферными выпадениями $\Sigma\beta$, а также результаты радионуклидного анализа проб выпадений в пос. Двуреченск в 2003–2007 гг. представлены в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Среднемесячные и среднегодовые значения выпадений из атмосферы $\Sigma\beta$ (Бк/м²·сутки), ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr (Бк/м²·месяц) в некоторых городах Свердловской области 2007 г.

| Месяц | пос. Двуреченск | | | г. Новоуральск | | | г. Лесной | | |
|---|-----------------|-------------------|------------------|----------------|-------------------|------------------|---------------|-------------------|------------------|
| | $\Sigma\beta$ | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr | $\Sigma\beta$ | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr | $\Sigma\beta$ | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr |
| Январь | 0,25 | 0,1 | 0,39 | 0,42 | н | 0,13 | 0,19 | 1,0 | 0,28 |
| Февраль | 0,35 | 0,1 | 0,39 | 0,32 | н | 0,13 | 0,11 | 0,2 | 0,28 |
| Март | 0,41 | 0,1 | 0,39 | 0,14 | н | 0,13 | 0,17 | 0,1 | 0,28 |
| Апрель | 0,38 | 0,1 | 0,87 | 0,39 | н | 0,37 | 0,45 | н | 0,78 |
| Май | 0,46 | 0,1 | 0,87 | 0,43 | н | 0,37 | 0,35 | 0,1 | 0,78 |
| Июнь | 0,55 | н | 0,87 | 0,57 | 0,4 | 0,37 | 0,83 | 0,6 | 0,78 |
| Июль | 0,88 | 0,1 | 0,42 | 0,45 | 0,5 | 0,86 | 0,57 | 0,3 | 0,72 |
| Август | 0,29 | 0,1 | 0,42 | 0,43 | н | 0,86 | 0,67 | н | 0,72 |
| Сентябрь | 0,84 | 0,1 | 0,42 | 0,48 | 0,4 | 0,86 | 0,70 | 0,2 | 0,72 |
| Октябрь | 0,37 | н | 0,46 | 0,39 | н | 0,62 | 0,26 | н | 0,68 |
| Ноябрь | 0,39 | 0,1 | 0,46 | 0,31 | н | 0,62 | 0,21 | 0,3 | 0,68 |
| Декабрь | 0,14 | н | 0,46 | 0,22 | н | 0,62 | 0,49 | 0,7 | 0,68 |
| Сумма, Бк/м ² ·год: | | | | | | | | | |
| 2007 г. | 161 | 0,9 | 6,4 | 139 | 1,3 | 5,9 | 153 | 3,5 | 6,1 |
| 2006 г. | 135 | 1,6 | 4,9 | 168 | 0,8 | 5,8 | 142 | 1,4 | 7,2 |
| 2005 г. | 110 | 0,7* | 3,1 | 146 | 1,5* | 2,3 | 146 | 6,7* | 4,2 |
| 2004 г. | 146 | 1,8 | 3,9 | 183 | 3,5 | 5,0 | 146 | 6,7 | 2,8 |
| 2003 г. | 110 | 2,6 | 3,6 | 183 | 2,1 | 3,8 | 146 | 1,5 | 1,6 |
| Фон для Уральского региона, Бк/м ² ·год: | | | | | | | | | |
| 2007 г. | 175 | 0,9 | 1,6 | 175 | 0,9 | 1,6 | 175 | 0,9 | 1,6 |
| 2006 г. | 186 | 0,8 | 2,0 | 186 | 0,8 | 2,0 | 186 | 0,8 | 2,0 |
| 2005 г. | 183 | 1,2 | 1,7 | 183 | 1,2 | 1,7 | 183 | 1,2 | 1,7 |
| 2004 г. | 183 | 1,6 | 1,9 | 183 | 1,6 | 1,9 | 183 | 1,6 | 1,9 |
| 2003 г. | 183 | 1,2 | 1,6 | 183 | 1,2 | 1,6 | 183 | 1,2 | 1,6 |

Примечание: н – ниже предела обнаружения ($\leq 0,01$ Бк/м²·месяц);

* – уточненные данные.

Анализ данных о выпадениях радионуклидов за последние шесть лет показал, что годовые выпадения $\Sigma\beta$ в пос. Двуреченск не превышали региональный фоновый уровень. Годовые выпадения ¹³⁷Cs уменьшились по сравнению с 2006 г. в 1,7 раза и соответствовали фоновому уровню Уральского региона. Годовые выпадения ⁹⁰Sr увеличились по сравнению с 2006 г. в 1,3 раза и превышали фоновый уровень в 4 раза. Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в пос. Двуреченск в 2007 г. составила 9 мкР/ч, что соответствует фоновому значению. Загрязнение приземной атмосферы пос. Двуреченск ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr не обусловлено производственной деятельностью Ключевского завода ферросплавов и пункта захоронения шлаков. По всей вероятности, оно вызвано ветровым выносом радионуклидов с территории ВУРС.

Г. Новоуральск

В г. Новоуральске, входящем в 100-км зону Белоярской АЭС, расположен Уральский электрохимический комбинат (УЭХК), который производит низкообогащенный уран для ядерных реакторов и ведет переработку оружейного урана с демонтированных боеголовок. В 2007 г.

комбинатом в воздух было выброшено $2,33 \cdot 10^8$ Бк (в 1,2 раза больше, чем в 2006 г.) изотопов урана, что составляет 3 % от величины допустимого выброса [7].

Радиационный мониторинг окружающей среды в г. Новоуральске проводится Уральским УГМС с 1992 г. В городе организованы наблюдения за атмосферными выпадениями с помощью планшета с суточной экспозицией и за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения 3 раза в сутки [5]. Результаты наблюдений приведены в табл. 5.5. Видно, что годовые выпадения $\Sigma\beta$ в г. Новоуральске в течение последних лет не превышают фоновых значений для Уральского региона. В 2007 г. суммарные выпадения ^{137}Cs увеличились в 1,6 раза по сравнению с 2006 г. и в 1,4 раза превышали фоновый уровень Уральского региона. Выпадения ^{90}Sr в 2007 г. остались примерно на уровне предыдущего года и превышали уровень регионального фона в 3,7 раза. Среднее за год значение МЭД в Новоуральске составляло 10 мкР/ч, что соответствует уровням естественного γ -фона. Как и в случае с пос. Двуреченск, источником загрязнения приземной атмосферы города ^{137}Cs и ^{90}Sr не является УЭХК, поскольку наблюдаемые выпадения этих радионуклидов сравнимы или меньше средних выпадений в 100-км зоне Белоярской АЭС, в которой он расположен.

Г. Лесной

В г. Лесном расположен ЭХП, на котором производится демонтаж ядерного оружия. Комбинат ЭХП выбрасывает в атмосферу радиоизотопы урана.

С 1992 г. в г. Лесном Уральское УГМС проводит наблюдения за атмосферными выпадениями радионуклидов посредством планшета с суточной экспозицией и за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения 3 раза в сутки. Данные наблюдений и радионуклидного анализа проб выпадений приведены в табл. 5.5.

Анализ результатов показывает, что годовые выпадения $\Sigma\beta$ в г. Лесном не изменяются на протяжении последних лет и не превышают фоновый уровень для Уральского региона. Годовые выпадения ^{137}Cs в 2007 г. увеличились в 2,5 раза по сравнению с 2006 г. и превышали региональный фоновый уровень в 3,8 раза. Годовые выпадения ^{90}Sr уменьшились в 1,2 раза по сравнению с 2006 г., но в 3,8 раза превышали фоновый уровень Уральского региона. Среднегодовое значение МЭД составляло 11 мкР/ч, что не отличается от фоновых уровней. Поскольку ^{137}Cs и ^{90}Sr не присутствуют в выбросах ЭХП, загрязнение приземной атмосферы, как и на большей части Уральского региона, происходит за счет ветрового выноса этих радионуклидов с загрязненных территорий.

Таким образом, из приведенных данных радиационного мониторинга Уральского региона следует, что в 2007 г. выпадения ^{137}Cs из атмосферы на территории ВУРС превышали фоновые значения, характерные для всего Уральского региона, в 4 раза, в г. Новоуральск – в 1,4 раза, а в г. Лесной – в 3,8 раза. На рассматриваемых территориях выпадения ^{90}Sr превышали фоновый уровень примерно в 4–5 раз. Радиационная обстановка в этих районах требует пристального внимания и постоянного контроля.

5.3. Радиозоологическое обследование района расположения Загорского филиала МосНПО «Радон»

Загорский филиал Московского НПО «Радон» (МосНПО «Радон») расположен в Сергиево-Посадском районе Московской области на отрогах Клинско-Дмитровской гряды, в лесном массиве на границе Константиновского и Хомьяковского лесничеств. В его состав входит полигон по обезвреживанию радиоактивных отходов низкого и среднего уровней активности, расположенный в 20 км севернее г. Сергиев-Посад. Площадь производственной базы составляет 1703,89 га.

В 2007 г. ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» были проведены экспедиционные работы по обследованию территории в районе расположения Загорского филиала МосНПО «Радон». Размещение пунктов отбора проб почвы (т.т. П1–П17) в окрестностях филиала «Радон» показано на рис. 5.3. В радиусе до 10 км от предприятия было отобрано 17 проб почвы из них 6 послойно на глубину до 30 см и 4 пробы донных отложений. Пробы почвы отбирались на глубину до 30 см. При выборе точки отбора в пределах площадки, где был запланирован пробоотбор, измерялась мощность экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) на высотах 1 м и 0,1 м. Точка отбора считалась представительной, если значение МЭД на высоте 1 м над поверхностью земли отличалось от значения на высоте 0,1 м менее чем на 50 %. Отобранные пробы были проанализированы на содержание в них гамма-излучающих техногенных радионуклидов. Результаты анализа проб почвы показаны в табл. 5.6 и 5.7.

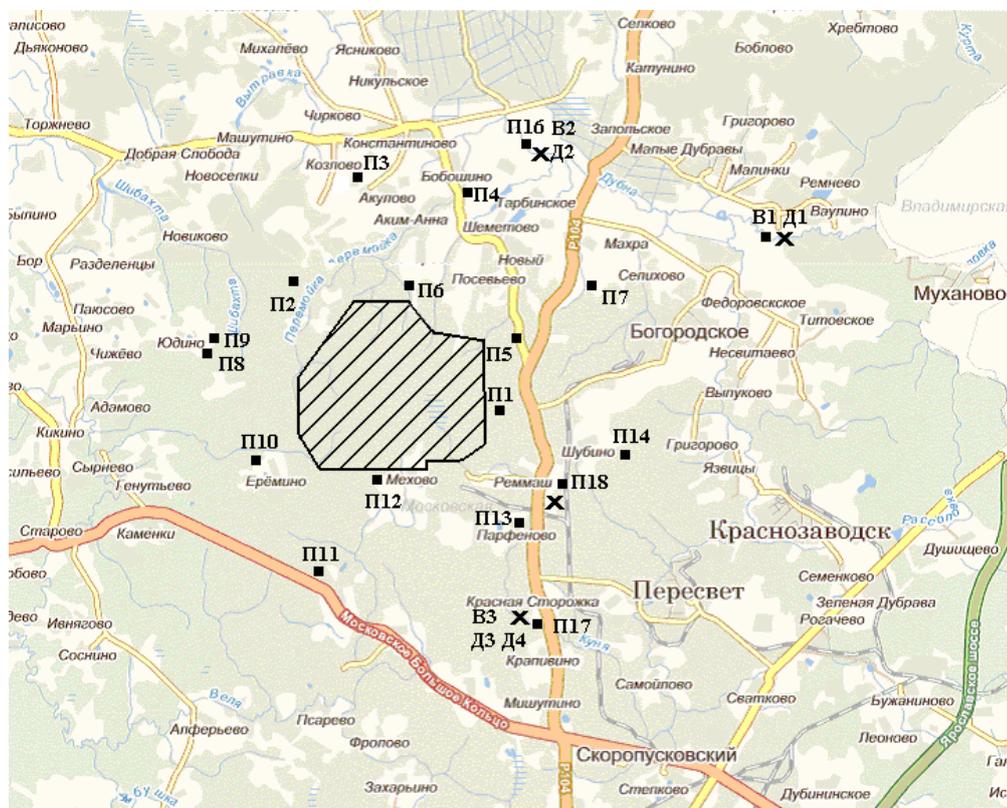


Рис. 5.3. Карта-схема мест отбора проб:
■ – места отбора проб почвы (П);
x – места отбора проб воды (В) и донных отложений (Д).

Таблица 5.6

Содержание радионуклидов в пробах почвы в 2007 г.

| Точки отбора проб | Глубина слоя, см | Запас в слое ¹³⁷ Cs, кБк/м ² | Удельная активность, Бк/кг | | |
|--|------------------|--|----------------------------|-------------------|-----------------|
| | | | ²²⁶ Ra | ²³² Th | ⁴⁰ K |
| П1 | 0-30 | 4,665 | - | - | - |
| П2 | 0-20 | 0,168 | - | - | - |
| П3 | 0-30 | 0,542 | 17,8 | 28,8 | 571 |
| П4 | 0-30 | 0,51 | 15,1 | 24,1 | 429 |
| П5 | 0-20 | 1,211 | - | - | - |
| П6 | 0-30 | 1,611 | - | - | - |
| П7 | 0-30 | 0,823 | 15,8 | 26,0 | 480 |
| П8 | 0-25 | 1,669 | - | - | - |
| П9 | 0-15 | 0,848 | - | - | - |
| П10 | 0-15 | 0,848 | - | - | - |
| П11 | 0-30 | 1,879 | 16,4 | 24,7 | 456 |
| П12 | 0-30 | 0,63 | - | - | - |
| П13 | 0-30 | 1,554 | 14,8 | 20,4 | 407 |
| П14 | 0-30 | 2,109 | 20,8 | 34,2 | 597 |
| П15 | 0-30 | 1,795 | 17,9 | 29,3 | 468 |
| П17 | 0-30 | 2,192 | 18,1 | 26,7 | 410 |
| П18 | 0-30 | 2,552 | 15,4 | 22,4 | 427 |
| Среднее | | 1,506 | 16,9 | 26,3 | 472 |
| Фоновое значение для Московского региона [8] | | | 30 | 40 | 60 |

Примечание: - - измерения не проводились.

Таблица 5.7

Содержание ¹³⁷Cs в слоях проб почвы

| Точки отбора проб | Глубина слоя, см | Содержание ¹³⁷ Cs | |
|-------------------|------------------|------------------------------|--------------------|
| | | Бк/кг | кБк/м ² |
| П1 | 0-8 | 85,5 | 1,69 |
| | 8-10 | 68,6 | 1,49 |
| | 10-12 | 19,1 | 0,28 |
| | 12-14 | 10,8 | 0,18 |
| | 14-16 | 6,8 | 0,11 |
| | 16-18 | 4,6 | 0,08 |
| | 18-20 | 8,6 | 0,19 |
| | 20-25 | 2,3 | 0,11 |
| П2 | 25-30 | 9,7 | 0,53 |
| | 0-2 | 1,6 | 0,01 |
| | 4-6 | 0,4 | 0,02 |
| | 6-8 | 0,03 | 0,002 |
| | 10-15 | 0,8 | 0,006 |
| П5 | 15-20 | 1,2 | 0,10 |
| | 0-2 | 6,5 | 0,12 |
| | 2-4 | 6,2 | 0,14 |
| | 4-6 | 6,5 | 0,13 |
| | 6-8 | 6,5 | 0,12 |
| | 8-10 | 7,2 | 0,22 |
| | 10-15 | 6,6 | 0,27 |
| П8 | 15-20 | 4,0 | 0,21 |
| | 0-5 | 6,0 | 0,11 |
| | 5-10 | 4,6 | 0,12 |
| | 10-15 | 5,7 | 0,47 |
| | 15-20 | 4,2 | 0,49 |
| П9 | 20-25 | 4,32 | 9,47 |
| | 0-2 | 4,9 | 0,06 |
| | 2-4 | 4,4 | 0,07 |
| | 4-6 | 5,5 | 0,13 |
| | 6-8 | 5,2 | 0,17 |
| | 8-10 | 4,7 | 0,12 |
| | 10-15 | 4,6 | 0,31 |

В отобранных пробах почвы из техногенных γ -излучающих радионуклидов был обнаружен только ¹³⁷Cs. Практически во всех пробах содержание ¹³⁷Cs не превышало фонового уровня для

Московской области – 10 Бк/кг [8]. Однако в верхних слоях пробы П1, отобранной рядом с СЗЗ предприятия, было зафиксировано превышение указанного фонового значения в 7–8 раз, а плотность загрязнения почвы ^{137}Cs (запас) была примерно в 2 раза выше глобального уровня загрязнения территории России ^{137}Cs . Это указывает на дополнительное, не связанное с глобальными выпадениями ^{137}Cs , загрязнение почвы данным радионуклидом в районе отбора пробы П1 (см. рис. 5.3).

Проведенное исследование содержания ^{137}Cs по слоям почвы показало, что для определения полного запаса радиоцезия в почвах недостаточно брать керны глубиной 30 см. Рекомендуемая глубина отбора проб составляет 40–50 см. Содержание естественных радионуклидов в пробах почвы не превышало средних значений для Московского региона.

В окрестностях Загорского филиала МосНПО «Радон» были также отобраны пробы воды из р. Кунья, протекающей по территории предприятия, пруда пос. Реммаш и р. Дубны, в которую впадает р. Кунья (см. т.т. В1–В4 рис. 5.3). В указанных реках были также отобраны донные отложения (см. т.т. Д1–Д4 рис. 5.3). Полученные результаты по содержанию радионуклидов в воде и донных отложениях представлены в табл. 5.8 и 5.9.

Таблица 5.8

Объемная активность естественных и техногенных радионуклидов в пробах воды, мБк/л

| Место отбора проб | ^{137}Cs | ^{90}Sr |
|--|-------------------|------------------|
| т. В1 – р. Дубна выше впадения р. Кунья, д. Ваулино | 30 | 11,9 |
| т. В2 – р. Дубна ниже впадения р. Кунья | 10 | 4,6 |
| т. В3 – р. Кунья, п. Красная Сторожка | 10 | 21,4 |
| т. В4 – пруд (Реммаш) | - | 60,4 |
| Рекомендуемые фоновые значения для Московского региона [8] | 1 | 6 |

Примечание: - – измерения не проводились.

Таблица 5.9

Удельная активность естественных и техногенных радионуклидов в пробах донных отложений, Бк/кг в.-с.

| Точки отбора проб | ^{137}Cs | ^{226}Ra | ^{232}Th | ^{40}K |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Д1 | 2,2 | 20 | 28 | 527 |
| Д2 | 2,7 | - | - | - |
| Д3 | 2,7 | 13 | 15 | 612 |
| Д4 | 26,9 | 25 | 26 | 620 |
| Фоновое значение для Московского региона [8] | 6 | 20 | 20 | 370 |

Примечание: - – измерения не проводились.

Из табл. 5.8 видно, что объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr во всех точках отбора проб воды намного ниже нормативов, установленных НРБ-99 [3]. Однако, объемная активность ^{137}Cs в воде р. Дубна выше впадения в нее р. Кунья (вблизи д. Ваулино) приблизительно в 2 раза выше, чем в пробах воды, отобранных в других точках. Объемные активности ^{90}Sr в точках отбора проб (кроме т. В2) в 2–11 раз выше фоновых значений для рек ЕТР (5,6 мБк/л). Наибольшее превышение имеет место в пруду пос. Реммаш.

По данным обследования в этом же районе, проведенного в 1998 г. МосНПО «Радон», объемные активности ^{137}Cs (150 мБк/л) и ^{90}Sr (190 мБк/л) в воде рек Дубна и Кунья и в пруду у пос. Реммаш также значительно превышали фоновые значения для рек ЕТР [9]. За прошедшие 10 лет объемная активность ^{137}Cs в поверхностных водах уменьшилась в 5–15 раз, а ^{90}Sr – в 3–40 раз.

5.4. Мониторинг радиоактивного загрязнения объектов морской среды в прибрежных районах Баренцева и Азовского (Российская часть) морей

Основной задачей, решаемой в ходе радиоэкологического мониторинга в прибрежных районах Баренцева и Азовского морей, является выявление наличия или отсутствия воздействия локальных источников на радиоактивное загрязнение морской среды

Баренцево море

Детальный анализ локальных источников существующего и потенциального радиоактивного загрязнения морской среды применительно к Баренцеву морю [10] показал, что для прибрежных районов Баренцева моря основными локальными источниками являются:

– перенос радиоактивных веществ в Баренцево море прибрежными морскими течениями из Западной Европы. В этом плане основным является перенос радиоактивных отходов, сбрасываемых в прибрежные воды предприятиями по переработке отработавшего ядерного топлива в Селлафилде (Великобритания) и на мысе Аг (Франция). Имеет значение и перенос радиоактивности, выносимой из Балтийского моря [11]. На побережье Балтики расположен ряд атомных электростанций, и, кроме того, это море было существенно загрязнено радиоактивным цезием после аварии на Чернобыльской АЭС;

– береговые технические базы (БТБ) гражданского и военного атомного флотов, в особенности базы, где производится перезарядка активных зон судовых и корабельных ядерных реакторов и временное хранение отработавшего ядерного топлива;

– аварийные ситуации, например, затопление АПЛ К-150 у входа в Кольский залив.

Проведенные в последнее время исследования радиоактивного загрязнения морской среды на морских акваториях в непосредственной близости к расположенным на побережье Кольского полуострова радиационно опасным объектам (РТП «Атомфлот» в Кольском заливе, БТБ в губе Андреева Мотовского залива и др.) выявили наличие (в низких концентрациях) в некоторых объектах морской среды радионуклидов, однозначно связанных с работой этих предприятий (^{60}Co , ^{152}Eu , ^{155}Eu и др. [10]). С целью изучения ареала распространения загрязнения, т.е. влияния РОО на загрязнение морской среды в районах, относительно удаленных от радиационно опасных объектов, в 2006 г. были начаты совместные российско-норвежские работы по мониторингу радиоактивного загрязнения Баренцева моря именно в таких морских районах (как в прибрежных, так и в районах открытого моря).

Основной целью работ со стороны России в рамках совместного российско-норвежского проекта являлось измерение существующих уровней загрязнения объектов морской среды искусственными радионуклидами в районах российского побережья Баренцева моря (прибрежный мониторинг) и в районах открытого Баренцева моря. Для прибрежного мониторинга было выбрано побережье Кольского полуострова в окрестностях п. Терiberка (рис. 5.4).

В сентябре 2006 г. в окрестностях пос. Терiberка специалистами ГУ «Мурманское УГМС» и ГУ «НПО «Тайфун» были отобраны следующие пробы морской среды:

- прибрежная поверхностная морская вода;
- прибрежные донные отложения;

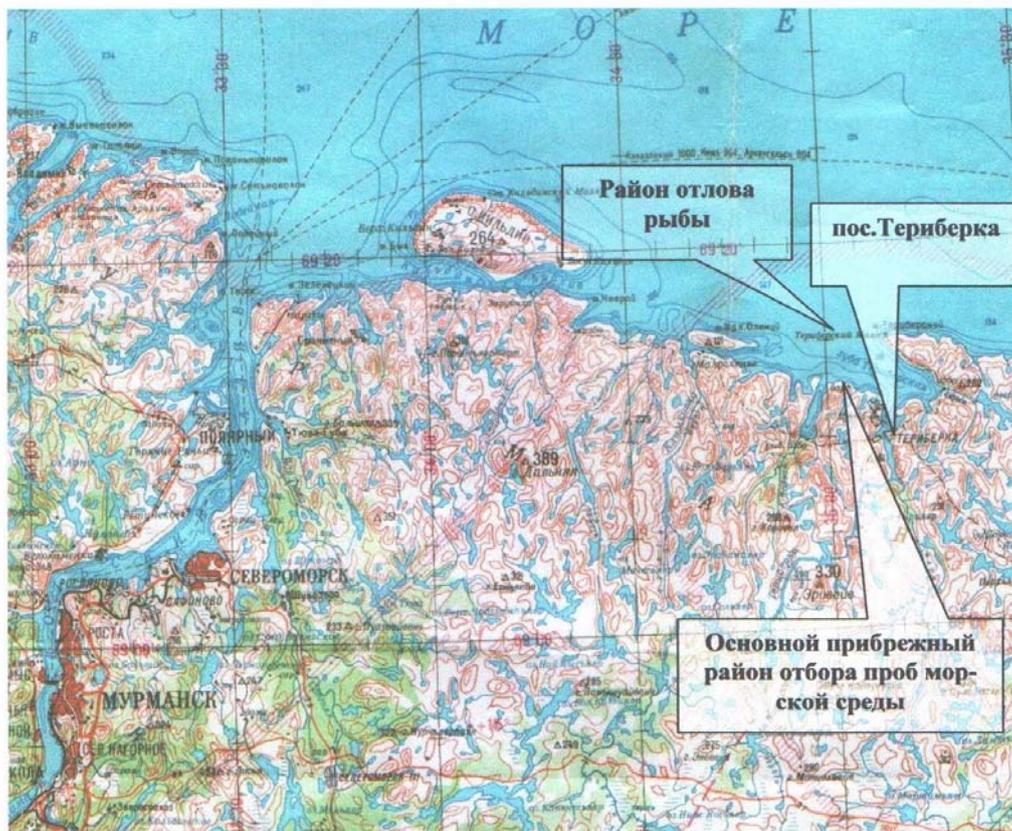


Рис. 5.4. Схема отбора проб морской среды в районе пос. Терiberка в 2006 г.

– некоторые виды водорослей (*Fucus vesiculosus*, *Fucus distichus*, *Laminaria hyperborea*, *Laminaria sacharina*, *Cladophora*);

– морская рыба: треска (*Gadus morhua*), сельдь (*Clupea harengus*), камбала (*Pleuronectes platessa*) и зубатка (*Anarhinchus lupus*); мидии, а также проба краба.

Кроме отбора проб морской среды, на берегу были отобраны пробы мха и почвы.

Концентрирование радионуклидов из отобранных проб морской воды, а также обработка донных отложений и проб морской биоты были выполнены в береговой лаборатории ГУ «Мурманское УГМС» совместно со специалистами-радиохимиками ГУ «НПО «Тайфун».

Радионуклидный анализ проб морской среды, отобранных российскими участниками проекта, производился в лабораториях НПО «Тайфун». В пробах воды определялись ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$ и тритий; для донных отложений и биоты были произведены γ -спектрометрические измерения всех проб и определение содержания ^{90}Sr , изотопов плутония и ^{241}Am в выборочных пробах.

В табл. 5.10–5.14 приведены результаты радионуклидного анализа проб морской среды.

Приведенные в табл. 5.10–5.14 данные радионуклидного анализа проб морской среды, отобранных на российской станции прибрежного мониторинга (район пос. Терiberка на побережье Кольского полуострова), свидетельствуют об отсутствии какого-либо влияния деятельности РОО Кольского полуострова на радиоактивное загрязнение объектов морской среды. Измеренные уровни содержания в объектах морской среды долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{238}Pu находятся в диапазоне, характерном для глобального источника радиоактивного загрязнения.

Радионуклидов, характерных только для работы РОО и отсутствующих в составе глобального источника, в пробах морской среды обнаружено не было.

Таблица 5.10

Объемная активность искусственных радионуклидов в пробах морской воды, отобранных в окрестностях пос. Терiberка (отбор произведен 12, 13 сентября 2006 г.)

| Проба | Объемная активность | | | | | |
|---------|---------------------------------------|----------|--------------------------------------|--|----------|---------------------------|
| | ^{137}Cs , Бк/м ³ | | ^{90}Sr , Бк/м ³ | $^{239,240}\text{Pu}$, мБк/м ³ | | Тритий, Бк/м ³ |
| | Взвесь | Фильтрат | Фильтрат | Взвесь | Фильтрат | Фильтрат |
| Проба 1 | менее 0,01 | - | 1,2±0,3 | 6,1±1,6 | 7,2±1,6 | 490±50 |
| Проба 2 | менее 0,07 | 2,7±0,2 | 1,6±0,5 | - | 7,5±1,8 | - |
| Проба 3 | менее 0,06 | 2,3±0,2 | - | - | - | - |

Примечание: - - данные отсутствуют.

Таблица 5.11

Удельная активность ^{137}Cs в пробах поверхностного слоя прибрежных донных отложений в районе пос. Терiberка (отбор проведен 13.09.2006)

| Проба | Масса сырой пробы, кг | Масса высушенной пробы, кг | Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг сухой массы |
|---------|-----------------------|----------------------------|---|
| Проба 1 | 2,01 | 1,445 | 0,47±0,05 |
| Проба 2 | 2,17 | 1,78 | 0,46±0,05 |
| Проба 3 | 1,875 | 1,535 | 0,50±0,07 |

Таблица 5.12

Удельная активность ^{137}Cs в пробах почвы, отобранных в районе пос. Терiberка в 2006 г.

| Проба | Дата отбора | Слой отбора, см | Масса сухой пробы, кг | Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг сухой массы |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------|---|
| Проба 1 | 13.09.2006 | 0 – 2,5 | 0,2780 | 92,7±1,3 |
| | | 2,5 – 5 | 0,2514 | 23,2±0,6 |
| Проба 2 | 13.09.2006 | 0 – 2,5 | 0,2547 | 67,1±1,0 |
| | | 2,5 – 5 | 0,1884 | 52,2±1,2 |
| | | 5 – 10 | 0,7016 | 29±0,7 |
| | | 10 – 15 | 0,665 | 19,9±1,1 |
| | | 15 – 20 | 0,4944 | 30,8±1,3 |
| | | 20 – 25 | 0,3915 | 18,2±0,6 |
| | | 25 – 30 | 0,4632 | 14,8±0,5 |
| | | 30 – 35 | 0,4018 | 14,4±0,7 |
| | | 35 – 40 | 1,0758 | 5,4±0,4 |

Таблица 5.13

Удельная активность ^{137}Cs в береговых биологических пробах, отобранных в районе пос. Терiberка в 2006 г.

| Вид биоты (период отбора) | Масса, кг | | Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг | |
|---------------------------|-------------|-------------|---|-------------|
| | сырой пробы | сухой пробы | сырой массы | сухой массы |
| Мох (сентябрь 2006 г.) | 1,325 | 0,7381 | 74±2 | 133±3 |

Азовское море

Локальными источниками, которые могут оказать воздействие на содержание искусственных радионуклидов в морской среде Азовского моря, является, прежде всего, поступление радиоактивности с водами р. Дон, часть водосборной территории которой была загрязнена после аварии на ЧАЭС. Следует иметь также в виду и возможность поступления в море радиоактивности из районов находящихся в бассейне р. Дон Нововоронежской и Волгодонской АЭС (так, на одном из хранилищ жидких радиоактивных отходов Нововоронежской АЭС в прошлом (1985 г.) имел место инцидент с выносом радиоактивных отходов в р. Дон [12, 13, 14]). Имеет значение и водообмен с соседним Черным морем [15].

Таблица 5.14

Удельная активность искусственных радионуклидов в биологических пробах, отобранных в районе пос. Терiberка в 2006 г.

| Вид биоты, дата и место отбора | Масса, кг | | Удельная активность | | | | | | | |
|---|----------------|----------------|--------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|---------------------------|----------------|
| | | | ¹³⁷ Cs, Бк/кг | | ⁹⁰ Sr, Бк/кг | | ^{239,240} Pu, мБк/кг | | ²⁴¹ Am, мБк/кг | |
| | сырой пробы | сухой пробы | сырой массы | сухой массы | сырой массы | сухой массы | сырой массы | сухой массы | сырой массы | сухой массы |
| Морская рыба (тушки) | | | | | | | | | | |
| Камбала 26.08.2006 | 1,64 | 0,4259 | 0,18±0,02 | 0,69±0,08 | - | - | - | - | - | - |
| Зубатка 21.08.2006 | 1,61 | 0,3905 | 0,12±0,01 | 0,49±0,04 | - | - | - | - | - | - |
| Треска 24.08.2006 | 1,6 | 0,3799 | 0,24±0,06 | 1,01±0,25 | 0,034±0,017 | 0,15±0,07 | 0,72±0,2 | 3,0±0,8 | - | - |
| Сельдь 12.09.2006 | 1,89 | 0,65 | 0,13±0,01 | 0,38±0,03 | 0,23±0,11 | 0,66±0,33 | 1,6±0,3 | 4,5±0,8 | - | - |
| Моллюски | | | | | | | | | | |
| Мидии (мясо) 12.09.2006 (вблизи причала рыбозавода) | 0,141 | 0,0300 | менее 0,04 | менее 0,17 | - | - | - | - | - | - |
| Мидии (раковины) 12.09.2006 (вблизи причала рыбозавода) | 0,339 | 0,2718 | менее 0,1 | менее 0,14 | - | - | - | - | - | - |
| Ракообразные | | | | | | | | | | |
| Краб (мясо) | 1,33 | 0,2261 | менее 0,03 | менее 0,18 | 0,02±0,01 | 0,12±0,06 | 1,1±0,3 | 6,4±1,6 | - | - |
| Краб (панцирь) | 0,49 | 0,2075 | менее 0,03 | менее 0,24 | - | - | - | - | - | - |
| Морские водоросли | | | | | | | | | | |
| Фукус пузырчатый <i>Fucus vesiculosus</i> 12.09.2006 (вблизи причала рыбозавода) | 2,847 | 0,705 | 0,13±0,02 | 0,51±0,07 | 0,05±0,02 | 0,2±0,1 | 17,2±2,5 | 69,4±10,3 | менее 2,8 | менее 11,3 |
| Фукус <i>Fucus distichus</i> (вблизи метеостанции) | 2,254 | 0,5431 | 0,095±0,02 | 0,39±0,08 | - | - | - | - | - | - |
| Ламинария северная <i>Laminaria hyperborea</i> (листья) 13.09.2006 (вблизи метеостанции) | 4,47 | 0,8855 | 0,14±0,02 | 0,69±0,08 | 0,06±0,03 | 0,31±0,15 | 6,4±1,1 | 32,2±5,6 | 2,1±0,6 | 10,4±3,1 |
| Ламинария северная <i>Laminaria hyperborea</i> (стебли) 13.09.2006 (вблизи метеостанции) | 0,26 | 0,0914 | 0,20±0,03 | 1,05±0,13 | - | - | - | - | - | - |
| Ламинария сахарина <i>Laminaria sacharina</i> 12.09.2006 (вблизи причала рыбозавода) | 1,434 | 0,34 | 0,19±0,02 | 0,80±0,08 | - | - | - | - | - | - |
| Кладофора <i>Cladophora</i> 13.09.2006 (вблизи метеостанции) | 0,87 | 0,0906 | менее 0,01 | менее 0,09 | - | - | - | - | - | - |

Примечание: - - данные отсутствуют.

Обследование радиоактивного загрязнения Азовского моря после аварии на Чернобыльской АЭС было проведено ГУ «НПО «Тайфун» летом 1987 г. [16]. На рис. 5.5 приведено распределение содержания ^{137}Cs в поверхностных водах Азовского моря, построенное по результатам этого обследования.

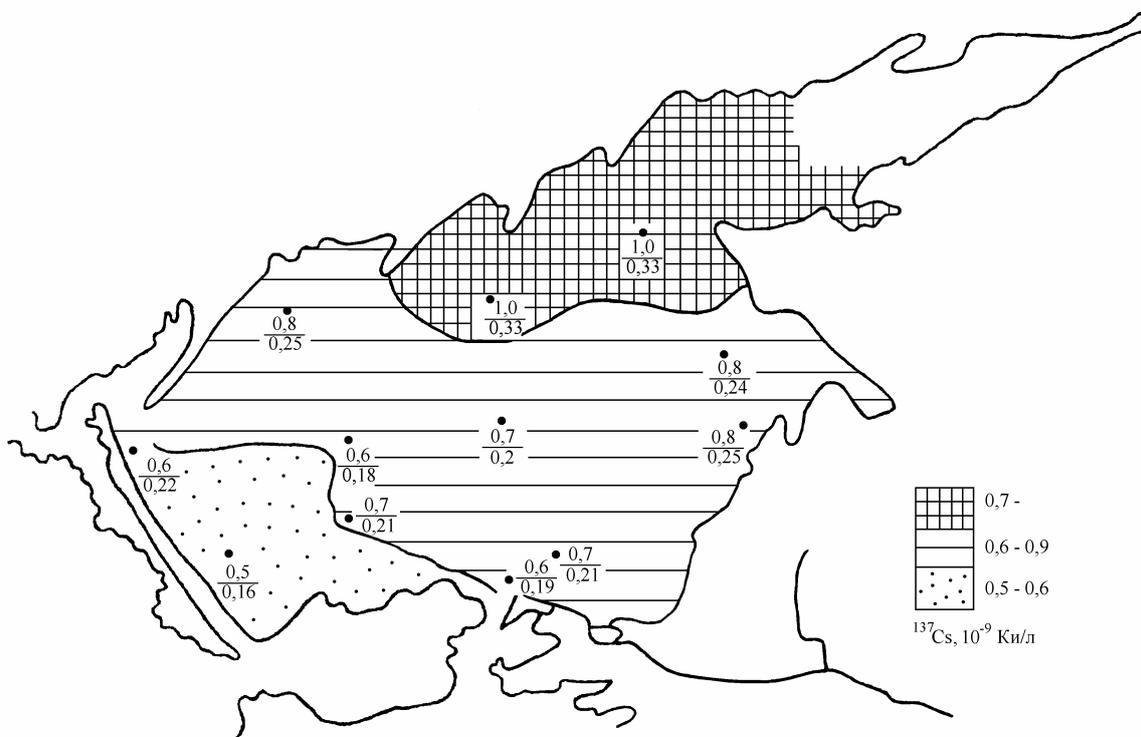


Рис. 5.5. Объемная активность ^{137}Cs (числитель) и ^{134}Cs (знаменатель) в поверхностных водах Азовского моря в июне 1987 г., 10^{-12} Ки/л [16]

Средняя объемная активность ^{137}Cs в воде в 1987 г. составляла около $0,8 \cdot 10^{-12}$ Ки/л (30 мБк/л), а запас радионуклида в водной массе моря – около 250 Ки ($9,25 \cdot 10^{12}$ Бк), из них 200 Ки ($7,4 \cdot 10^{12}$ Бк, 85 %) составлял ^{137}Cs чернобыльского происхождения.

Средняя поверхностная активность донных отложений ^{137}Cs составила 14 мКи/км² (520 Бк/м²), запас ^{137}Cs в донных отложениях 540 Ки ($20,0 \cdot 10^{12}$ Бк), из них 400 Ки ($14,8 \cdot 10^{12}$ Бк) чернобыльского происхождения.

Увеличение запаса ^{137}Cs в целом по Азовскому морю вследствие аварии на ЧАЭС составило около 600 Ки ($22,2 \cdot 10^{12}$ Бк).

В 1997–1999 гг. Мурманским морским биологическим институтом (ММБИ) были проведены экспедиционные исследования радиоактивного загрязнения донных отложений Азовского моря [17]. Удельная активность радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ была определена в двух районах Азовского моря: в эстуарии р. Дон (Таганрогский залив) и в российском секторе открытого Азовского моря. По результатам обследований, удельная активность искусственных радионуклидов в поверхностных донных отложениях составила:

- ^{137}Cs : от 0,5 до 100 Бк/кг сухого веса (среднее значение $33,8 \pm 25,9$ Бк/кг сухого веса);
- ^{90}Sr : от 0,2 до 5,7 Бк/кг сухого веса (среднее значение $2,1 \pm 1,4$ Бк/кг сухого веса);

– $^{239,240}\text{Pu}$: от 0,31 до 0,51 Бк/кг сухого веса.

Удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях возрастала с расстоянием от устья р. Дон. Оказалось, что распределение ^{137}Cs по дну моря отражает зоны накопления тонкого осадочного материала на дне моря. Максимальное содержание этого радионуклида в донных отложениях соответствовало максимальному процентному содержанию пелитовых илов, и зависимость между этими величинами была практически линейной. Для ^{90}Sr такой зависимости не наблюдалось.

Пример вертикального распределения ^{137}Cs по профилю донных отложений показан на рис. 5.6. На общем фоне снижения удельной активности радионуклида с глубиной отбора по грунту, присутствуют два пика. В предположении, что другие источники поступления радионуклида в Азовское море отсутствуют, можно заключить, что первый пик соответствует периоду максимальных атмосферных радиоактивных выпадений после Чернобыльской аварии, а второй пик периоду наиболее интенсивных ядерных испытаний в атмосфере (60-е годы прошлого столетия).

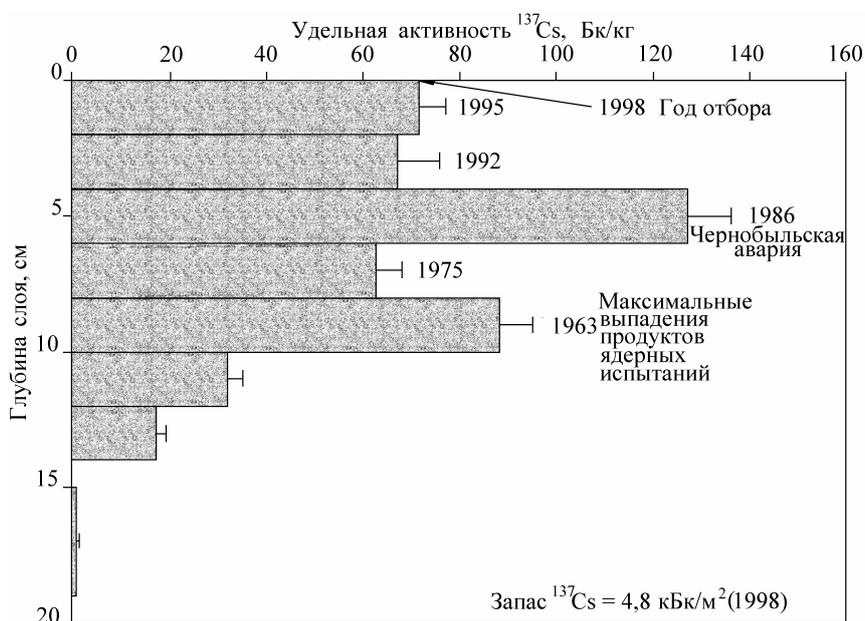


Рис. 5.6. Пример вертикального распределения удельной активности ^{137}Cs по профилю донных отложений Азовского моря (1998 г., станция № 2)

На Азовском море на регулярной основе проводится мониторинг содержания ^{90}Sr в воде Таганрогского залива. Данные мониторинга приведены в разделе 1.1 табл. 1.13. Наблюдаемые уровни содержания этого радионуклида в морской воде наиболее высоки по сравнению с другими контролируруемыми морями, омывающими территорию России. Такая картина для Азовского моря характерна и не связана с поступлением радиоактивности от РОО, расположенных выше по течению р. Дон. Азовское море находится под влиянием поступления пресных вод р. Дон, содержание ^{90}Sr в которых значительно превышает содержание ^{137}Cs . По нашим данным, в 2003 г. объемная активность ^{90}Sr в воде Цимлянского вдхр. составляла 11 Бк/м³, а ^{137}Cs – менее 0,4 Бк/м³ [18]. Повышение содержания радионуклидов в морской воде (по сравнению с поступающей речной) обусловлено, в основном, процессами испарения водных масс уже в Азовском море.

5.5. Радиационная обстановка вдоль проектируемых трасс трубопроводов в Иркутской области

Трасса нефтепровода ВЧНГКМ – Талаканское НГКМ

В 2007 г. сотрудниками Байкальского филиала «Сосновгеология» ФГУП «Урангеолразведка» было проведено исследование и оценка радиационной обстановки в районе строительства нефтепровода Верхнечонское нефтегазоконденсатное месторождение (ВЧНГКМ) – Талаканское нефтегазоконденсатное месторождение (Талаканское НГКМ) [19].

При разведке, добыче, переработке и транспортировке нефти происходит вынос на дневную поверхность природных радионуклидов уранового (^{238}U) и ториевого (^{232}Th) семейств, а также ^{40}K . Обеспечение радиационной безопасности на объектах нефтегазового комплекса РФ осуществляется в соответствии с санитарными правилами [20–22].

Задачами радиационно-экологических исследований территории промплощадок и трасс проектируемых нефтепроводов и площадок в соответствии с [20] являлись:

- оценка мощности дозы внешнего γ -излучения;
- определение удельной эффективной активности ($A_{\text{эфф}}$) природных радионуклидов в почвогрунтах, коренных породах, обнажающихся на дневной поверхности;
- определение радиационных характеристик природных вод;
- оценка радоноопасности территории;
- определение исходного радиационного состояния территории.

ВЧНГКМ и Талаканское НГКМ расположены в труднодоступных, практически незаселенных местностях. ВЧНГКМ находится на территории Катанского района Иркутской области. Ближайший населенный пункт Преображенка расположен в 50 км юго-западнее месторождения. Транспортная сеть представлена зимниками и водными путями в период высокой воды. Талаканское НГКМ расположено на территории Ленского района Республики Саха-Якутия на водоразделе бассейнов рек Пеледуй и Нюя (левых притоков р. Лена). Ближайший населенный пункт Толон находится в 55 км юго-восточнее месторождения. Транспортная сеть представлена зимниками и тропами. Проектируемая трасса нефтепровода ВЧНГКМ–Талаканское НГКМ общей протяженностью 84 км (из них 14 км – на территории Иркутской области и 70 км – на территории Республики Саха-Якутия) проходит по водоразделу бассейнов рек Пеледуй и Нюя, основная часть водотоков которых представлена истоками ручьев и мелких речек.

В результате обследования [19] трассы проектируемого нефтепровода участков радиоактивного загрязнения и аномалий радиоактивности на полосе всей трассы не выявлено. Значения МЭД на высоте 1 м от поверхности колебались от 4 до 21 мкР/ч, среднее значение составило 11 мкР/ч, что соответствует естественному γ -фону.

Средняя фоновая объемная активность урана в природных водах в районе прохождения трассы составила 0,0019 Бк/л, максимальные значения не превышали 0,02 Бк/л, что на два порядка ниже УВ по НРБ-99 [3]. Содержание радия в природных водах практически одинаково для всех комплексов пород, аномальных значений объемных активностей данного радионуклида по результатам радиогидрогеологических исследований не выявлено. Средняя фоновая объемная

активность радона в подземных водах составила 26 Бк/л при контрольном уровне 60 Бк/л. Аномальное содержание радона обнаруживается, в основном, в зонах разгрузки подземных вод в долинах рек Лена и Нижняя Тунгуска, т.е. вне зоны трассы нефтепровода [19].

Эффективная удельная активность ($A_{эфф}$) природных радионуклидов на поверхности почвогрунтов полосы трассы, а также пород обследованных карьеров по фоновым материалам колеблется от 67 до 99 Бк/кг [19], т.о. все обследованные объекты в соответствии с НРБ-99 [3] относятся к I классу строительных материалов ($A_{эфф} \leq 370$ Бк/кг) и могут быть использованы в строительстве без ограничения. Вся линейная часть полосы трассы относится к I категории потенциальной радоноопасности.

Таким образом, в результате обследования трассы нефтепровода ВЧНГКМ – Талаканское НГКМ установлено, что по совокупности радиационных факторов, способных воздействовать на планировочные решения намечаемого строительства, никаких ограничений не накладывается.

Трасса конденсатопровода КГКМ – пос. Окунайский

В 2005 г. сотрудниками Байкальского филиала «Сосновгеология» ФГУП «Урангеолразведка» было проведено радиоэкологическое обследование трассы проектируемого конденсатопровода «Ковыктинское газоконденсатное месторождение (КГКМ) – пос. Окунайский» и двух площадок для строительства УПК [23].

Трасса конденсатопровода КГКМ – пос. Окунайский протяженностью 161 км начинается в районе промысла и проходит по территории Иркутской области в северо-восточном направлении по водоразделу рек Ханда и Киренга. Конечным пунктом трассы конденсатопровода намечен пос. Окунайский, в окрестностях которого предполагается строительство завода по переработке конденсата, мощность которого будет составлять 600 000 т/год по сырью.

Трасса конденсатопровода проходит через бассейны притоков р. Орлинги (правого притока р. Лены), притоков р. Ханды (левого притока р. Киренга), а также левых притоков р. Киренги в районе Хандинско-Киренгского междуречья. От площадки УКПГ-1 до выхода на водораздел междуречья трасса проектируется в основном на склонах и днищах долин вдоль притоков рек Орлинги и Ханды, пересекая эти реки. Хозяйственное использование поверхностных вод минимальное из-за незаселенности территории.

В результате проведенной γ -съемки участков аномального радиоактивного загрязнения на полосе вдоль всей трассы не выявлено [23]. МЭД на высоте 1 м от поверхности варьировала от 8 до 13 мкР/ч при среднем значении 10 мкР/ч. При этом, средней максимальной радиоактивностью (12 мкР/ч) характеризовались горные породы устькутской свиты, минимальной (4 мкР/ч) – доломиты и известняки ангарской и литвинцевской свит. Такая же низкая радиоактивность наблюдалась в местах прохождения трассы по болотам и речным долинам.

Содержание естественных радионуклидов на поверхности земли определялось по данным γ -спектрометрических измерений в естественном залегании, которые проводились с интервалом 1 км вдоль трассы, а также по данным лабораторных исследований групповых проб [23]. По результатам исследования удельная активность ^{226}Ra колебалась в диапазоне от 22 до 38 Бк/кг, ^{232}Th – от 20 до 40 Бк/кг, ^{40}K – от 349 до 688 Бк/кг, ^{137}Cs – от < 4 до 10 Бк/кг. Минимальное содержание естественных радионуклидов наблюдалось на участках поверхности, представленных

болотным комплексом, долинами рек, а также коренными выходами доломитов и известняков, в которых средняя эффективная удельная активность естественных радионуклидов составляла $A_{эфф}=39$ Бк/кг, из них: уран (по ^{226}Ra) – 6 Бк/кг, ^{232}Th – 20 Бк/кг, ^{40}K – 13 Бк/кг. Максимальное содержание естественных радионуклидов наблюдалось на участках трассы с выходом на поверхность вскрытых карьерами коренных пород, в которых средняя эффективная удельная активность естественных радионуклидов составляла $A_{эфф}=155$ Бк/кг, из них: уран (по ^{226}Ra) – 40 Бк/кг, ^{232}Th – 53 Бк/кг, ^{40}K – 52 Бк/кг. На среднем уровне содержания естественных радионуклидов в поверхности трассы находятся современные элювиальные, делювиальные и аллювиальные отложения, а также почвенно-растительный слой; средняя эффективная удельная активность в них составляет $A_{эфф}=100$ Бк/кг, из них: уран (по ^{226}Ra) – 26 Бк/кг, ^{232}Th – 37 Бк/кг, ^{40}K – 43 Бк/кг.

Радиационное обследование [23] двух площадок предполагаемого строительства завода по переработке конденсата в пос. Окунайский (первая площадка располагается в 4 км западнее от поселка на территории бывшего склада ГСМ предприятия ИК-51, вторая площадка – вблизи самого поселка в районе расположения железнодорожного тупика) участков радиоактивного загрязнения и аномалий радиоактивности не выявило: МЭД на территории ИК-51 варьировала в диапазоне от 7 до 32 мкР/ч при среднем значении 12 мкР/ч, на территории второй предполагаемой площадки – от 9 до 15 мкР/ч при среднем значении 11 мкР/ч. $A_{эфф}$ естественных радионуклидов в почве и грунтах на территории ИК-51 колебалась от 42 до 194 Бк/кг при среднем значении 129 Бк/кг, на второй площадке – от 37 до 127 Бк/кг при среднем значении 98 Бк/кг. Удельная активность ^{226}Ra в слоях геологических разрезов на территории ИК-51 в среднем составляет 38 Бк/кг, изменяясь в диапазоне 13–50 Бк/кг, на территории второй площадки – 23 Бк/кг, изменяясь в диапазоне 13–25 Бк/кг.

Удельная активность ^{137}Cs в почве на территории площадок и вдоль трассы колебалась от < 4 до 17,3 Бк/кг и не превышала уровень глобального фона (10–20 Бк/кг) [23].

Результаты анализа проб природных вод [23], отобранных в районе предполагаемых под строительство завода площадок и трассы конденсатопровода, показали, что объемная активность урана в подземных водах колеблется от 0,001 до 0,062 Бк/л, ^{226}Ra – от 0,02 до 0,14 Бк/л, ^{222}Rn – от < 5 до 29,4 Бк/л. Содержание урана в поверхностных водах изменяется в диапазоне от 0,001 до 0,006 Бк/л, ^{226}Ra – от 0,02 до 0,1 Бк/л. Радиационные характеристики опробованных проб воды не превышают допустимых уровней по НРБ-99 [3] (УВ для урана – 0,4 Бк/л, УВ для радия – 0,5 Бк/л). Исключение составляет вводно-газовая смесь, где объемная активность ^{226}Ra составляет 2,7 Бк/л, что в 5,4 раза выше УВ. Повышенное содержание ^{226}Ra по отношению к установленному территориальному фону ($12 \cdot 10^{-13}$ г/л) наблюдалось в пробе, отобранной из гидрогеологической скважины на площадке 102 скв. – 715 г/л. Повышенное содержание урана по отношению к установленному территориальному фону ($23 \cdot 10^{-8}$ г/л) наблюдалось в пробах, отобранных из скважины базы Нючкан (58,1 г/л), из источника на 24 км трассы конденсатопровода (42,3 г/л), а также в питьевой воде водозаборной скважины на площадке ИК-51 (426,9 г/л). Относительно высокое содержание урана в подземных водах района ИК-51 может быть объяснено геологическим строением (наличие в геологическом разрезе пород с высоким содержанием радионуклидов) и

соответственно высоким региональным фоном естественных радионуклидов в подземных водах [23].

Таким образом, содержание естественных радионуклидов в почво-грунтах и горных породах соответствует фоновому уровню, характерному для юга Сибирской платформы. Почво-грунты и горные породы относятся к первому классу строительных материалов ($A_{эфф} \leq 370$ Бк/кг) и минерального сырья ($A_{эфф} \leq 740$ Бк/кг) по НРБ-99 [3]. По удельной активности ^{226}Ra трасса конденсатопровода и прилегающей к ней территории относятся к первой категории радоноопасности ($OA_{Ra} < 100$ Бк/кг) по НРБ-99 [3]. Современный уровень техногенного загрязнения ^{137}Cs территории трассы конденсатопровода радиационной опасности не представляет и не накладывает ограничений как на производственную, так и на хозяйственную деятельность. Содержание радионуклидов в природных водах в большинстве случаев не превышает допустимых по НРБ-99 уровней.

Список литературы к разделу 5

1. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2007 году. – М.: ГУ «Московский ЦГМС-Р», 2008.
2. Польский О.Г., Вербов В.В., Гордеев С.К., Лакаев В.С. Радиационно-экологическая обстановка на территории г. Москвы в 2007 г. – М.: ГУП МосНПО «Радон», 2008.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999. – 115 с.
4. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2000 году. Ежегодник. Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 252 с.
5. Банникова О.А., Широкова Н.В., Осинцева Т.Н. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2007 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2008.
6. Глаголенко Ю.В., Дрожко Е.Г., Ровный С.И., Бакуров А.С., Мокров Ю.Г., Сметанина Е.Б., Антонова Т.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП ПО «Маяк» в 2007 году. Отчет. – Озерск: ФГУП «ПО «Маяк», 2008.
7. Брыкин С.Н., Серебряков И.С. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома в 2007 году. – М.: ФГУП ВНИИХТ, 2008.
8. Зозуль Ю.Н. Комплексная оценка воздействия радиационно-опасных объектов на речной бассейн Московского региона. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. ГУП МосНПО «Радон», 2007 г. – 24 с.
9. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 1998 году. Ежегодник. Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000 г. – 252 с.
10. Сивинцев Ю.В., Вакуловский С.М., Васильев А.П., Высоцкий В.Л., Губин А.Т., Данилян В.А., Кобзев В.И., Крышев И.И., Лавковский С.А., Мазокин В.А., Никитин А.И., Петров О.И., Пологих Б.Г., Скорик Ю.И. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию. Радиоэкологические последствия удаления радиоактивных отходов в Арктические и Дальневосточные моря («Белая книга-2000»). – М.: ИздАТ, 2005. – 624 с.

11. AMAP Assessment 2002: Radioactivity in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, 2004.
12. Б.Е. Серебряков, Е.И. Орлова, Э.В. Петухова, Н.К. Шандала, Е.А. Иванов, С.С. Полянцев, Д.Ф. Рау, О.И. Возженников, М.П. Коломеев, А.И. Никитин, Н.И. Санжарова, Н.Н. Исамов, А.П. Щукин, А.П. Маматов, Г.Н. Зверева, В.А. Пахомов. Последствия инцидента 1985 г. на Нововоронежской АЭС. – Труды XI Международного экологического симпозиума «Урал атомный, Урал промышленный», Екатеринбург, 2005, с. 119–120.
13. Никитин А.И., Возженников О.И., Иванов Е.А., Щукин А.П. Полевые исследования последствий утечки ЖРО из ХЖО-2 НВАЭС для реки Дон. Российский государственный концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях. Пятая Международная научно-практическая конференция «Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики», Москва, 19–21 апреля 2006 г., Программа и тезисы докладов, с. 284–286.
14. Б.Е. Серебряков, Е.И. Орлова, Е.А. Иванов, Н.И. Санжарова, Н.Н. Исамов, А.П. Щукин. Особенности миграции ^{60}Co в водоносном горизонте в месте расположения Нововоронежской АЭС. – Труды XI Международного экологического симпозиума «Урал атомный, Урал промышленный», Екатеринбург, 2005, с. 118–119.
15. Regional Technical Cooperation Project RER/2/003 Marine Environmental Assessment of the Black sea. Working Material. Reproduced by the IAEA, Vienna, 2004.
16. Радиоэкологические последствия Чернобыльской аварии. Под ред. И.И. Крышева. – М.: ИАЭ им. И.В. Курчатова, 1991. – 190 с.
17. G.G. Matishov, D.G. Matishov, A.A. Namjatov, J. Carroll, S. Dahle. Artificial radionuclides in sediments of the Don River Estuary and Azov Sea. – Journal of Environmental Radioactivity, 2002, v. 59, p. 309–327.
18. Натурные исследования воздействия утечки ЖРО из ХЖО-2 Нововоронежской АЭС на радиоактивное загрязнение воды р. Дон. – Тема 1.4.2.30 Плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ Росгидромета для государственных нужд в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на 2005 год «Оценка состояния, тенденций и динамики изменения радиоактивного загрязнения природной среды». Промежуточный отчет по оценке влияния локальных источников на радиоактивное загрязнение воды р. Дон. Научный руководитель А.И. Никитин. – Обнинск: ГУ «НПО «Тайфун», 2005.
19. Исследование и оценка радиационной обстановки в составе инженерно-экологических изысканий трассы и площадок обустройства для строительства нефтепровода Верхнечонское НКГМ (ЦПС ПРМ) – трубопроводная система ВСТО (НПС-10). Технический отчет. – Иркутск: Байкальский филиал «Сосновгеология» ФГУП Урангеологоразведка» МПР РФ, 2007.
20. Санитарные правила по обеспечению радиационной безопасности на объектах нефтегазового комплекса России. СП 2.6.1.1291-03. – М.: Минздрав России, 2003. – 20 с.
21. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с производственными отходами с повышенным содержанием природных радионуклидов на объектах нефтегазового комплекса Российской Федерации. 2.6.6. Радиоактивные отходы. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы СанПиН 2.66.1169-02. – М.: Минздрав России, 2002. – 24 с.

22. Радиационный контроль и пробоотбор на нефтегазовых промыслах России. Методические указания. – М., 1996. – 30 с.
23. Исследование и оценка радиационной обстановки в составе инженерно-экологических изысканий трассы проектируемого конденсатопровода КГКМ – пос. Окунайский и 2-х вариантов площадок. Технический отчет. – Иркутск: Байкальский филиал «Сосновгеология» ФГУП Урангеологоразведка» МПР РФ, 2005.

О С Н О В Н Ы Е В Ы В О Д Ы

О СОДЕРЖАНИИ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ОБЪЕКТАХ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ РФ В 2007 г.

В 2007 г. на территории России и за ее пределами не было радиационных аварий, способных повлиять на радиационную обстановку в стране.

Средневзвешенные по территории РФ объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе, характеризующие уровни их содержания в приземной атмосфере, за пределами загрязненных зон составляли: для суммы долгоживущих (более четырех суток) техногенных и природных β -активных радионуклидов ($\Sigma\beta$) – $15,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, для ¹³⁷Cs – $2,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, для ⁹⁰Sr – $0,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. По сравнению с 2006 г. объемные активности $\Sigma\beta$ и ⁹⁰Sr практически не изменились, а объемная активность ¹³⁷Cs незначительно увеличилась (в среднем на 10 %). Наблюдаемые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере в 2007 г. были на шесть – семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99 для этих радионуклидов. Средневзвешенные по территории РФ выпадения $\Sigma\beta$ ($1,3$ Бк/м²·сутки) и ¹³⁷Cs (менее $0,4$ Бк/м²·год) из атмосферы на подстилающую поверхность также не изменились по сравнению с 2006 г. Выпадения ⁹⁰Sr на большей части территории страны были ниже предела чувствительности применяемых методов анализа.

В атмосфере населенных пунктов, расположенных в окрестностях РОО, имеющих работающие реакторные установки (АЭС, предприятия ЯТЦ, НИИ и др.), в 2007 г. наблюдались отдельные случаи появления в воздухе продуктов деления и нейтронной активации. Но объемные активности этих радионуклидов были на пять и более порядков ниже допустимых нормативов, установленных НРБ-99.

Накопление на почве изотопов, выпадающих из атмосферы, в 2007 г. повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве, сложившимся к началу года.

Загрязнение поверхностных вод суши техногенными радионуклидами практически полностью было обусловлено смывом ⁹⁰Sr, накопившегося на почве в процессе глобальных выпадений, атмосферными осадками и паводковыми водами. В реках ЕТР и АТР (кроме рек, протекающих по загрязненным зонам) объемные активности ⁹⁰Sr в 2007 г. составляли в среднем $5,6$ и $4,5$ мБк/л, соответственно, и мало отличались от уровней 2006 г. ($6,1$ и $4,4$ мБк/л, соответственно). В целом, объемная активность ⁹⁰Sr в реках была примерно на три порядка ниже норматива уровня вмешательства для населения (5 Бк/л) по НРБ-99.

Усредненная по территории РФ объемная активность трития (³H) в осадках (по данным ежемесячных наблюдений на 29 пунктах) незначительно уменьшилась по сравнению с 2006 г. и составляла $2,4$ Бк/л. Выпадения трития с осадками на всю территорию РФ в 2007 г. составили $24,2 \cdot 10^{15}$ Бк.

Объемная активность трития в основных реках РФ в 2007 г. колебалась в пределах от $1,9$ до $3,8$ Бк/л при среднем значении $2,6$ Бк/л, что мало отличалось от уровня 2006 г. ($2,7$ Бк/л). Наибольшая объемная активность трития в воде вне загрязненных зон наблюдалась в р. Амур (г. Хабаровск), но она была более чем на три порядка ниже допустимой объемной активности трития в питьевой воде по НРБ-99 ($7,7 \cdot 10^3$ Бк/л). Из сравнения объемной активности трития в реках и осадках можно

сделать вывод, что объемные активности трития в реках обусловлены, в основном, выпадениями трития с атмосферными осадками.

Объемная активность ^{90}Sr в морях РФ мало изменилась по сравнению с 2006 г. В 2007 г. максимальная объемная активность ^{90}Sr наблюдалась в Каспийском море (без данных по Черному морю) – 6,6 мБк/л, а минимальная – в Охотском море – 1,0 мБк/л.

На ЕТР вследствие Чернобыльской аварии 1986 г. загрязненными ^{137}Cs оставались некоторые районы Брянской, Тульской, Орловской, Калужской и других областей (в пятнадцати областях есть территории с плотностью загрязнения почв ^{137}Cs более 1 Ки/км²). На АТР был, как и ранее, загрязнен район южного Урала, на территории которого находятся: «стронциевый» Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) с отношением $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr} \approx 0,05$ – следствие аварии на ПО «Маяк» в 1957 г., а также частично перекрывающий ВУРС «цезиевый след» с отношением $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr} \approx 3$, образовавшийся в 1967 г. вследствие ветрового выноса загрязненной радионуклидами пыли с обнажившихся берегов оз. Карачай, расположенного в СЗЗ ПО «Маяк».

Загрязненная долгоживущими радионуклидами почва в указанных районах ЕТР и АТР продолжала оставаться источником радиоактивного загрязнения воздуха за счет вторичного ветрового подъема радиоактивной пыли и водоемов за счет смыва радионуклидов осадками. Поэтому там наблюдалось повышенное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе, существенно превышающее фоновые уровни по стране.

На территориях ЕТР, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, атмосферные выпадения ^{137}Cs уменьшились по сравнению с 2006 г. в 1,8 раза и в среднем составляли 1,7 Бк/м²·год, что в 4 раза выше, чем выпадения вне загрязненных территорий ЕТР. Наибольшие выпадения ^{137}Cs наблюдались, как и ранее, на западе Брянской области в п. Красная Гора – 14,8 Бк/м²·год, что в 1,2 раза меньше, чем в 2006 г. (17,8 Бк/м²·год). В этом районе средняя плотность загрязнения почвы ^{137}Cs – 5,3 Ки/км², но в окрестностях есть участки с плотностью загрязнения более 100 Ки/км², которые являются источниками радиоактивной пыли. Объемная активность ^{137}Cs в г. Брянске, ближайшем к загрязненной зоне населенном пункте, в 2007 г. составляла $11,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,6 раза выше фонового уровня для ЕТР, но на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99.

Годовые выпадения ^{90}Sr и ^{137}Cs на территории ВУРСа в 2007 г. в среднем составляли 7,1 и 3,6 Бк/м²·год, соответственно, увеличившись по сравнению с 2006 г. в 1,3 раза, и превышали средние фоновые выпадения ^{90}Sr для Уральского региона – в 4,4 раза, ^{137}Cs – в 4 раза.

В 2007 г. уровни загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне ПО «Маяк» по-прежнему оставались самыми высокими на территории РФ. Годовые выпадения ^{90}Sr и ^{137}Cs в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2007 г. изменились незначительно по сравнению с 2006 г. и превышали региональный фоновый уровень в 4 и 8 раз, соответственно. Максимальные выпадения ^{137}Cs (15,5 Бк/м²·год) и ^{90}Sr (13,3 Бк/м²·год) из атмосферы, как и ранее, наблюдались в п. Новогорный Челябинской области, расположенном в 7 км от источника. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs ($106 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) в приземной атмосфере п. Новогорный в 2007 г. уменьшилась по сравнению с 2006 г. в 2,3 раза и в 38 раз превышала средневзвешенную объемную активность этого радионуклида по территории РФ. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr ($104 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) в п. Новогорный

также уменьшилась в 1,7 раза и в 67 раз превышала средневзвешенную объемную активность ^{90}Sr по территории РФ. Среднегодовая объемная активность $^{239,240}\text{Pu}$ ($89 \cdot 10^{-9}$ Бк/ м^3) в п. Новогорный уменьшилась по сравнению с 2006 г. в 1,7 раза, а ^{238}Pu ($85 \cdot 10^{-9}$ Бк/ м^3) – в 3 раза. Наблюдаемые в приземной атмосфере в п. Новогорный объемные активности радионуклидов на четыре – пять порядков ниже соответствующих критериев по НРБ-99. Среднегодовая объемная активность трития в осадках в п. Новогорный увеличилась по сравнению с 2006 г. в 1,3 раза и составляла 71,4 Бк/л, что в 24 раза выше среднего содержания трития в осадках на территории РФ. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr (8,9 Бк/л) в воде р. Течи (п. Муслумово) уменьшилась в 2007 г. в 1,5 раза, но в 1,8 раза превышала уровень вмешательства для питьевой воды по НРБ-99. Среднегодовая объемная активность трития в воде р. Течи в 2007 г. составляла 132 Бк/л и на два порядка превышала уровни загрязнения тритием рек РФ, однако, наблюдаемая величина в 58 раз ниже уровня вмешательства по НРБ-99.

В целом, в 2007 г. радиационная обстановка на территории Российской Федерации сохранилась примерно на уровне 2006 г., а уровни содержания техногенных радионуклидов в окружающей среде не представляли опасности для населения. В пределах зон радиоактивного загрязнения вследствие аварий на ЧАЭС и ПО «Маяк», а также в районах расположения потенциально опасных в радиационном отношении объектов, радиационная обстановка оставалась стабильной.

**ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ РОСАТОМА В 2007 Г.**

Таблица П1

Выбросы радионуклидов в атмосферу организациями Росатома в 2007 г., Бк

| Наименование радионуклида | Наименование концерна, департамента, организации | Разрешенный выброс | Выброшено в атмосферу | | Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|--|----------------------|-----------------------|----------------------|--|
| | | | 2007 г. | 2006 г. | |
| ФОСФОР-32 | ФГУП ГХК | $5,60 \cdot 10^{11}$ | $2,66 \cdot 10^{10}$ | $3,08 \cdot 10^{10}$ | $- 4,20 \cdot 10^9$ |
| ХРОМ-51 | ФГУП ПО «МАЯК» | $3,70 \cdot 10^{10}$ | $8,89 \cdot 10^6$ | $1,11 \cdot 10^7$ | $+ 2,21 \cdot 10^6$ |
| | ФГУП ГХК | $4,30 \cdot 10^{10}$ | $5,53 \cdot 10^8$ | $1,20 \cdot 10^9$ | $- 6,47 \cdot 10^8$ |
| | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | - | $2,95 \cdot 10^8$ | $2,66 \cdot 10^8$ | $+ 2,90 \cdot 10^7$ |
| МАРГАНЕЦ-54 | ФГУП ГХК | $3,00 \cdot 10^8$ | $2,00 \cdot 10^6$ | $8,00 \cdot 10^6$ | $- 6,00 \cdot 10^6$ |
| | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | - | $8,05 \cdot 10^7$ | $9,11 \cdot 10^7$ | $- 1,06 \cdot 10^7$ |
| ЖЕЛЕЗО-59 | ФГУП ГХК | $1,00 \cdot 10^8$ | $6,00 \cdot 10^6$ | $5,00 \cdot 10^6$ | $+ 1,00 \cdot 10^6$ |
| | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | - | $8,84 \cdot 10^7$ | $8,41 \cdot 10^7$ | $+ 4,30 \cdot 10^6$ |
| КОБАЛЬТ-57 | ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ | $1,7 \cdot 10^9$ | $3,80 \cdot 10^6$ | $2,20 \cdot 10^7$ | $- 1,82 \cdot 10^7$ |
| КОБАЛЬТ-58 | ФГУП ГХК | $3,06 \cdot 10^9$ | $2,10 \cdot 10^7$ | $4,10 \cdot 10^7$ | $- 2,00 \cdot 10^7$ |
| | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | - | $2,42 \cdot 10^7$ | $1,76 \cdot 10^7$ | $+ 6,60 \cdot 10^6$ |
| КОБАЛЬТ-60 | ФГУП ПО «МАЯК» | $1,85 \cdot 10^{10}$ | $8,89 \cdot 10^6$ | $9,81 \cdot 10^6$ | $- 9,20 \cdot 10^5$ |
| | ФГУП ГХК | $3,08 \cdot 10^9$ | $5,00 \cdot 10^7$ | $2,15 \cdot 10^8$ | $- 2,20 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП ИРМ | $2,40 \cdot 10^{10}$ | $1,20 \cdot 10^8$ | $1,10 \cdot 10^7$ | $+ 1,09 \cdot 10^8$ |
| | БАЛАКОВСКАЯ АЭС | $7,40 \cdot 10^9$ | $7,79 \cdot 10^6$ | $3,48 \cdot 10^6$ | $- 4,31 \cdot 10^6$ |
| | БЕЛОЯРСКАЯ АЭС | $7,40 \cdot 10^9$ | $4,58 \cdot 10^5$ | $2,11 \cdot 10^5$ | $+ 2,47 \cdot 10^5$ |
| | ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС | $7,40 \cdot 10^9$ | $4,60 \cdot 10^5$ | $2,60 \cdot 10^6$ | $- 2,14 \cdot 10^6$ |
| | КАЛИНИНСКАЯ АЭС | $7,40 \cdot 10^9$ | $1,76 \cdot 10^7$ | $4,07 \cdot 10^6$ | $+ 1,35 \cdot 10^7$ |
| | КОЛЬСКАЯ АЭС | $7,40 \cdot 10^9$ | $7,59 \cdot 10^7$ | $8,05 \cdot 10^7$ | $- 4,60 \cdot 10^6$ |
| | КУРСКАЯ АЭС | $2,50 \cdot 10^9$ | $1,61 \cdot 10^8$ | $1,79 \cdot 10^8$ | $- 1,80 \cdot 10^7$ |
| | ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС | $2,50 \cdot 10^9$ | $1,25 \cdot 10^8$ | $1,96 \cdot 10^8$ | $- 7,10 \cdot 10^7$ |
| ЦИНК-65 | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | $2,50 \cdot 10^9$ | $9,79 \cdot 10^7$ | $1,34 \cdot 10^8$ | $- 3,61 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП ПО «МАЯК» | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $8,89 \cdot 10^6$ | $8,89 \cdot 10^6$ | - |
| | ФГУП ГХК | $5,00 \cdot 10^8$ | $1,90 \cdot 10^7$ | $4,10 \cdot 10^7$ | $- 2,20 \cdot 10^7$ |
| СТРОНЦИЙ-89,90 | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | - | $9,67 \cdot 10^6$ | $8,04 \cdot 10^7$ | $- 7,07 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП ПО «МАЯК» | $1,85 \cdot 10^{10}$ | $4,31 \cdot 10^8$ | $6,79 \cdot 10^8$ | $- 2,48 \cdot 10^8$ |
| | ФГУП СХК | $5,18 \cdot 10^9$ | $2,44 \cdot 10^8$ | $2,00 \cdot 10^8$ | $+ 4,40 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП ГХК | $2,67 \cdot 10^{10}$ | $5,80 \cdot 10^8$ | $4,78 \cdot 10^8$ | $+ 1,02 \cdot 10^8$ |
| | ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ | $3,00 \cdot 10^8$ | $7,30 \cdot 10^4$ | $9,80 \cdot 10^5$ | $- 9,07 \cdot 10^5$ |
| | ФГУП НИИП | $5,83 \cdot 10^6$ | $4,68 \cdot 10^5$ | $3,64 \cdot 10^5$ | $+ 1,04 \cdot 10^5$ |
| | ФГУП НИТИ | $3,60 \cdot 10^5$ | $4,20 \cdot 10^3$ | $2,38 \cdot 10^5$ | $- 2,34 \cdot 10^5$ |
| ЦИРКОНИЙ-95 + НИОБИЙ-95 | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | - | $1,06 \cdot 10^7$ | $1,14 \cdot 10^6$ | $+ 9,46 \cdot 10^6$ |
| | ФГУП ИРМ | $1,92 \cdot 10^9$ | $1,20 \cdot 10^7$ | $5,92 \cdot 10^4$ | $+ 1,19 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП ГХК | $2,20 \cdot 10^9$ | $1,20 \cdot 10^9$ | $2,90 \cdot 10^8$ | $+ 9,10 \cdot 10^8$ |
| РУТЕНИЙ-103,106 | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | - | $4,77 \cdot 10^7$ | $4,23 \cdot 10^7$ | $+ 5,40 \cdot 10^6$ |
| | ФГУП ПО «МАЯК» | $2,96 \cdot 10^{10}$ | $1,78 \cdot 10^7$ | $1,78 \cdot 10^7$ | - |
| | ФГУП ПО «МАЯК» | $7,03 \cdot 10^{10}$ | $6,63 \cdot 10^7$ | $8,50 \cdot 10^7$ | $- 1,87 \cdot 10^7$ |
| СУРЬМА-125 | ФГУП ГХК | $8,28 \cdot 10^{10}$ | $7,53 \cdot 10^8$ | $4,75 \cdot 10^8$ | $+ 2,78 \cdot 10^8$ |
| | ФГУП ПО «МАЯК» | $3,70 \cdot 10^{10}$ | $1,40 \cdot 10^8$ | $5,18 \cdot 10^6$ | $+ 1,35 \cdot 10^8$ |
| ЦЕЗИЙ-134 | ФГУП ПО «МАЯК» | $1,85 \cdot 10^{10}$ | $4,73 \cdot 10^7$ | $1,33 \cdot 10^7$ | $+ 3,40 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП ГХК | $7,20 \cdot 10^7$ | $9,00 \cdot 10^6$ | $9,00 \cdot 10^6$ | - |
| | БАЛАКОВСКАЯ АЭС | $9,00 \cdot 10^8$ | $1,03 \cdot 10^6$ | $1,81 \cdot 10^6$ | $- 7,80 \cdot 10^5$ |
| | ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС | $9,00 \cdot 10^8$ | $2,80 \cdot 10^4$ | $2,00 \cdot 10^5$ | $- 1,72 \cdot 10^5$ |
| | КАЛИНИНСКАЯ АЭС | $9,00 \cdot 10^8$ | $1,23 \cdot 10^6$ | $4,04 \cdot 10^5$ | $+ 8,26 \cdot 10^5$ |
| | КУРСКАЯ АЭС | $1,40 \cdot 10^9$ | $3,33 \cdot 10^6$ | $9,59 \cdot 10^6$ | $- 6,26 \cdot 10^6$ |
| | ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС | $1,40 \cdot 10^9$ | $1,46 \cdot 10^7$ | $3,72 \cdot 10^7$ | $- 2,26 \cdot 10^7$ |
| ЦЕЗИЙ-137 | ФГУП ПО «МАЯК» | $1,85 \cdot 10^{10}$ | $8,71 \cdot 10^8$ | $9,30 \cdot 10^8$ | $- 5,90 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП ГХК | $6,21 \cdot 10^9$ | $2,38 \cdot 10^8$ | $2,53 \cdot 10^8$ | $- 1,50 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ | $4,20 \cdot 10^8$ | $5,50 \cdot 10^6$ | $2,60 \cdot 10^7$ | $- 2,05 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП НИИП | $1,80 \cdot 10^4$ | $1,74 \cdot 10^4$ | $1,60 \cdot 10^4$ | $+ 1,40 \cdot 10^3$ |
| | ФГУП НИТИ | $1,10 \cdot 10^6$ | $1,07 \cdot 10^4$ | $1,16 \cdot 10^5$ | $- 1,05 \cdot 10^5$ |
| | ФГУП ИРМ | $1,92 \cdot 10^8$ | $3,40 \cdot 10^7$ | $3,67 \cdot 10^6$ | $+ 3,03 \cdot 10^7$ |
| | БАЛАКОВСКАЯ АЭС | $2,00 \cdot 10^9$ | $4,87 \cdot 10^6$ | $4,41 \cdot 10^6$ | $+ 4,60 \cdot 10^5$ |
| | БЕЛОЯРСКАЯ АЭС | $2,00 \cdot 10^9$ | $9,55 \cdot 10^6$ | $5,70 \cdot 10^7$ | $- 4,75 \cdot 10^7$ |
| | ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС | $2,00 \cdot 10^9$ | $2,60 \cdot 10^5$ | $4,40 \cdot 10^5$ | $- 1,80 \cdot 10^5$ |
| | КАЛИНИНСКАЯ АЭС | $2,00 \cdot 10^9$ | $5,16 \cdot 10^6$ | $2,17 \cdot 10^6$ | $+ 2,99 \cdot 10^6$ |
| | КОЛЬСКАЯ АЭС | $2,00 \cdot 10^9$ | $7,69 \cdot 10^6$ | $8,20 \cdot 10^6$ | $- 5,10 \cdot 10^5$ |
| | КУРСКАЯ АЭС | $4,00 \cdot 10^9$ | $4,90 \cdot 10^7$ | $6,28 \cdot 10^7$ | $- 1,38 \cdot 10^7$ |

| Наименование радионуклида | Наименование концерна, департамента, организации | Разрешенный выброс | Выброшено в атмосферу | | Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|------------------------------------|--|----------------------|-----------------------|------------------------|--|
| | | | 2007 г. | 2006 г. | |
| | ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС | $4,00 \cdot 10^9$ | $1,53 \cdot 10^8$ | $1,70 \cdot 10^8$ | $- 1,70 \cdot 10^7$ |
| | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | $4,00 \cdot 10^9$ | $3,51 \cdot 10^6$ | $1,17 \cdot 10^7$ | $- 8,19 \cdot 10^6$ |
| ЦЕРИЙ-141,144 | ФГУП ГХК | $7,12 \cdot 10^{10}$ | $2,71 \cdot 10^9$ | $7,10 \cdot 10^8$ | $+ 2,00 \cdot 10^9$ |
| | ФГУП ПО «МАЯК» | $2,96 \cdot 10^{11}$ | $3,34 \cdot 10^7$ | $1,17 \cdot 10^7$ | $+ 2,17 \cdot 10^7$ |
| | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | - | $2,54 \cdot 10^6$ | - | $+ 2,54 \cdot 10^6$ |
| СУММА НУКЛИДОВ ЕВРОПИЯ | ФГУП ГХК | $3,00 \cdot 10^8$ | $2,00 \cdot 10^6$ | $2,00 \cdot 10^6$ | - |
| СВИНЕЦ-214 | ОАО ППГХО | $2,79 \cdot 10^{14}$ | $9,58 \cdot 10^{13}$ | $2,94 \cdot 10^{13}$ | $+ 6,64 \cdot 10^{13}$ |
| ВИСМУТ-214 | ОАО ППГХО | $7,20 \cdot 10^{13}$ | $7,00 \cdot 10^{13}$ | $2,14 \cdot 10^{13}$ | $+ 4,86 \cdot 10^{13}$ |
| ПОЛОНИЙ-210 | ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ | $4,00 \cdot 10^6$ | $3,81 \cdot 10^3$ | $6,51 \cdot 10^3$ | $- 2,70 \cdot 10^3$ |
| | ОАО ППГХО | $8,44 \cdot 10^{14}$ | $1,84 \cdot 10^{13}$ | $5,64 \cdot 10^{12}$ | $+ 1,28 \cdot 10^{13}$ |
| РАДОН-222 | ОАО ППГХО | $8,51 \cdot 10^{14}$ | $3,80 \cdot 10^{14}$ | $5,68 \cdot 10^{14}$ | $- 1,88 \cdot 10^{14}$ |
| РАДИЙ-226 | ОАО ЧМЗ | $2,81 \cdot 10^8$ | $4,77 \cdot 10^7$ | $1,09 \cdot 10^8$ | $- 6,13 \cdot 10^7$ |
| СУММА НУКЛИДОВ ТОРИЯ | ОАО ЧМЗ | $7,66 \cdot 10^8$ | $1,06 \cdot 10^8$ | $1,90 \cdot 10^8$ | $- 8,40 \cdot 10^7$ |
| | ОАО ППГХО | $1,92 \cdot 10^9$ | $1,60 \cdot 10^9$ | $1,22 \cdot 10^9$ | $+ 3,80 \cdot 10^8$ |
| СУММА НУКЛИДОВ УРАНА | ПО ЭХЗ | $3,70 \cdot 10^9$ | $2,58 \cdot 10^8$ | $6,62 \cdot 10^7$ | $+ 1,92 \cdot 10^8$ |
| | ОАО ХМЗ | $3,34 \cdot 10^7$ | $1,79 \cdot 10^7$ | $1,82 \cdot 10^7$ | $- 3,00 \cdot 10^5$ |
| | ОАО ЧМЗ | $4,83 \cdot 10^9$ | $7,09 \cdot 10^8$ | $1,10 \cdot 10^9$ | $- 3,91 \cdot 10^8$ |
| | ФГУП ВНИИТФА СФ | $1,58 \cdot 10^6$ | $1,44 \cdot 10^6$ | $1,44 \cdot 10^6$ | - |
| | ФГУП НИИП | $3,40 \cdot 10^6$ | $2,54 \cdot 10^5$ | $2,49 \cdot 10^5$ | $+ 5,00 \cdot 10^3$ |
| | ФГУП ЭХП | $6,32 \cdot 10^8$ | $6,25 \cdot 10^8$ | $6,25 \cdot 10^8$ | - |
| | РФЯЦ ВНИИТФ | $4,20 \cdot 10^{10}$ | $1,14 \cdot 10^{10}$ | $7,95 \cdot 10^9$ | $+ 3,45 \cdot 10^9$ |
| | ПСЗ | $3,70 \cdot 10^8$ | $8,66 \cdot 10^4$ | $8,98 \cdot 10^4$ | $- 3,20 \cdot 10^3$ |
| | ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ | $2,96 \cdot 10^{10}$ | $4,02 \cdot 10^9$ | $6,77 \cdot 10^9$ | $- 2,75 \cdot 10^9$ |
| ФГУП ВНИИХТ | $1,01 \cdot 10^7$ | $2,43 \cdot 10^6$ | $2,60 \cdot 10^6$ | $- 1,70 \cdot 10^5$ | |
| СУММА НУКЛИДОВ ПЛУТОНИЯ | ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ | $7,40 \cdot 10^5$ | $2,01 \cdot 10^5$ | $1,52 \cdot 10^5$ | $+ 4,90 \cdot 10^4$ |
| | ФГУП ГНЦ РФ НИИАР | $4,95 \cdot 10^8$ | $7,21 \cdot 10^6$ | $2,13 \cdot 10^7$ | $- 1,41 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП ИРМ | $9,62 \cdot 10^6$ | $1,95 \cdot 10^4$ | $9,80 \cdot 10^2$ | $+ 1,85 \cdot 10^4$ |
| | ФГУП ГХК | $1,39 \cdot 10^9$ | $3,00 \cdot 10^7$ | $2,00 \cdot 10^7$ | $+ 1,00 \cdot 10^7$ |
| СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ* | ФГУП СХК | $6,88 \cdot 10^{11}$ | $3,94 \cdot 10^{10}$ | $3,00 \cdot 10^{10}$ | $+ 9,40 \cdot 10^9$ |
| | ФГУП ВНИИНМ | $3,70 \cdot 10^7$ | $2,10 \cdot 10^7$ | $1,64 \cdot 10^7$ | $+ 4,60 \cdot 10^6$ |
| НПО РИ им. В.Г. Хлопина | $1,04 \cdot 10^9$ | $6,59 \cdot 10^6$ | $6,39 \cdot 10^6$ | $+ 2,00 \cdot 10^5$ | |
| БАРИЙ-140+ЛАНТАН-140 | ФГУП ГХК | $5,00 \cdot 10^8$ | $1,30 \cdot 10^7$ | $1,00 \cdot 10^7$ | $+ 3,00 \cdot 10^6$ |
| ДЖН | БИЛИБИНСКАЯ АЭС | $7,40 \cdot 10^9$ | $1,46 \cdot 10^7$ | $1,46 \cdot 10^7$ | - |
| | ОАО ППГХО | $1,75 \cdot 10^{11}$ | $1,57 \cdot 10^{10}$ | $1,63 \cdot 10^{10}$ | $- 6,00 \cdot 10^8$ |
| КАЛИЙ-40 | ОАО ППГХО | $2,04 \cdot 10^9$ | $6,52 \cdot 10^9$ | $8,74 \cdot 10^9$ | $- 2,22 \cdot 10^9$ |
| | ОАО ЧМЗ | $2,80 \cdot 10^9$ | $1,89 \cdot 10^8$ | $2,30 \cdot 10^8$ | $- 4,10 \cdot 10^7$ |
| КЖН | ГНЦ РФ ИФВЭ | $3,00 \cdot 10^{15}$ | $6,60 \cdot 10^{13}$ | $6,50 \cdot 10^{13}$ | $+ 1,00 \cdot 10^{12}$ |
| | ФГУП НИИП | $1,90 \cdot 10^7$ | $1,40 \cdot 10^6$ | $1,32 \cdot 10^6$ | $+ 8,00 \cdot 10^4$ |
| СКАНДИЙ-46 | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | - | $5,06 \cdot 10^6$ | $4,33 \cdot 10^6$ | $+ 7,30 \cdot 10^5$ |
| | ФГУП ГХК | $1,00 \cdot 10^7$ | $4,00 \cdot 10^6$ | $5,00 \cdot 10^6$ | $- 1,00 \cdot 10^6$ |
| СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ | ФГУП ПО «МАЯК» | $7,40 \cdot 10^9$ | $4,79 \cdot 10^8$ | $4,60 \cdot 10^8$ | $+ 1,90 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП ВНИИНМ | $3,70 \cdot 10^7$ | $2,90 \cdot 10^6$ | $1,24 \cdot 10^6$ | $+ 1,66 \cdot 10^6$ |
| | НПО РИ им. В.Г. Хлопина | $1,36 \cdot 10^8$ | $6,75 \cdot 10^5$ | $6,65 \cdot 10^5$ | $+ 1,00 \cdot 10^4$ |
| | ФГУП ГНЦ РФ НИИАР | $5,24 \cdot 10^8$ | $1,30 \cdot 10^7$ | $2,46 \cdot 10^7$ | $- 1,16 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП СХК | $6,81 \cdot 10^9$ | $2,26 \cdot 10^9$ | $2,37 \cdot 10^9$ | $- 1,10 \cdot 10^8$ |
| | ФГУП МСЗ | $6,75 \cdot 10^8$ | $3,09 \cdot 10^8$ | $1,56 \cdot 10^8$ | $+ 1,53 \cdot 10^8$ |
| | ОАО НЗХК | $2,95 \cdot 10^9$ | $2,95 \cdot 10^9$ | $2,95 \cdot 10^9$ | - |
| | УЭХК | $7,40 \cdot 10^9$ | $2,33 \cdot 10^8$ | $1,94 \cdot 10^8$ | $+ 3,90 \cdot 10^7$ |
| | НИИ НПО «ЛУЧ» | $9,41 \cdot 10^7$ | $4,71 \cdot 10^7$ | $9,88 \cdot 10^6$ | $+ 3,72 \cdot 10^7$ |
| АЭХК | $2,54 \cdot 10^9$ | $4,64 \cdot 10^8$ | $5,01 \cdot 10^8$ | $- 3,70 \cdot 10^7$ | |
| СУММА ИРГ | ФГУП СХК | $6,29 \cdot 10^{15}$ | $1,15 \cdot 10^{15}$ | $1,14 \cdot 10^{15}$ | $+ 1,00 \cdot 10^{13}$ |
| | ФГУП ГНЦ РФ НИИАР | $1,73 \cdot 10^{15}$ | $1,31 \cdot 10^{15}$ | $1,37 \cdot 10^{15}$ | $- 6,00 \cdot 10^{13}$ |
| | ФГУП НИИП | $1,10 \cdot 10^{14}$ | $1,32 \cdot 10^{12}$ | $9,85 \cdot 10^{11}$ | $+ 3,35 \cdot 10^{11}$ |
| | ФГУП НИТИ | $4,50 \cdot 10^{14}$ | $1,13 \cdot 10^{12}$ | $1,15 \cdot 10^{12}$ | $- 2,00 \cdot 10^{10}$ |
| | ФГУП ИРМ | $2,53 \cdot 10^{14}$ | $2,09 \cdot 10^{14}$ | $1,29 \cdot 10^{14}$ | $+ 8,00 \cdot 10^{13}$ |
| | ФГУП ГХК | $7,53 \cdot 10^{15}$ | $1,89 \cdot 10^{15}$ | $1,79 \cdot 10^{15}$ | $+ 1,00 \cdot 10^{14}$ |
| | ФГУП ПО «МАЯК» | $3,65 \cdot 10^{15}$ | $2,06 \cdot 10^{13}$ | $1,79 \cdot 10^{13}$ | $+ 2,70 \cdot 10^{12}$ |
| | БАЛАКОВСКАЯ АЭС | $6,90 \cdot 10^{14}$ | $5,80 \cdot 10^{10}$ | $1,52 \cdot 10^{11}$ | $- 9,40 \cdot 10^{10}$ |
| БЕЛОЯРСКАЯ АЭС | $6,90 \cdot 10^{14}$ | $2,51 \cdot 10^{12}$ | $1,22 \cdot 10^{13}$ | $- 9,69 \cdot 10^{12}$ | |
| БИЛИБИНСКАЯ АЭС | $2,00 \cdot 10^{15}$ | $3,40 \cdot 10^{14}$ | $3,55 \cdot 10^{14}$ | $- 1,50 \cdot 10^{13}$ | |

| Наименование радионуклида | Наименование концерна, департамента, организации | Разрешенный выброс | Выброшено в атмосферу | | Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|--|----------------------|-----------------------|----------------------|--|
| | | | 2007 г. | 2006 г. | |
| | ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС | $6,90 \cdot 10^{14}$ | $8,40 \cdot 10^9$ | $2,40 \cdot 10^{11}$ | $- 2,32 \cdot 10^{11}$ |
| | КАЛИНИНСКАЯ АЭС | $6,90 \cdot 10^{14}$ | $2,10 \cdot 10^{13}$ | $2,17 \cdot 10^{13}$ | $- 7,00 \cdot 10^{11}$ |
| | КОЛЬСКАЯ АЭС | $6,90 \cdot 10^{14}$ | - | $7,50 \cdot 10^{11}$ | $- 7,50 \cdot 10^{11}$ |
| | КУРСКАЯ АЭС | $3,70 \cdot 10^{15}$ | $3,29 \cdot 10^{14}$ | $3,36 \cdot 10^{14}$ | $- 7,00 \cdot 10^{12}$ |
| | ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС | $3,70 \cdot 10^{15}$ | $3,69 \cdot 10^{14}$ | $6,57 \cdot 10^{14}$ | $- 2,88 \cdot 10^{14}$ |
| СУММА НУКЛИДОВ ИОДА* | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | $3,70 \cdot 10^{15}$ | $1,37 \cdot 10^{13}$ | $1,61 \cdot 10^{13}$ | $- 2,40 \cdot 10^{12}$ |
| | ФГУП ПО «МАЯК» | $3,70 \cdot 10^{10}$ | $2,36 \cdot 10^8$ | $4,08 \cdot 10^8$ | $- 1,72 \cdot 10^8$ |
| | ФГУП ГХК | $1,56 \cdot 10^{10}$ | $4,88 \cdot 10^8$ | $6,34 \cdot 10^8$ | $- 1,46 \cdot 10^8$ |
| | ФГУП СХК | $3,64 \cdot 10^{11}$ | $3,00 \cdot 10^9$ | $1,77 \cdot 10^9$ | $+ 1,23 \cdot 10^9$ |
| | ФГУП ИРМ | $8,22 \cdot 10^9$ | $7,50 \cdot 10^8$ | $5,53 \cdot 10^6$ | $+ 7,44 \cdot 10^8$ |
| | БАЛАКОВСКАЯ АЭС | $1,80 \cdot 10^{10}$ | $8,89 \cdot 10^7$ | $9,48 \cdot 10^7$ | $- 5,90 \cdot 10^6$ |
| | ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС | $1,80 \cdot 10^{10}$ | $4,97 \cdot 10^7$ | $3,74 \cdot 10^7$ | $+ 1,23 \cdot 10^7$ |
| | КАЛИНИНСКАЯ АЭС | $1,80 \cdot 10^{10}$ | $5,39 \cdot 10^8$ | $9,13 \cdot 10^8$ | $- 3,74 \cdot 10^8$ |
| | КОЛЬСКАЯ АЭС | $1,80 \cdot 10^{10}$ | - | $1,88 \cdot 10^7$ | $- 1,88 \cdot 10^7$ |
| | КУРСКАЯ АЭС | $9,30 \cdot 10^{10}$ | $2,15 \cdot 10^9$ | $2,59 \cdot 10^9$ | $- 4,40 \cdot 10^8$ |
| | ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС | $9,30 \cdot 10^{10}$ | $1,70 \cdot 10^9$ | $8,89 \cdot 10^8$ | $+ 8,11 \cdot 10^8$ |
| СМОЛЕНСКАЯ АЭС | $9,30 \cdot 10^{10}$ | $5,74 \cdot 10^7$ | $5,17 \cdot 10^8$ | $- 4,60 \cdot 10^8$ | |
| СУРЬМА-124 | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | - | $1,55 \cdot 10^7$ | $3,31 \cdot 10^7$ | $- 1,76 \cdot 10^7$ |
| ИОД-125 | ФГУП ИРМ | $7,21 \cdot 10^9$ | - | - | - |
| УГЛЕРОД-14 | ФГУП ИРМ | $2,41 \cdot 10^{11}$ | $1,30 \cdot 10^8$ | - | $+ 1,30 \cdot 10^9$ |

Примечание: * – данные организаций, предоставленные без расшифровки по радионуклидному составу.

Таблица П2

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть в 2007 г., Бк

| Наименование радионуклида | Наименование концерна, департамента, организации | Разрешенный сброс | Фактический сброс | | Увел. (+), сниж. (-) сброса радионуклида в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|---------------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|---|
| | | | 2007 г. | 2006 г. | |
| Натрий-24 | ФГУП ГХК | $1,85 \cdot 10^{14}$ | $6,10 \cdot 10^{13}$ | $5,86 \cdot 10^{13}$ | $+ 2,40 \cdot 10^{12}$ |
| | ФГУП СХК | $7,77 \cdot 10^{14}$ | $1,60 \cdot 10^{14}$ | $1,24 \cdot 10^{14}$ | $+ 3,60 \cdot 10^{13}$ |
| Фосфор-32 | ФГУП ГХК | $2,22 \cdot 10^{13}$ | $8,41 \cdot 10^{12}$ | $1,10 \cdot 10^{13}$ | $- 2,59 \cdot 10^{12}$ |
| | ФГУП СХК | $4,07 \cdot 10^{13}$ | $2,05 \cdot 10^{13}$ | $1,40 \cdot 10^{13}$ | $+ 6,50 \cdot 10^{12}$ |
| Скандий-46 | ФГУП ГХК | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $5,64 \cdot 10^{10}$ | $5,24 \cdot 10^{10}$ | $+ 4,00 \cdot 10^9$ |
| Хром-51 | ФГУП ГХК | $1,48 \cdot 10^{13}$ | $9,14 \cdot 10^{11}$ | $1,06 \cdot 10^{12}$ | $- 1,46 \cdot 10^{11}$ |
| | БИЛИБИНСКАЯ АЭС | $3,10 \cdot 10^{12}$ | $4,96 \cdot 10^9$ | $5,57 \cdot 10^9$ | $- 6,10 \cdot 10^8$ |
| | КОЛЬСКАЯ АЭС | $5,60 \cdot 10^{13}$ | $4,30 \cdot 10^6$ | $8,50 \cdot 10^6$ | $- 4,20 \cdot 10^6$ |
| | НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС | $2,70 \cdot 10^{12}$ | - | - | - |
| Марганец-54 | ФГУП ГХК | $1,48 \cdot 10^{11}$ | $2,68 \cdot 10^9$ | $3,98 \cdot 10^9$ | $- 1,30 \cdot 10^9$ |
| | БЕЛОЯРСКАЯ АЭС | $2,47 \cdot 10^{10}$ | $1,54 \cdot 10^5$ | $1,66 \cdot 10^5$ | $- 1,20 \cdot 10^4$ |
| | БИЛИБИНСКАЯ АЭС | $1,20 \cdot 10^{11}$ | $1,54 \cdot 10^8$ | $2,45 \cdot 10^8$ | $- 9,10 \cdot 10^7$ |
| | КАЛИНИНСКАЯ АЭС | $3,80 \cdot 10^9$ | $3,78 \cdot 10^6$ | $2,89 \cdot 10^6$ | $+ 8,90 \cdot 10^5$ |
| Железо-59 | ФГУП ГХК | $1,85 \cdot 10^{11}$ | $3,97 \cdot 10^{10}$ | $3,72 \cdot 10^{10}$ | $+ 2,50 \cdot 10^9$ |
| Кобальт-58 | ФГУП ГХК | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $7,66 \cdot 10^9$ | $1,55 \cdot 10^{10}$ | $- 7,84 \cdot 10^9$ |
| | КАЛИНИНСКАЯ АЭС | $1,10 \cdot 10^{10}$ | $1,08 \cdot 10^5$ | $2,55 \cdot 10^5$ | $- 1,47 \cdot 10^5$ |
| | КОЛЬСКАЯ АЭС | $1,10 \cdot 10^{12}$ | $2,70 \cdot 10^5$ | - | $+ 2,70 \cdot 10^5$ |
| Кобальт-60 | ФГУП ГХК | $3,74 \cdot 10^{11}$ | $3,83 \cdot 10^{10}$ | $5,11 \cdot 10^{10}$ | $- 1,28 \cdot 10^{10}$ |
| | ФГУП НИТИ | $6,06 \cdot 10^6$ | $3,49 \cdot 10^4$ | $1,03 \cdot 10^5$ | $- 6,81 \cdot 10^4$ |
| | БИЛИБИНСКАЯ АЭС | $5,00 \cdot 10^{10}$ | $4,69 \cdot 10^8$ | $7,57 \cdot 10^8$ | $- 2,88 \cdot 10^8$ |
| | БЕЛОЯРСКАЯ АЭС | $9,00 \cdot 10^8$ | $8,83 \cdot 10^5$ | $3,12 \cdot 10^5$ | $+ 5,71 \cdot 10^5$ |
| | КАЛИНИНСКАЯ АЭС | $8,10 \cdot 10^8$ | $6,21 \cdot 10^6$ | $1,17 \cdot 10^7$ | $- 5,49 \cdot 10^6$ |
| | КОЛЬСКАЯ АЭС | $8,80 \cdot 10^{10}$ | $8,50 \cdot 10^6$ | $8,60 \cdot 10^5$ | $+ 7,64 \cdot 10^6$ |
| | КУРСКАЯ АЭС | $1,83 \cdot 10^{10}$ | $1,49 \cdot 10^7$ | $2,67 \cdot 10^7$ | $- 1,18 \cdot 10^7$ |
| | НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС | $6,20 \cdot 10^{11}$ | $4,30 \cdot 10^{10}$ | $2,50 \cdot 10^{10}$ | $+ 1,80 \cdot 10^{10}$ |
| | ФГУП «ДальРАО» | $2,00 \cdot 10^8$ | $4,75 \cdot 10^7$ | $8,80 \cdot 10^6$ | $+ 3,87 \cdot 10^7$ |
| | ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС | $3,90 \cdot 10^9$ | $5,33 \cdot 10^5$ | $8,45 \cdot 10^5$ | $- 3,12 \cdot 10^5$ |
| Медь-64 | ФГУП ГХК | $5,55 \cdot 10^{12}$ | $2,68 \cdot 10^{12}$ | $2,21 \cdot 10^{12}$ | $+ 4,70 \cdot 10^{11}$ |
| Цинк-65 | ФГУП ГХК | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $2,53 \cdot 10^{10}$ | $3,48 \cdot 10^{10}$ | $- 9,50 \cdot 10^9$ |
| Мышьяк-76 | ФГУП ГХК | $5,55 \cdot 10^{12}$ | $6,62 \cdot 10^{11}$ | $5,33 \cdot 10^{11}$ | $+ 1,29 \cdot 10^{11}$ |
| Стронций-89,90 | ФГУП ГХК | $8,14 \cdot 10^{10}$ | $1,57 \cdot 10^{10}$ | $9,44 \cdot 10^9$ | $+ 6,26 \cdot 10^9$ |
| | ФГУП ПО «МАЯК» | - | $1,04 \cdot 10^{12}$ | $1,06 \cdot 10^{12}$ | $- 2,00 \cdot 10^{10}$ |
| | ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ | $1,85 \cdot 10^8$ | $4,50 \cdot 10^6$ | - | $+ 4,50 \cdot 10^6$ |
| | ФГУП ГНЦ РФ НИИАР | $1,30 \cdot 10^{10}$ | $6,20 \cdot 10^7$ | $5,20 \cdot 10^7$ | $+ 1,00 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП НИТИ | $8,29 \cdot 10^6$ | $7,35 \cdot 10^5$ | $8,45 \cdot 10^5$ | $- 1,10 \cdot 10^5$ |
| | ФГУП «ДальРАО» | $1,00 \cdot 10^8$ | $1,64 \cdot 10^7$ | $3,40 \cdot 10^7$ | $- 1,76 \cdot 10^7$ |
| | БЕЛОЯРСКАЯ АЭС | $9,30 \cdot 10^{10}$ | $5,87 \cdot 10^6$ | $5,58 \cdot 10^6$ | $+ 2,90 \cdot 10^5$ |
| | КАЛИНИНСКАЯ АЭС | $5,90 \cdot 10^9$ | $7,46 \cdot 10^4$ | $1,74 \cdot 10^5$ | $- 9,94 \cdot 10^4$ |
| | КУРСКАЯ АЭС | $6,71 \cdot 10^{10}$ | $1,18 \cdot 10^7$ | $9,10 \cdot 10^6$ | $+ 2,70 \cdot 10^6$ |
| | НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС | $7,80 \cdot 10^{11}$ | $5,90 \cdot 10^7$ | $1,90 \cdot 10^8$ | $- 1,31 \cdot 10^8$ |
| | СМОЛЕНСКАЯ АЭС | - | - | $4,89 \cdot 10^5$ | $- 4,89 \cdot 10^5$ |
| | СевРАО ОФ №2 | - | - | $1,00 \cdot 10^1$ | $- 1,00 \cdot 10^1$ |
| Цирконий-95 | ФГУП ГХК | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $7,30 \cdot 10^9$ | $6,84 \cdot 10^9$ | $+ 4,60 \cdot 10^8$ |
| Ниобий-95 | ФГУП ГХК | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $9,05 \cdot 10^9$ | $7,47 \cdot 10^9$ | $+ 1,58 \cdot 10^9$ |
| Рутений-103 | ФГУП ГХК | $1,85 \cdot 10^{11}$ | $4,56 \cdot 10^9$ | $4,91 \cdot 10^9$ | $- 3,50 \cdot 10^8$ |
| Рутений-106 | ФГУП ГХК | $3,89 \cdot 10^{11}$ | $2,35 \cdot 10^{10}$ | $2,74 \cdot 10^9$ | $+ 2,08 \cdot 10^{10}$ |
| | КОЛЬСКАЯ АЭС | $1,20 \cdot 10^{12}$ | $3,82 \cdot 10^6$ | $2,71 \cdot 10^7$ | $- 2,33 \cdot 10^7$ |
| Сурьма-124 | ФГУП ГХК | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $7,46 \cdot 10^8$ | $7,82 \cdot 10^8$ | $- 3,60 \cdot 10^7$ |
| Свинец-210 | ОАО ППГХО | - | $2,10 \cdot 10^9$ | $2,30 \cdot 10^9$ | $- 2,00 \cdot 10^8$ |
| Цезий-134 | ФГУП ГХК | $2,96 \cdot 10^{10}$ | $2,31 \cdot 10^9$ | $7,82 \cdot 10^8$ | $+ 1,53 \cdot 10^9$ |
| | КАЛИНИНСКАЯ АЭС | $8,70 \cdot 10^9$ | $3,56 \cdot 10^7$ | $6,90 \cdot 10^7$ | $- 3,34 \cdot 10^7$ |
| Цезий-137 | ФГУП ГХК | $1,15 \cdot 10^{11}$ | $5,08 \cdot 10^{10}$ | $1,52 \cdot 10^{10}$ | $+ 3,56 \cdot 10^{10}$ |
| | ФГУП ПО «МАЯК» | - | $9,34 \cdot 10^{10}$ | $2,71 \cdot 10^{10}$ | $+ 6,63 \cdot 10^{10}$ |
| | ФГУП НИТИ | $7,96 \cdot 10^6$ | $8,22 \cdot 10^5$ | $1,35 \cdot 10^6$ | $- 5,28 \cdot 10^5$ |

Продолжение табл. П2

| Наименование радионуклида | Наименование концерна, департамента, организации | Разрешенный сброс | Фактический сброс | | Увел. (+), сниж. (-) сброса радионуклида в 2007 г. по сравнению с 2006 г. |
|------------------------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|---|
| | | | 2007 г. | 2006 г. | |
| | ФГУП ГНЦ РФ НИИАР | $2,90 \cdot 10^{10}$ | $3,60 \cdot 10^7$ | $7,80 \cdot 10^7$ | $- 4,20 \cdot 10^7$ |
| | БЕЛОЯРСКАЯ АЭС | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $1,38 \cdot 10^8$ | $1,08 \cdot 10^8$ | $+ 3,00 \cdot 10^7$ |
| | НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС | $4,20 \cdot 10^{10}$ | $1,30 \cdot 10^8$ | $6,60 \cdot 10^8$ | $- 5,30 \cdot 10^8$ |
| | КАЛИНИНСКАЯ АЭС | $2,80 \cdot 10^9$ | $7,84 \cdot 10^7$ | $1,37 \cdot 10^8$ | $- 5,86 \cdot 10^7$ |
| | КОЛЬСКАЯ АЭС | $9,90 \cdot 10^{10}$ | $5,00 \cdot 10^5$ | $4,00 \cdot 10^6$ | $- 3,50 \cdot 10^6$ |
| | КУРСКАЯ АЭС | $2,58 \cdot 10^9$ | $2,10 \cdot 10^7$ | $2,46 \cdot 10^7$ | $- 3,60 \cdot 10^6$ |
| | ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС | $1,10 \cdot 10^9$ | $3,21 \cdot 10^6$ | $9,73 \cdot 10^5$ | $+ 2,24 \cdot 10^6$ |
| | ФГУП «ДальРАО» | $6,00 \cdot 10^7$ | $1,52 \cdot 10^7$ | $2,03 \cdot 10^7$ | $- 5,10 \cdot 10^6$ |
| Барий-140 | ФГУП ГХК | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $2,26 \cdot 10^{10}$ | $3,45 \cdot 10^{10}$ | $- 1,19 \cdot 10^{10}$ |
| Церий-141 | ФГУП ГХК | $1,85 \cdot 10^{11}$ | $7,74 \cdot 10^9$ | $1,00 \cdot 10^{10}$ | $- 2,26 \cdot 10^9$ |
| | КОЛЬСКАЯ АЭС | $2,10 \cdot 10^{13}$ | $6,10 \cdot 10^5$ | $1,70 \cdot 10^6$ | $- 1,09 \cdot 10^6$ |
| Церий-144 | ФГУП ГХК | $3,70 \cdot 10^{11}$ | $2,78 \cdot 10^{10}$ | $1,52 \cdot 10^{10}$ | $+ 1,26 \cdot 10^{10}$ |
| | КОЛЬСКАЯ АЭС | $5,10 \cdot 10^{12}$ | $1,44 \cdot 10^7$ | $2,70 \cdot 10^7$ | $- 1,26 \cdot 10^7$ |
| Европий-152 | ФГУП ГХК | $1,85 \cdot 10^{11}$ | $6,57 \cdot 10^9$ | $6,53 \cdot 10^9$ | $+ 4,00 \cdot 10^7$ |
| Европий-154 | ФГУП ГХК | $3,70 \cdot 10^{10}$ | $7,46 \cdot 10^8$ | $7,84 \cdot 10^8$ | $- 3,80 \cdot 10^7$ |
| | БЕЛОЯРСКАЯ АЭС | $1,00 \cdot 10^9$ | $9,56 \cdot 10^6$ | $9,60 \cdot 10^6$ | $- 4,00 \cdot 10^4$ |
| Сумма нуклидов урана | ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ | $3,33 \cdot 10^7$ | $2,81 \cdot 10^6$ | - | $+ 2,81 \cdot 10^6$ |
| | ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ | $6,10 \cdot 10^9$ | $4,63 \cdot 10^7$ | $4,40 \cdot 10^7$ | $+ 2,30 \cdot 10^6$ |
| | ОАО КЧХК | - | - | $3,69 \cdot 10^9$ | $- 3,69 \cdot 10^9$ |
| | ОАО ППГХО | $6,35 \cdot 10^{10}$ | $1,99 \cdot 10^{10}$ | $1,27 \cdot 10^{10}$ | $+ 7,20 \cdot 10^9$ |
| Нептуний-239 | ФГУП ГХК | $7,40 \cdot 10^{12}$ | $2,22 \cdot 10^{12}$ | $2,83 \cdot 10^{12}$ | $- 6,10 \cdot 10^{11}$ |
| | ФГУП СХК | $1,48 \cdot 10^{13}$ | $1,26 \cdot 10^{13}$ | $1,46 \cdot 10^{13}$ | $- 2,00 \cdot 10^{12}$ |
| Сумма нуклидов плутония | ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ | $2,96 \cdot 10^6$ | $1,69 \cdot 10^6$ | - | $+ 1,69 \cdot 10^6$ |
| Сумма нуклидов тория | ОАО ППГХО | - | $3,30 \cdot 10^9$ | $4,00 \cdot 10^9$ | $- 7,00 \cdot 10^8$ |
| Сумма бета-активных радионуклидов* | ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ | $3,00 \cdot 10^8$ | $1,95 \cdot 10^8$ | $2,50 \cdot 10^8$ | $- 5,50 \cdot 10^7$ |
| | ОАО КЧХК | - | - | $4,25 \cdot 10^9$ | $- 4,25 \cdot 10^9$ |
| | ФГУП ПО «МАЯК» | - | $1,42 \cdot 10^{10}$ | - | |
| Йод-131 | ФГУП ГХК | $5,55 \cdot 10^{11}$ | $2,72 \cdot 10^{10}$ | $3,23 \cdot 10^{10}$ | $- 5,10 \cdot 10^9$ |
| | КАЛИНИНСКАЯ АЭС | $8,90 \cdot 10^{11}$ | $1,37 \cdot 10^5$ | - | $+ 1,37 \cdot 10^5$ |
| Сумма альфа-активных радионуклидов | ФГУП МСЗ | $2,70 \cdot 10^{10}$ | $9,78 \cdot 10^8$ | $7,55 \cdot 10^8$ | $+ 2,23 \cdot 10^8$ |
| | УЭХК | $3,70 \cdot 10^9$ | - | - | - |
| | ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ | $2,32 \cdot 10^8$ | $1,34 \cdot 10^8$ | $1,78 \cdot 10^8$ | $- 4,40 \cdot 10^7$ |
| | ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ | $2,96 \cdot 10^6$ | $1,69 \cdot 10^6$ | - | $+ 1,69 \cdot 10^6$ |

Примечание: * – данные организаций, предоставленные без расшифровки по радионуклидному составу.

Площадь загрязненных радионуклидами земель в 2007 г., км²

| № | Наименование организации | Площадь загрязненных территорий | | | |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------|
| | | Всего | на промпло- щадке | в санитарно- защитной зоне | в зоне наблю- дения |
| 1. | ФГУП ПО «Маяк» | 446,780 | 38,465 | 212,355 | 195,960 |
| 2. | ФГУП СХК | 10,393 | 10,093 | 0,300 | - |
| 3. | ФГУП ГХК | 4,011 | 3,359 | 0,617 | 0,055 |
| 4. | ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ | 0,120 | 0,120 | - | - |
| 5. | ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ | 0,099 | 0,099 | - | - |
| 6. | ПО «Старт» | 0,015 | 0,015 | - | - |
| 7. | ЭХП | 0,013 | 0,013 | - | - |
| 8. | НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС | 0,161 | 0,009 | 0,152 | 0,00015 |
| 9. | ФГУП ВНИИХТ | 0,002 | 0,002 | - | - |
| 10. | ИТЭФ | 0,00001 | 0,00001 | - | - |
| 11. | НПО РИ им. В.Г. Хлопина | 0,003 | 0,003 | - | - |
| 12. | ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ | 0,042 | 0,037 | - | 0,005 |
| 13. | ФГУП ГНЦ РФ НИИАР | 0,386 | 0,150 | 0,236 | - |
| 14. | СевРАО ЗВ | 0,011 | 0,011 | - | - |
| 15. | СевРАО ОФ N2 | 0,003 | 0,003 | - | - |
| 16. | ФГУП «ДальРАО» | 0,004 | 0,004 | 0,001 | - |
| 17. | ОАО МСЗ | 0,405 | 0,027 | 0,258 | 0,120 |
| 18. | ОАО НЗХК | 0,314 | 0,122 | 0,192 | - |
| 19. | ОАО ЧМЗ | 1,987 | 1,987 | - | - |
| 20. | ОАО ППГХО | 8,275 | 7,102 | 0,755 | 0,418 |
| 21. | ДАЛУР | 0,003 | 0,003 | - | - |
| 22. | ГМЗ | 0,846 | 0,846 | - | - |
| 23. | ОАО МЗП | 0,009 | - | 0,009 | - |
| 24. | НИИ НПО «ЛУЧ» | 0,0003 | 0,0003 | - | - |
| 25. | Подольский завод цветных металлов | 0,013 | 0,013 | - | - |
| ИТОГО | | 473,895 | 62,483 | 214,875 | 196,558 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

СПИСОК УПОМИНАВШИХСЯ РАДИОНУКЛИДОВ И ИХ ПЕРИОДЫ ПОЛУРАСПАДА

| | | | | | |
|--------------------|--------------|----------------------------|-----------------------|----------------|------------------------------|
| ³ H | тритий | 12,35 (лет) | ¹³¹ I | йод-131 | 8,04 (сут) |
| ⁷ Be | бериллий-7 | 53,3 (сут) | ¹³² I | йод-132 | 2,30 (час) |
| ¹⁴ C | углерод-14 | 5,73·10 ³ (лет) | ¹³² Te | теллур-132 | 78,2 (час) |
| ²² Na | натрий-22 | 2,60 (лет) | ¹³³ I | йод-133 | 20,8 (час) |
| ²⁴ Na | натрий-24 | 15,0 (час) | ¹³⁵ I | йод-135 | 6,61 (час) |
| ³² P | фосфор-32 | 14,3 (сут) | ¹³³ Xe | ксенон-133 | 5,245 (сут) |
| ⁴⁰ K | калий-40 | 1,28·10 ⁹ (лет) | ¹³⁵ Xe | ксенон-135 | 9,083 (час) |
| ⁴¹ Ar | аргон-41 | 1,83 (час) | ^{135m} Xe | ксенон-135m | 15,65 (мин) |
| ⁴⁴ Ti | титан-44 | 47,3 (лет) | ¹³⁸ Xe | ксенон-138 | 14,13 (мин) |
| ⁴⁶ Sc | скандий-46 | 83,8 (сут) | ¹³⁴ Cs | цезий-134 | 2,062 (лет) |
| ⁵¹ Cr | хром-51 | 27,7 (сут) | ¹³⁷ Cs | цезий-137 | 30,174 (лет) |
| ⁵⁴ Mn | марганец-54 | 312,5 (сут) | ¹³³ Ba | барий-133 | 10,5 (лет) |
| ⁵⁶ Mn | марганец-56 | 2,6 (час) | ¹⁴⁰ Ba | барий-140 | 12,74 (сут) |
| ⁵⁵ Fe | железо-55 | 2,72 (лет) | ¹⁴⁰ La | лантан-140 | 1,68 (сут) |
| ⁵⁹ Fe | железо-59 | 45 (сут) | ¹³⁹ Ce | церий-139 | 139,3 (сут) |
| ⁵⁷ Co | кобальт-57 | 270,9 (сут) | ¹⁴¹ Ce | церий-141 | 32,5 (сут) |
| ⁵⁸ Co | кобальт-58 | 70,8 (сут) | ¹⁴⁴ Ce | церий-144 | 284,3 (сут) |
| ⁶⁰ Co | кобальт-60 | 5,27 (лет) | ¹⁴⁴ Pr | празеодим-144 | 17,30 (мин) |
| ⁵⁹ Ni | никель-59 | 7,50·10 ⁴ (лет) | ¹⁴⁵ Sm | самарий-145 | 340 (сут) |
| ⁶³ Ni | никель-63 | 100,1 (лет) | ¹⁴⁷ Pm | прометий-147 | 2,62 (лет) |
| ⁶⁴ Cu | медь-64 | 12,7 (час) | ¹⁵² Eu | европий-152 | 13,33 (лет) |
| ⁶⁵ Zn | цинк-65 | 243,9 (сут) | ¹⁵⁴ Eu | европий-154 | 8,80 (лет) |
| ⁶⁸ Ge | германий-68 | 288 (сут) | ¹⁵³ Gd | гадолиний-153 | 241,6 (сут) |
| ⁶⁸ Ga | галлий-68 | 68,0 (мин) | ¹⁶⁹ Yb | иттербий-169 | 30,7 (сут) |
| ⁷⁵ Se | селен-75 | 118,45 (сут) | ¹⁷⁰ Tm | тулий-170 | 128,6 (сут) |
| ⁷⁶ As | мышьяк-76 | 26,32 (час) | ¹⁸² Ta | тантал-182 | 115,0 (сут) |
| ⁸⁵ Kr | криптон-85 | 10,71 (лет) | ¹⁹² Ir | иридий-192 | 74,02 (сут) |
| ^{85m} Kr | криптон-85m | 4,48 (час) | ²⁰³ Hg | ртуть-203 | 46,76 (сут) |
| ⁸⁷ Kr | криптон-87 | 76,31 (мин) | ²⁰⁴ Tl | таллий-204 | 3,78 (лет) |
| ⁸⁸ Kr | криптон-88 | 2,84 (час) | ²⁰⁹ Po | полоний-209 | 102 (лет) |
| ⁸⁹ Sr | стронций-89 | 50,5 (сут) | ²¹⁰ Pb | свинец-210 | 22,3 (лет) |
| ⁹⁰ Sr | стронций-90 | 29,12 (лет) | ²¹⁰ Po | полоний-210 | 138,4 (сут) |
| ⁸⁸ Y | иттрий-88 | 107,15 (сут) | ²¹² Pb | свинец-212 | 10,64 (час) |
| ⁹⁰ Y | иттрий-90 | 2,67 (сут) | ²²⁰ Rn(Tn) | торон | 55,6 (с) |
| ⁹¹ Y | иттрий-91 | 58,5 (сут) | ²²² Rn(Rn) | радон | 3,8235 (сут) |
| ^{91m} Y | иттрий-91m | 49,71 (мин) | ²²⁶ Ra | радий-226 | 1,6·10 ³ (лет) |
| ⁹⁵ Zr | цирконий-95 | 63,98 (сут) | ²²⁸ Ra | радий-228 | 5,75 (лет) |
| ⁹⁵ Nb | ниобий-95 | 35,15 (сут) | ²²⁸ Ac | актиний-228 | 6,13 (час) |
| ⁹⁹ Mo | молибден-99 | 2,75 (сут) | ²³² Th | торий-232 | 1,405·10 ¹⁰ (лет) |
| ^{99m} Te | технеций-99m | 6,006 (час) | ²³⁴ U | уран-234 | 2,445·10 ⁵ (лет) |
| ¹⁰³ Ru | рутений-103 | 39,28 (сут) | ²³⁵ U | уран-235 | 7,04·10 ⁸ (лет) |
| ¹⁰⁶ Ru | рутений-106 | 368,2 (сут) | ²³⁸ U | уран-238 | 4,47·10 ⁹ (лет) |
| ¹⁰⁶ Rh | родий-106 | 29,9 (с) | ²³⁹ U | уран-239 | 23,40 (мин) |
| ^{110m} Ag | серебро-110m | 250 (сут) | ²³⁹ Np | нептуний-239 | 2,355 (сут) |
| ¹⁰⁹ Cd | кадмий-109 | 1,27 (лет) | ²³⁸ Pu | плутоний-238 | 87,7 (лет) |
| ¹¹⁵ Cd | кадмий-115 | 53,46 (час) | ²³⁹ Pu | плутоний-239 | 2,41·10 ⁴ (лет) |
| ¹¹³ Sn | олово-113 | 115,2 (сут) | ²⁴⁰ Pu | плутоний-240 | 6,54·10 ³ (лет) |
| ^{119m} Sn | олово-119m | 250 (сут) | ²⁴¹ Pu | плутоний-241 | 14,4 (лет) |
| ¹²² Sb | сурьма-122 | 2,714 (сут) | ²⁴¹ Am | америций-241 | 432 (лет) |
| ¹²⁴ Sb | сурьма-124 | 60,2 (сут) | ²⁴³ Am | америций-243 | 7380 (лет) |
| ¹²⁵ Sb | сурьма-125 | 2,77 (лет) | ²⁵² Cf | калифорний-252 | 2,638 (лет) |